



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA APLICACIÓN DE LA NORMA E070 DEL
2006 Y LA PROPUESTA DEL 2019 EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR,
EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL, LIMA 2022

Línea de investigación:

Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Trabajo de suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Autor:

Poma Gómez, Roger

Asesor:

Tello Malpartida, Omart Demetrio
(ORCID: 0000-0002-5043-6510)

Jurado:

Quintanilla Huayta, Darío
Yucra Ayala, Maddeley Elizabeth
Ayquipa Quispe, Evelyn Estefany

Lima - Perú

2023



Reporte de Análisis de Similitud

Archivo:	2A-POMA GOMEZ, ROGER-WORD-2023
Fecha del Análisis:	09 /02/2023
Analizado por:	ALAVI VALVERDE LILIANA MIRIAM
Correo del analista:	LALAVI@UNFV.EDU.PE
Porcentaje:	30 %
Título	RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA APLICACIÓN DE LA NORMA E070 DEL 2006 Y LA PROPUESTA DEL 2019 EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR, EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL, LIMA 2022
Enlace:	https://secure.arkund.com/old/view/151127195-609139-382844#Hdl9btxADAbQu2w9CCRyfn2VIEVgJMEWcePS8N39aGApaYdPAvWNPh7/3x8vP692t9vB8e5qqKmW2uq0O/yIQKKuU6GBBhpoolFqJZpooln/0UQTTTTRRC13tKMd7WivNbSjHe1oRy0NdKADHehAR62jA3Wa2IN7ak/tqT1rvdqeND3J5fKkhS50oQtd6EJX9dGFOm10oxvd6EY3utGN7jJo/dCDHvSgBz3oQQ960HNaNEngVXWr+jvVUlsBlm1H3HXWlmiIkMqXjK8QRjNPsR3aduLsBdhL8Je1JL8Q/6Rda0t/5B/ZLXdLf+6S/4h/5B/yD/kXw8CORmFjEJGlaOQUaxqVc8zZGTXQ0Yho5BRyChkFDIKGfkgsvkcTGMys6RZ0ixpljRLmiXNUstmSbOkWdls2WsN9S3UHY48flpvLEqCo8222m7nV3u8P/+9Pf8+X3+/vf55vFw/4uQZOofd17T2l2z+/AA==



Walter Vargas Machuca
MS. WALTER ALBERTO VARGAS MACHUCA CARTOLÍN
Jefe de la Oficina de Grados y Gestión del Egresado - FIC



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA APLICACIÓN DE LA
NORMA E070 DEL 2006 Y LA PROPUESTA DEL 2019 EN UNA
EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR, EN EL DISTRITO DE SAN
MIGUEL, LIMA 2022**

Línea de Investigación:

Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Modalidad de suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero
Civil

Autor(a)

Poma Gómez, Roger

Asesor(a)

Tello Malpartida, Omart Demetrio

ORCID: 0000-0002-5043-6510

Jurado

Quintanilla Huayta, Darío

Yucra Ayala, Maddeley Elizabeth

Ayquipa Quispe, Evelyn Estefany

Lima – Perú

2023

DEDICATORIA

A Dios por guiarme y brindarme día a día toda la fuerza en mi formación personal y profesional.

A mis padres por haberme brindado todo el apoyo necesario, por ser los inculcadores de que se una persona persistente en alcanzar los objetivos al margen de las situaciones.

A mis hermanas y hermano por haberme ofrecido sus apoyos de forma incondicional y sobre todo por haber sido el soporte principal en mi formación profesional.

A todas las personas que directa o indirectamente fueron parte para el desarrollo del presente trabajo

AGRADECIMIENTO

A Dios por regalarnos la vida, salud y la fuerza para lograr culminar el desarrollo del presente trabajo.

A mis padres, hermanas y hermano por todo el sacrificio y esfuerzo que hicieron para lograr culminar cada etapa de mi vida profesional.

A todos los docentes, que nos brindaron sus conocimientos durante nuestra etapa universitaria.

A todos los compañeros de clase que fueron parte de nuestra formación profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Trayectoria del autor	16
1.2. Descripción de la empresa	16
1.3. Organigrama de la empresa	17
1.4. Áreas y funciones desempeñadas.....	17
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA	19
2.1. Planteamiento del problema.....	19
2.1.1. Descripción del problema.....	19
2.2. Formulación del problema	20
2.2.1. Problema general.....	20
2.2.2. Problema específico	20
2.3. Antecedentes	20
2.4. Objetivos	24
2.4.1. Objetivo general	24
2.4.2. Objetivo específico.....	25
2.5. Justificación	25

2.6.	Hipótesis	27
2.6.1.	Hipótesis general	27
2.6.2.	Hipótesis específicas	27
2.7.	Marco teórico	28
2.7.1.	Conceptos generales y definiciones.	28
2.7.2.	Influencia del confinamiento en los modos de falla.....	43
2.8.	Método	44
2.8.1.	Tipo de investigación	44
2.8.2.	Ámbito temporal y espacial.....	44
2.8.3.	Variables.....	44
2.8.4.	Población y muestra	45
2.8.5.	Procedimientos	49
2.8.6.	Resultados	152
III. APORTES A LA EMPRESA		159
IV. CONCLUSIONES		160
V. RECOMENDACIONES.....		162
VI. REFERENCIAS		163
VII. ANEXOS.....		166

Índice de tablas

Tabla 1 Método para determinar resistencia a compresión axial y a corte de la albañilería	29
Tabla 2 Resistencia característica de la albañilería Mpa (kg/cm^2).....	29
Tabla 3 Factores de corrección de $f'm$ por esbeltez.....	30
Tabla 4 Espesor o peralte mínimo “h” para vigas y losas.....	32
Tabla 5 Factores de zona “Z”	33
Tabla 6 Factores de suelo “S”	34
Tabla 7 Categorías de las edificaciones y factores de uso o importancia.....	35
Tabla 8 Sistemas estructurales.....	37
Tabla 9 Espesor efectivo según la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019	57
Tabla 10 Densidad mínima de muros	58
Tabla 11 Densidad de muros en la dirección X y la dirección Y.....	59
Tabla 12 Sección transformada de concreto armado a albañilería confinada	59
Tabla 13 Modos de vibración en la dirección X e Y E070 2006.....	68
Tabla 14 Modos de vibración en la dirección X e Y propuesta del 2019	69
Tabla 15 Distorsión máxima en la dirección X e Y E070 2006.....	72
Tabla 16 Distorsión máxima en la dirección X e Y propuesta 2019.....	72
Tabla 17 Cortante mínimo en la dirección X e Y E070 2006	73
Tabla 18 Cortante mínimo corregido en la dirección X e Y E070 2006.....	73
Tabla 19 Cortante mínimo en la dirección X e Y E070 2019	74
Tabla 20 Cortante mínimo corregido en la dirección X e Y E070 2019.....	74
Tabla 21 Esfuerzo máximo y refuerzos en los muros en las direcciones X e Y	75
Tabla 22 Piso 1 Sismo en X-X.....	77

Tabla 23 <i>Piso 2 sismo en X-X</i>	78
Tabla 24 <i>Piso 3 sismo en X-X</i>	79
Tabla 25 <i>Piso 1 sismo en Y-Y</i>	80
Tabla 26 <i>Piso 2 sismo en Y-Y</i>	81
Tabla 27 <i>Piso 3 sismo en Y-Y</i>	82
Tabla 28 <i>Diseño de muro en la dirección “X”</i>	86
Tabla 29 <i>Diseño de muro en la dirección “Y”- Parte 1</i>	89
Tabla 30 <i>Diseño de muro en la dirección “Y”- Parte 2</i>	92
Tabla 31 <i>Esfuerzo máximo y refuerzos en los muros en las direcciones X e Y</i>	95
Tabla 32 <i>Piso 1 Sismo en X-X</i>	98
Tabla 33 <i>Piso 2 sismo en X-X</i>	99
Tabla 34 <i>Piso 3 sismo en X-X</i>	100
Tabla 35 <i>Piso 1 sismo en Y-Y</i>	101
Tabla 36 <i>Piso 2 sismo en Y-Y</i>	102
Tabla 37 <i>Piso 3 sismo en Y-Y</i>	103
Tabla 38 <i>Diseño de muro en la dirección “X”</i>	106
Tabla 39 <i>Diseño de muro en la dirección “Y”- Parte 1</i>	109
Tabla 40 <i>Diseño de muro en la dirección “Y”- Parte 2</i>	112
Tabla 41 <i>Diagrama de interacción de la columna C-4 para el sismo Y</i>	129
Tabla 42 <i>Diagrama de interacción de momento nominal de la columna C-4 para el sismo Y</i> . 132	
Tabla 43 <i>Diagrama de interacción de la placa PL-1 para el sismo X</i>	137
Tabla 44 <i>Diagrama de interacción de momento nominal de la placa PL-1 para el sismo X</i>	140
Tabla 45 <i>Propiedades de la escalera</i>	143

Tabla 46 <i>Cargas actuantes en la escalera</i>	144
Tabla 47 <i>Momento en la escalera</i>	145
Tabla 48 <i>Refuerzo en la escalera</i>	145
Tabla 49 <i>Fuerza cortante en la escalera</i>	146
Tabla 50 <i>Desplazamiento relativo en X con la norma E070 del 2006 y propuesta del 2019....</i>	153
Tabla 51 <i>Desplazamiento relativo en Y con la norma E070 del 2006 y propuesta del 2019</i>	153
Tabla 52 <i>Cortante mínimo en la dirección X con la norma E070 del 2006 y propuesta del 2019</i>	154
Tabla 53 <i>Cortante mínimo corregido en la dirección X con la norma E070 del 2006 y propuesta</i> <i>del 2019</i>	154
Tabla 54 <i>Cortante mínimo en la dirección Y con la norma E070 del 2006 y propuesta del 2019</i>	155
Tabla 55 <i>Fuerza cortante último y momento flector último en dirección X del 1er piso con la</i> <i>norma E070 del 2006 y propuesta del 2019</i>	156
Tabla 56 <i>Fuerza cortante último y momento último en dirección X del 2do piso con la norma E070</i> <i>del 2006 y propuesta del 2019</i>	156
Tabla 57 <i>Fuerza cortante último y momento último en dirección X del 3er piso con la norma E070</i> <i>del 2006 y propuesta del 2019</i>	157
Tabla 58 <i>Fuerza cortante último y momento flector último en dirección Y del 1er piso con la</i> <i>norma E070 del 2006 y propuesta del 2019</i>	157
Tabla 59 <i>Fuerza cortante último y momento flector último en dirección Y del 2do piso con la</i> <i>norma E070 del 2006 y propuesta del 2019</i>	158

Tabla 60 <i>Fuerza cortante último y momento flector último en dirección Y del 3er piso con la norma E070 del 2006 y propuesta del 2019</i>	158
--	-----

Índice de figuras

Figura 1 <i>Organigrama de la empresa TENSORCORP INGENIEROS SAC</i>	17
Figura 2 <i>Muro de albañilería confinada</i>	28
Figura 3 <i>Planta arquitectónica del primer nivel</i>	46
Figura 4 <i>Planta arquitectónica de pisos típicos del segundo y tercer nivel</i>	47
Figura 5 <i>Plano de arquitectura inicial del 1er piso</i>	50
Figura 6 <i>Plano de arquitectura inicial del 2do y 3er piso</i>	51
Figura 7 <i>Estructuración de la cimentación</i>	52
Figura 8 <i>Estructuración del techo del 1er y 2do piso</i>	53
Figura 9 <i>Plano de arquitectura final del 1er piso</i>	54
Figura 10 <i>Plano de arquitectura final del 2do y 3er piso</i>	55
Figura 11 <i>Sección de columnas de confinamiento según la norma E070 del 2006</i>	60
Figura 12 <i>Sección de columnas de confinamiento según la norma propuesta del 2019</i>	61
Figura 13 <i>Plano de sección de elementos verticales y muros en plano en planta</i>	62
Figura 14 <i>Vista en planta del modelo estructural de techo para el análisis del 1er, 2do techo y azotea</i>	66
Figura 15 <i>Vista 3D de modelo estructural para el análisis</i>	67
Figura 16 <i>Modos fundamentales de vibración</i>	69
Figura 17 <i>Espectro de pseudo aceleraciones en la dirección X-X</i>	70
Figura 18 <i>Espectro de pseudo aceleraciones en la dirección Y-Y</i>	71
Figura 19 <i>Ubicación de muros de albañilería confinada y columnas de confinamiento</i>	85
Figura 20 <i>Diagrama de momento flector envolvente (tn-m)</i>	116
Figura 21 <i>Diagrama fuerza cortante envolvente (tn)</i>	117

Figura 22 <i>Diagrama fuerza axial envolvente (tn)</i>	118
Figura 23 <i>Sección de viga típica</i>	118
Figura 24 <i>Acero por flexión en vigas de muros estructurales</i>	119
Figura 25 <i>Área de acero en vigas del 1er piso</i>	122
Figura 26 <i>Área de acero en vigas del 2do piso</i>	123
Figura 27 <i>Área de acero en vigas del 3er piso</i>	124
Figura 28 <i>Acero por corte en vigas de muros estructurales</i>	125
Figura 29 <i>Sección típica de losa aligerada</i>	127
Figura 30 <i>Sección típica de viguetas para el cálculo de refuerzo</i>	127
Figura 31 <i>Área de acero y diagrama de fuerza cortante último en vigueta</i>	128
Figura 32 <i>Diagrama de interacción de la columna C-4 para el sismo Y</i>	130
Figura 33 <i>Acero por corte en columnas de muros estructurales</i>	131
Figura 34 <i>Diagrama de interacción de momento nominal de la columna C-4 para el sismo Y</i>	133
Figura 35 <i>Sección y área de acero en columnas</i>	135
Figura 36 <i>Ubicación de las columnas C-2 y C-4</i>	135
Figura 37 <i>Relación demanda / capacidad</i>	136
Figura 38 <i>Diagrama de interacción de la placa PL-1 para el sismo X</i>	138
Figura 39 <i>Sección y área de acero en placa</i>	138
Figura 40 <i>Relación demanda / capacidad</i>	139
Figura 41 <i>Diagrama de interacción de momento nominal de la columna C-4 para el sismo Y</i>	141
Figura 42 <i>Detalle de corte de escalera</i>	142
Figura 43 <i>Modelo estructural de carga última en escalera</i>	144
Figura 44 <i>Modelo estructural de cimentación</i>	147

Figura 45 <i>Presión 1 sobre el terreno</i>	148
Figura 46 <i>Presión 2 sobre el terreno</i>	149
Figura 47 <i>Presión 3 sobre el terreno</i>	150
Figura 48 <i>Presión 4 sobre el terreno</i>	151
Figura 49 <i>Presión 5 sobre el terreno</i>	152

RESUMEN

El presente informe de trabajo tiene como **objetivo**: Determinar como la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en la respuesta estructural de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima 2022. **El alcance**: De la investigación es correlacional, la población para el presente informe de trabajo está constituida por las edificaciones multifamiliares construidas de albañilería confinada y la muestra corresponde al diseño de una edificación multifamiliar de albañilería confinada de 3 pisos, los principales **resultados**: Fueron que los desplazamientos relativos no presentan variación, la fuerza cortante mínima presenta una variación del 2%, la fuerza cortante última y el momento flector último presenta una variación del 3% producto de la aplicando de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 y finalmente se **concluye**: Que mediante la aplicación de la norma E070 del 2006 y la norma propuesta del 2019 no tienen influencia significativa en la respuesta estructural de la edificación en estudio.

Palabras clave: Respuesta estructural, Norma E070, Albañilería confinada

ABSTRACT

The present work aims to determine how the application of the 2006 E070 standard and the 2019 proposal influences the structural response of a multifamily building in the district of San Miguel, Lima, Lima, 2022. The type of research is explanatory. The population for the present work is constituted by the multifamily buildings constructed of confined masonry and the sample corresponds to the design of a 3-story confined masonry multifamily building, the main results were: that the relative displacements are similar, the minimum shear force presents a variation of 2%, likewise the ultimate shear force and the ultimate bending moment present a variation of 3%, product of applying the E070 standard of 2006 and the 2019 proposal, finally it is concluded that by applying the E070 standard of 2006 and the proposed standard of 2019 do not have significant influence on the structural response of the building under study.

Keywords: Structural response, Standard E070, Confined masonry, Confined brickwork.

I. INTRODUCCIÓN

Debido a la demanda de la construcción de viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Lima producto del crecimiento poblacional es importante contar con viviendas seguras ante eventos sísmicos, por tal motivo la importancia de contar con información acerca de diseño de viviendas de albañilería confinada en nuestro país sobre todo en la ciudad de Lima.

El presente informe de trabajo “RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA APLICACIÓN DE LA NORMA E070 DEL 2006 Y LA PROPUESTA DEL 2019 EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR, EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL, LIMA 2022” está centrado en el análisis y diseño estructural de una vivienda multifamiliar con la norma E070 y la propuesta del 2019 a fin de tener una comparativa entre las normas que nos permita identificar la mejora en la respuesta estructural de las viviendas ante un evento sísmico y así poder ver las mejoras que presenta la norma propuesta del 2019 respecto a la norma E070 del 2006.

1.1. Trayectoria del autor

El año 2018 egresé de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

Empecé con las prácticas profesionales a partir del 4to año de la universidad como asistente en el de control y seguimiento del proceso constructivo de edificaciones.

Como egresado inicié mis labores a finales del 2018 como Ingeniero Asistente del Ingeniero Residente en la Empresa TENSORCORP INGENIEROS SAC. Empresa dentro del sector de ACTIVIDADES DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA Y ACTIVIDADES CONEXAS DE CONSULTORÍA TÉCNICA.

A partir de mayo del 2019 continué trabajando con la misma empresa (TENSORCORP INGENIEROS SAC) como asistente en diseños estructurales de viviendas unifamiliares y multifamiliares, en la elaboración de planos, metrados, análisis de costos y presupuestos de obra. Este cargo lo realice hasta julio del 2022.

Actualmente me desempeño como revisor de metrados, costos, presupuesto y programación de obra de proyectos educativos dentro del PROGRAMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – PRONIED, entidad Pública adscrita al Ministerio de Educación.

1.2. Descripción de la empresa

TENSORCORP INGENIEROS SAC, es una empresa peruana dentro del sector Actividades de Arquitectura e Ingeniería y Actividades conexas de Consultoría Técnica, inicia sus actividades a partir de octubre del año 2016.

La misión de la empresa es desarrollar proyectos dentro de la industria de la construcción y en proyectos inmobiliarios a gran escala mediante la aplicación de nuevos conocimientos y las nuevas tecnologías y así brindar un nivel de servicio de calidad a sus clientes dentro del plazo.

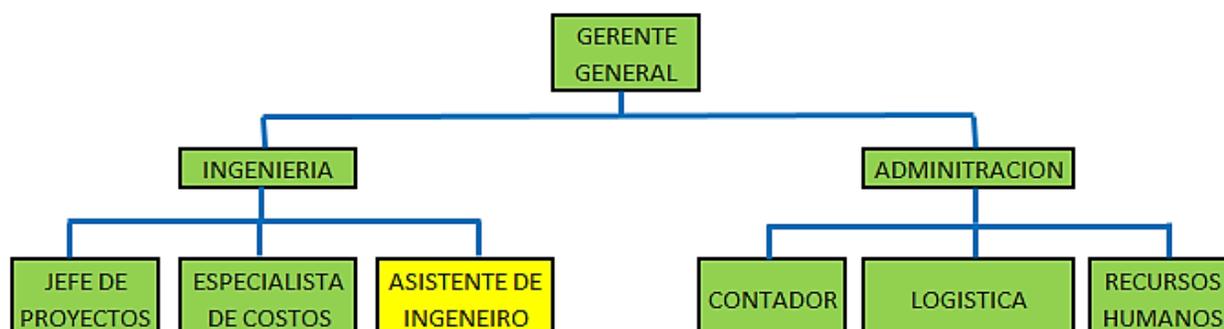
La visión es ser una de las principales empresas dentro de la industria de la construcción que pueda ser reconocida como la mejor dentro del ámbito nacional e internacional.

1.3. Organigrama de la empresa

En la Figura 1 se muestra el organigrama de la empresa TENSORCORP INGENIEROS SAC.

Figura 1

Organigrama de la empresa TENSORCORP INGENIEROS SAC



Nota. Elaboración propia.

1.4. Áreas y funciones desempeñadas

He laborado aproximadamente 3 años en la empresa TENSORCORP INGENIEROS SAC desempeñándome como ingeniero asistente del ingeniero residente y asistente del ingeniero estructural. Las funciones específicas desempeñadas son las siguientes:

- Elaboración de metrados, costos y presupuestos.
- Elaboración de cronograma de obra.

- Elaboración del cronograma y plan de trabajo semanal.
- Elaboración de valorizaciones semanales.
- Elaboración de informes semanales de avance de obra.
- Cotización de materiales.
- Elaboración de planos.
- Apoyo en diseños estructurales de viviendas.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

2.1. Planteamiento del problema

2.1.1. Descripción del problema

La albañilería confinada es uno de los materiales ampliamente empleada en la construcción de viviendas en nuestro país y esto se ha ido incrementando con el pasar de los años producto a factores como la densificación poblacional en las principales ciudades del país, tal es así que muchas edificaciones han sido construidas sin ningún tipo de consideraciones técnicas. Así mismo cabe mencionar que la norma E070 está en una etapa de actualización y este último presenta cambios para el análisis y diseño de viviendas de albañilería confinada respecto a la norma E070 2006, por lo que también se ha considerado importante realizar estudios comparativos con ambas versiones de la norma E070 a fin de verificar la influencia que tiene cada una de ellas en la respuesta estructural, tal como lo comentan Ramos y Vicente (2020), que indican que la aplicación de la propuesta del 2019 es más confiable que la aplicación de la norma E070 del 2006.

Por lo expuesto es importante realizar estudios a fin de dar alternativas de solución referente al análisis y diseño de viviendas de albañilería confinada y así disminuir construcciones sin ninguna consideración técnica, así mismo, es importante tener un estudio comparativo de la respuesta estructural de una vivienda de albañilería confinada empleando la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 a fin de comparar la influencia en la respuesta estructural y ver la diferencia que presenta cada versión de esta norma.

Ante esta situación el principal objetivo del presente proyecto consiste en determinar como la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en la respuesta estructural de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima, 2022.

2.2. Formulación del problema

2.2.1. Problema general

- ¿Cómo la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en la respuesta estructural de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima - 2022?

2.2.2. Problema específico

- ¿De qué manera la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en el desplazamiento relativo de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima - 2022?
- ¿De qué manera la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en la fuerza cortante mínima de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima - 2022?
- ¿De qué manera la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en la fuerza cortante última de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima - 2022?
- ¿De qué manera la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en el momento flector último de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima - 2022?

2.3. Antecedentes

2.3.1. Antecedentes nacionales

Ramos y Vicente (2020) en su proyecto de tesis “*Análisis y Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de Albañilería Confinada, Aplicando la NTP E070 Vigente y la Propuesta de Modificación, en el Distrito de Ciudad Nueva, Tacna, 2019*”. Tuvieron como objetivo realizar

el análisis y diseño estructural de un edificio multifamiliar de albañilería confinada, aplicando la NTP E070 vigente y la propuesta de modificación en el distrito de Ciudad Nueva, Tacna, 2019. Su proyecto de tesis fue una investigación de tipo descriptivo, la población son edificios de uso vivienda de albañilería confinada en la ciudad de Tacna y la muestra fue un edificio de cuatro pisos más azotea de albañilería confinada ubicada en el distrito Ciudad Nueva. Como resultado de la investigación, lograron determinar que empleando la propuesta de norma es más conservador en los diseños de columnetas y en cuanto al diseño de los alféizer lograron determinar que su diseño es más económico aplicando la propuesta de norma respecto al empleo de la norma vigente. Su estudio concluyó que, para el diseño de refuerzos longitudinales de las columnetas de los alféizer de los baños, se obtiene refuerzos de 2Ø8 mm aplicando la norma vigente y se obtiene refuerzos de 2Ø1/4” aplicando la propuesta de norma; además concluyeron que la aplicación de la propuesta de norma es más confiable que la aplicación de la norma vigente. La importancia de esta tesis como aporte al presente trabajo fue como se desarrolla la secuencia del diseño de muros de albañilería confinada mediante la aplicación de la norma E070 vigente y la propuesta de modificación.

Carrasco y Villanueva (2019) en su proyecto de tesis “*Modelado Estructural y Diseño Sísmico de una Edificación de Albañilería Confinada de 3, 4 y 5 Niveles para la Ciudad de Jaén*”. Tuvieron como objetivo realizar el modelado estructural y diseño sísmico de una edificación de albañilería confinada de 3, 4 y 5 niveles para la ciudad de Jaén. El presente proyecto de tesis fue una investigación de tipo descriptivo, la población y muestra del proyecto fueron tres edificios típicos de la ciudad de Jaén diseñados aplicando las normas técnicas peruanas. Como resultado de la investigación, se ha logrado obtener dimensiones óptimas de los elementos estructurales con refuerzos de cuantías mínimas. Este estudio concluyó que las viviendas típicas de 3, 4 y 5 niveles

cuentan con el modelado y diseño estructural adecuado, las cuales finalmente servirán de referencia para las construcciones en la ciudad de Jaén. La importancia de esta tesis como aporte al presente trabajo fue como realizar el modelamiento estructural y el diseño de muros de albañilería confinada.

Para Gonzales y San Bartolomé (1994) en su artículo de investigación “*Estudio de la conexión columna-albañilería en muros confinados diseñados a la rotura*”. Tuvieron como objetivo estudiar el efecto de la conexión que existe entre la albañilería y las columnas sobre el comportamiento sísmico de los muros confinados. El presente artículo fue una investigación de tipo experimental, la población y muestra del artículo fueron 2 muros de 2.30x2.40x0.13. Como resultado de la investigación, lograron demostrar que las conexiones a ras entre la albañilería y columna son similares al resultado de un muro con conexiones dentadas. El presente artículo concluyó que las conexiones a ras o dentado son efectivas de arriostre ante cargas perpendiculares al plano y resisten aceleraciones de hasta 1.4g. La importancia del artículo para el presente trabajo fue considerar los tipos de conexión entre las columnas de confinamiento y los muros de albañilería confinada.

2.3.2. Antecedentes internacionales

Para Arias (2005) en su proyecto de tesis “*Ensayo en Mesa Vibradora de un modelo a Escala 1:2 de Edificio de Mampostería Confinada de Tres Niveles*”. Tuvo como objetivo fundamental de obtener datos necesarios que permitan evaluar la seguridad sísmica de viviendas de diferentes niveles, cuantificar los niveles de reducción (por ductilidad y sobrerresistencia), los desplazamientos y las resistencias de diseño y compararlos con los valores de la norma vigente, proponer modificaciones a la norma para adecuar el diseño de la vivienda al peligro sísmico de la zona de construcción y proponer una metodología de diseño basado en los desplazamientos que

una estructura es capaz de absorber para diferentes niveles de desempeño (estados límite). El proyecto de tesis fue una investigación de tipo experimental, cuya población de estudio son las viviendas de albañilería confinada construidas con defectos y la muestra para esta investigación fue un espécimen de 3 niveles a escala 1:2. Como resultado de la investigación, se logró demostrar que el comportamiento de viviendas de mampostería confinada resultan a fallar por su fragilidad ante eventos sísmicos, los mismos que son expresados en propagación del daño, resistencia, rigidez, capacidad de deformación y disipación de energía. El presente estudio concluyó que el modelo de similitud simple empleado para el estudio del espécimen ensayado, demostró ser una técnica adecuada para modelar el comportamiento de las estructuras de mampostería confinada ante excitaciones dinámicas, presentando ventajas en comparación con los modelos de similitud completa. La importancia de su tesis como aporte al presente trabajo fue conocer la respuesta que tienen los muros de mampostería ante eventos sísmicos.

Para Páez (2006) en su artículo de investigación “*Comportamiento de la mampostería bajo esfuerzos cortante debido a efectos sísmicos*”, tuvo como objetivo evaluar la incidencia tanto de las unidades mampuestas como del espesor de junta, en el comportamiento de la mampostería no reforzada. El presente artículo de investigación fue una investigación de tipo experimental, la población y muestra del artículo fueron 16 muros de 1.20m de longitud y 1.20m de altura. Como resultado de la investigación, se ha visto que la resistencia al corte es influenciada por la rugosidad de los ladrillos ya que permite una mayor adherencia entre el mortero y el ladrillo, así mismo el espesor de la junta vertical en los muros tuvo una incidencia en la resistencia casi en doble con respecto a aquellos muros sin junta vertical y respecto a las distorsiones angulares obtenidos resultaron por debajo de la norma. El presente artículo concluyó que los muros de ladrillo chircal y de bloque resultan que a medida que las juntas horizontales aumentan, también aumenta la

resistencia al corte, sin embargo, aquellos muros de ladrillo prensado a medida que el espesor aumenta, la resistencia a corte disminuye. La importancia del artículo como aporte al presente trabajo fue conocer como el espesor de la junta influye en los resultados de muros de mampostería las cuales se tienen que considerar al momento del diseño.

Para Pérez y Manzano (2013) en su artículo de investigación “*Efecto del momento flexionante en la fuerza cortante que produce el agrietamiento por tensión diagonal en muros de mampostería confinada*”. Tuvieron como objetivo determinar que el agrietamiento por tensión diagonal se produce para un desplazamiento relativo del muro. El presente artículo de investigación fue una investigación de tipo experimental, la población y muestra del artículo son 2 muros de mampostería confinada a escala natural. Como resultado de la investigación, se encontró una reducción de la fuerza cortante que generó el agrietamiento debido al tensión diagonal. El presente artículo concluyó que la fuerza que genera el agrietamiento presenta una disminución en presencia del momento flexionante, así mismo la degradación de la rigidez y la disipación de energía muestran que el daño es más severo cuando las distorsiones son generadas por la fuerza lateral que generados por flexión y cortante. La importancia del artículo para el presente trabajo fue saber cómo influye el momento flexionante en la fuerza cortante que genera el agrietamiento diagonal en muros de albañilería confinada.

2.4.Objetivos

2.4.1. Objetivo general

- Determinar como la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en la respuesta estructural de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima - 2022.

2.4.2. *Objetivo específico*

- Analizar como la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en el desplazamiento relativo de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima – 2022.
- Analizar como la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en la fuerza cortante mínima de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima – 2022.
- Analizar como la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en la fuerza cortante última de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima - 2022.
- Analizar como la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en el momento flector último de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima - 2022.

2.5. Justificación

La necesidad de que las viviendas de albañilería confinada sean habitables y confiables después de un evento sísmico en la ciudad de Lima es casi una quimera por la manera de cómo han sido construidas, investigaciones realizadas en diferentes distritos de Lima muestran que viviendas construidas informalmente presentan una mala calidad estructural y por ende estas edificaciones no tendrían una buena respuesta estructural ante los sismos, teniendo como resultado un colapso total del mismo. (Mosqueira y Tarque, 2005)

Por tal motivo muchas normas, así como la norma de diseño de albañilería confinada (E070, 2006) se han actualizado con la finalidad de mejorar el análisis sísmico y diseño estructural

de viviendas de albañilería confinada, es decir, que los resultados obtenidos contribuyan en la disminución de los riesgos sísmicos de las viviendas.

Cabe mencionar que la norma E070 propuesta del 2019 respecto a la norma E070 del 2006 presenta cambios para el análisis y diseño de las viviendas de albañilería confinada como, por ejemplo los cambios más relevantes tenemos que para determinar el espesor del muro para la norma E070 propuesta del 2019 ya no depende de las zonas sísmica como si se consideraba en la norma E070 del 2006, para la norma E070 propuesta del 2019 el peralte mínimo de la columna de confinamiento es de 25cm, sin embargo, para la norma E070 del 2006 el peralte es de 15cm, para el cálculo de la densidad de muros la norma E070 propuesta del 2019 respecto a la norma E070 del 2006 considera una variable donde este último depende del tipo de ladrillo si el ladrillo es artesanal o industrial, así mismo para determinar el factor de resistencia al corte en la norma E070 propuesta del 2019 solo depende de la longitud del muro y de la altura de entre piso del muro, sin embargo, en la norma E070 del 2006 dependía de la fuerza cortante, del momento flector ambos obtenido del análisis elástico y de la longitud del muro.

De lo expuesto en el párrafo anterior, existe una necesidad de determinar la respuesta estructural de una edificación multifamiliar de albañilería confinada producto de la aplicación de la norma de albañilería confinada E070 del 2006 y la propuesta del 2019 en el distrito de San Miguel, Lima.

Por ello en el presente informe de trabajo se propone determinar como la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en la respuesta estructural de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima - 2022, en donde se espera que con la aplicación de la propuesta de la norma E070 del 2019 se obtenga resultados óptimos que con los obtenidos aplicando la norma E070 del 2006 para una misma estructura.

Entonces, para determinar la respuesta estructural, se propone determinar cómo influye la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 en el análisis y diseño estructural de una edificación multifamiliar.

2.6. Hipótesis

2.6.1. *Hipótesis general*

- La aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye significativamente en la respuesta estructural de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima - 2022.

2.6.2. *Hipótesis específicas*

- La aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye significativamente en el desplazamiento relativo de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima – 2022.
- La aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye significativamente en la fuerza cortante mínima de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima, 2022.
- La aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye significativamente en la fuerza cortante última de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima - 2022.
- La aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye significativamente en el momento flector último de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima – 2022.

2.7. Marco teórico

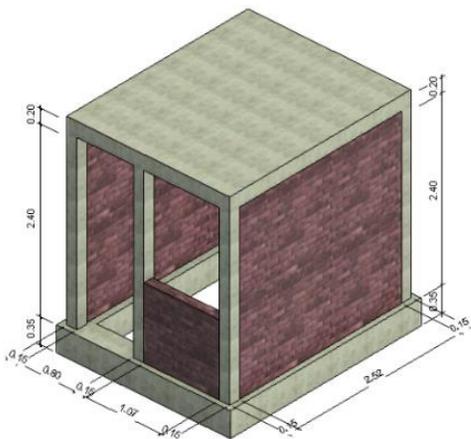
2.7.1. *Conceptos generales y definiciones.*

2.7.1.1. Albañilería o mampostería. Tal como lo define el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS, 2006) en su norma E070 es un componente estructural la cual tiene agrupada a las unidades de albañilería conjunto con mortero u otros elementos como concreto líquido.

2.7.1.2. Albañilería confinada. Como menciona el MVCS (2006) en su norma E 070, La construcción está reforzada con estructuras de concreto armado en todo su perímetro, vaciadas tras la construcción del edificio. La cimentación se considera como confinamiento para los muros del primer nivel.

Figura 2

Muro de albañilería confinada



Nota. Elaboración propia.

2.7.1.3. Ladrillo. De acuerdo con el MVCS (2006) en su norma E070 un ladrillo es un objeto que se usa en la construcción para realizar muros, paredes, etc. Además, su tamaño y peso es práctico porque permiten el fácil uso para los constructores.

2.7.1.4. Resistencia de prismas de albañilería. De acuerdo con el MVCS (2006) en su norma E070 la resistencia de la albañilería a compresión axial ($f'm$) y a corte ($V'm$) se halla de manera empírica acorde a la **Tabla 1**, o mediante ensayos de prismas (acorde a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se ubique).

Tabla 1

Método para determinar resistencia a compresión axial y a corte de la albañilería

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS		
ZONA	3	2	1	3	2	1	3	2	1
($f'm$)	A	A	A	B	B	A	B	B	B
($v'm$)	A	A	A	B	A	A	B	B	A

Nota. A: Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero. B: Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio. Adaptado de “Método para determinar $f'm$ y $v'm$ ” (p. 25), por Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, 2006, Norma E.070 Albañilería.

Para el caso de las resistencias de la albañilería se toma acorde a los parámetros que menciona el MVCS (2006) en su norma E070 tal como se muestra en la **Tabla 2**.

Tabla 2

Resistencia característica de la albañilería Mpa (kg/cm²)

Materia prima	Denominación	Unidad $f'b$	Pilas $f'm$	Muretes $v'm$
Arcilla	King Kong artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	King Kong industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rejilla industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)

Nota. Adaptado de “Resistencia característica de la albañilería Mpa (kg/cm²)” (p. 27), por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006, Norma E.070 Albañilería.

El valor de $f'm$ ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la **Tabla 3**.

Tabla 3

Factores de corrección de $f'm$ por esbeltez

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.9	0.95	0.98	1.00

Nota. Adaptado de “Factores de corrección de $f'm$ por esbeltez” (p. 27), por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006, Norma E.070 Albañilería.

2.7.1.5. Estructuración con diafragma rígido. De acuerdo con el MVCS (2006) en su norma E070 son estructuras en el que las losas de piso, techo y la cimentación funcionan como elementos que forman parte de los muros portantes y compagina sus desplazamientos laterales.

2.7.1.6. Muros portantes. Estos muros tienen que tener una sección transversal simétrica de acuerdo con el MVCS (2006) en su norma E070, además de tener una continuidad la cual es simétrica hasta la cimentación y su longitud es como mínimo 1.20m para poder resistir las fuerzas horizontales.

2.7.1.7. Requisitos estructurales mínimos. De acuerdo con el MVCS (2006) en su norma E070, se debe cumplir con los requisitos mínimos establecidos por dicha norma, los cuales son:

a. Espesor efectivo (t). El espesor efectivo de los muros será:

$$t \geq \frac{h}{20} \quad \text{Para las zonas sísmicas 2 y 3}$$

$$t \geq \frac{h}{25} \quad \text{Para las zonas sísmicas 1}$$

h: Altura libre entre elementos de arriostre horizontales

Cabe mencionar que en la norma propuesta E070 del 2019 el espesor efectivo solo se determina con la expresión $t \geq \frac{h}{20}$, independiente de la zona sísmica.

- b. **Esfuerzo axial máximo:** El esfuerzo axial máximo (σ_{max}) producido por la carga de gravedad máximo de servicio (P_m), incluyendo el 100% de sobrecarga, deberá ser inferior a:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 0.2f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15f'_m$$

Donde:

L: Longitud total del muro (incluyendo el peralte de las columnas para muros confinados). Cabe mencionar que en la norma propuesta E070 del 2019 se hace un reordenamiento de la formula a la siguiente forma:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} \leq 0.2f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right]$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} \leq 0.15f'_m$$

- c. **Densidad mínima de muros.** Acorde con el MVCS (2006) en su norma E070, la densidad mínima de muros portantes a reforzar en cada dirección se obtiene según la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}, \dots\dots\dots E070 2006$$

$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{K}, \dots\dots\dots \text{Propuesta 2019}$$

Donde:

L: longitud total del muro (incluyendo columnas, si existen)

t: espesor efectivo del muro

Ap: área en planta

K: 40 para ladrillos artesanales y 60 para ladrillos industriales

N: número de pisos

Z: factor de zona

U: factor de uso o importancia

S: factor de amplificación del suelo

2.7.1.8. Predimensionamiento de losas aligerada y elementos de confinamiento.

Losa aligerada en una dirección: El espesor de la losa aligerada se determinará según la **Tabla 4**.

Tabla 4

Espesor o peralte mínimo “h” para vigas y losas

	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soportan o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes			
Losas macizas en una dirección	$\frac{l}{20}$	$\frac{l}{24}$	$\frac{l}{28}$	$\frac{l}{10}$
Viga o losa nervada en una dirección	$\frac{l}{16}$	$\frac{l}{18.5}$	$\frac{l}{21}$	$\frac{l}{8}$

Nota. Adaptado de “*Peraltes o espesores mínimos de vigas no presforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones*” (p. 55), por Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, 2009, Norma Técnica De Edificación - E.060 Concreto Armado.

a. Elementos de confinamientos:

- La columna de confinamiento tendrá un espesor mínimo igual al espesor efectivo del muro y el peralte mínimo será de 15cm.
- La viga solera tendrá un espesor mínimo igual al espesor efectivo del muro y el peralte mínimo será igual al espesor de la losa de techo.

Cabe mencionar que en la norma propuesta E070 del 2019 respecto al peralte de la columna se actualiza a 25cm mientras la viga solera no ha tenido cambios.

2.7.1.9. Consideraciones sísmicas. El análisis dinámico, las consideraciones tomadas son mediante movimiento de superposición espectral, basados en periodos y modos de vibración que se determinan mediante un procedimiento de análisis de la rigidez y distribución de masas de la estructura. Además, los parámetros de dicha norma son:

- **Zonificación (Z).** El MVCS (2018) en su norma E030 asigna un factor “Z” a las 4 zonas del territorio nacional. Se determina según la **Tabla 5**.

Tabla 5

Factores de zona “Z”

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Nota. Adaptado de “*Factores de zona Z*” (p. 05), por Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, 2018, Norma Técnica De Edificación - E.030 Diseño Sismorresistente.

- **Parámetros del suelo (S).** El MVCS (2018) en su norma E030 comenta que la clasificación de los perfiles de suelo está en función a sus propiedades mecánicas, espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Se determina según la **Tabla 6**.

Tabla 6*Factores de suelo “S”*

SUELO ZONA	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Nota. Adaptado de “Factores de suelo S” (p. 07), por Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, 2018, Norma Técnica De Edificación - E.030 Diseño Sismorresistente.

- **Factor de amplificación sísmica (C).** Como menciona el MVCS (2018) en su norma E030, los factores de amplificación sísmica se definen de acuerdo con las características de sitio los cuales son:

$$C = 2.5; T \leq T_p, \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right); T_p < T < T1, \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p \cdot T1}{T^2} \right); T > T1$$

- **Categoría de la edificación (U).** El MVCS (2018) en su norma E030, Realiza la clasificación de las edificaciones según los factores de uso o importancia. Se determina según la **Tabla 7**.

CATEGORIA	DESCRIPCION	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado. 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

Nota. Adaptado de “*Categorías de las edificaciones y factores de uso o importancia*” (p. 07), por Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, 2018, Norma Técnica De Edificación - E.030 Diseño Sismorresistente.

- **Sistema estructural (R).** El MVCS (2018) en su norma E030 define según los materiales empleados y el sistema de estructuración sismorresistente predominante en cada dirección. Se determina según **Tabla 8.**

Tabla 8*Sistemas estructurales*

Sistema Estructural	Coefficiente básico de reducción (R_o)
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

Nota. (*) 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. Adaptado de “*Sistemas estructurales*” (p. 09), por Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, 2018, Norma Técnica de Edificación - E.030 Diseño Sismorresistente.

2.7.1.10. Modelo estructural: Para el MVCS (2006) en su norma E070, el comportamiento dinámico de la estructura se determina mediante modelos matemáticos que consideran el aporte de los elementos estructurales como vigas, columnas, placas y muros de albañilería para determinar la rigidez lateral en cada nivel de la estructura. Las fuerzas sísmicas

son fuerzas de tipo inerciales y proporcional a su peso, por tanto, es importante que se precise la cantidad y distribución de las masas en la estructura.

2.7.1.11. Análisis modal de la estructura. Para el MVCS (2006) en su norma E070 el análisis modal de la estructura permite determinar los modos de vibración y las frecuencias naturales de la estructura durante la vibración.

2.7.1.12. Análisis dinámico. Cabe mencionar que el MVCS (2006) en su norma E060 utiliza un análisis dinámico, en edificaciones convencionales, se realiza mediante combinaciones espectrales.

2.7.1.13. Diseño de muros de albañilería confinada: Para el MVCS (2006) en su norma E060, el diseño del muro de albañilería confinada para fuerzas coplanarias se debe suponer que los muros deben ser de sección rectangular (lxt), así mismo, para diseño por corte se considerará una sección rectangular despreciando la contribución de los muros transversales.

- a. Control de fisuración.** Para el MVCS (2006) en su norma E070, los muros no deben evitarse que presenten fisuras ante sismos moderados, para ello se debe verificar que en cada entrepiso debe cumplir con la siguiente expresión:

$$V_e \leq 0.55V_m$$

Donde:

V_e : Fuerza cortante producido por el sismo moderado

V_m : Fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería

- b. Resistencia al agrietamiento diagonal.** Cabe mencionar que el MVCS (2006) en su norma E070 la resistencia al corte de los muros se calculan en cada entrepiso mediante la siguiente expresión:

$$V_m = 0.5 V'_{m\alpha} tL + 0.23P_g$$

Donde:

$V'm$: resistencia característica al corte de la albañilería

P_g : carga gravitacional de servicio con sobrecarga reducida

t : espesor efectivo del muro

L : longitud total del muro

α : factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez

$$1/3 \leq \alpha = V_e L / M_e \leq 1.0$$

V_e, M_e : fuerza cortante y momento flector por sismo moderado

Para el caso de la norma propuesta del 2019 el factor de reducción se determina de la siguiente forma $1/3 \leq \alpha = L / (0.8H) \leq 1.0$

- c. Verificación de la resistencia al corte del edificio.** Cabe mencionar que el MVCS 2006) en su norma E070 considera que el edificio debe tener una adecuada resistencia y rigidez en cada entrepiso, para ello en cada dirección debe cumplir que la resistencia al corte sea mayor a la fuerza cortante producida por el sismo severo.

$$\Sigma V_m > V_E, \text{ donde: } V_E \text{ cortante de entrepiso ante sismo severo}$$

Es importante precisar que:

- La sumatoria de resistencia al corte (ΣV_m) solo incluye el aporte de muros confinados y de muros de concreto armado.
- En cualquier entrepiso, la resistencia global (ΣV_m) deberá ser mayor o igual a la fuerza cortante producida por el sismo severo (V_E). De no cumplirse esta expresión, deberá cambiarse en algunos muros la calidad de la albañilería, su espesor, o convertirlos en placas de concreto armado. Cuando se tenga exceso de resistencia ($\Sigma V_m > V_E$), se podrá dejar de confinar algunos muros internos.

- Cuando $\Sigma V_m > 3VE = R VE$, culmina el diseño y se coloca refuerzo mínimo. Esta expresión indica que todos los muros del edificio se comportarán elásticamente ante el sismo severo.

d. **Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros.** Cabe mencionar que el MVCS (2006) en su norma E070, considera que cuando la fuerza cortante por sismo severo sea mayor o igual a la resistencia al corte ($V_u \geq V_m$) o cuando el esfuerzo a compresión axial producido por la carga gravitacional ($\sigma_m = \frac{P_m}{L.t}$), sea mayor o igual a $0.05f'_m$, en estos casos, los muros de albañilería deberán llevar refuerzo horizontal continuo anclado a las columnas.

$$V_u = V_e(V_{m1}/V_{e1})$$

$$2.0 \leq V_{m1}/V_{e1} \leq 3.0$$

Donde:

V_u : fuerza cortante último ante sismo severo

En caso los muros requieran refuerzo horizontal y que tienen que estar anclados a las columnas, la cuantía a emplear será la siguiente $\rho = A_s / (s t) \geq 0.001$.

2.7.1.14. Diseño de columnas de confinamiento. Cabe mencionar que el MVCS (2006) en su norma E070, considera para el diseño de las columnas de confinamiento se tienen que considerar las fuerzas internas según la siguiente expresión:

- T: tracción en columna (kg)

$$\text{Extrema: } T = F - P_c - P_t$$

$$\text{interna: } T = V_m h/L - P_c - P_t$$

- C: compresión en columna (kg):

$$\text{Extrema: } T = P_c + F$$

$$\text{interna: } C = P_c - 1/2 V_m h/L$$

- V_c : cortante en columna (kg):

$$\text{Extrema: } V_c = 1.5V_m L_m / (L (N_c + 1)) \quad \text{interna: } V_c = V_m L_m / (L(N_c + 1))$$

Donde:

$M = \mu - 1/2 V_m h$ (kg-m): h altura del primer piso

$F = M/L$: fuerza axial producida por “ M ” en una columna extrema (kg)

N_c : número de columnas de confinamiento en el muro en análisis

L_m : longitud del paño mayor o $1/2L$, lo que sea mayor (en muros de un paño $L_m = L$)

$P_c = P_g / N_c$: carga axial producida por “ P_g ” en una columna (kg)

- a. Diseño por compresión.** Cabe mencionar que el MVCS (2006) en su norma E070, para el diseño por compresión se determinará el área del núcleo de la columna (A_n) y para calcular la sección transversal de la columna se tendrá que agregar el recubrimiento al área del núcleo. En caso la viga solera se descontinue, la columna tendrá un peralte necesario como para anclar el refuerzo longitudinal de la solera.

$$A_n = A_s + (C/f \emptyset - A_s f_y) / (0.85 \delta f'_c)$$

Donde:

$\emptyset = 0.70$ o 0.75 , según se utilice estribos cerrados o zunchos respectivamente

$\delta = 0.8$ para columnas sin muros transversales

$\delta = 1.0$ para columnas con muros transversales

- b. Diseño por corte fricción:** el área transversal de las columnas también debe soportar la acción de corte fricción las cuales se determina con la siguiente expresión:

$$A_{cf} = V_c / (0.2 f'_c \emptyset) \geq 15t$$

Donde:

$\emptyset = 0.85$

c. **Cálculo del refuerzo longitudinal de la columna.** El MVCS (2006) en su norma E070 los refuerzos longitudinales de las columnas tendrán que soportar acciones combinadas de corte-fricción y tracción. Así mismo, se deberán colocar como mínimo 4 refuerzos a fin de formar un núcleo confinado.

cabe precisar que el refuerzo longitudinal resulta de la suma del refuerzo requerido por corte-fricción y el refuerzo requerido por tracción, el cual se determina con la siguiente expresión.

$$A_s = (T + Vc/m) / (f_y \phi)$$

Donde:

$$\phi = 0.85$$

$m = 0.8, 1.0$ coeficiente de fricción, según juntas sin tratamiento y para juntas donde se ha eliminado las lechadas de cemento y estén rugosas.

d. **Cálculo de los estribos de confinamiento.** Cabe mencionar que el MVCS (2006) en su norma E070, en las columnas de confinamiento los estribos podrán ser cerrados con ganchos de 135° , estribos de $1 \frac{3}{4}$ de vuelta o zunchos con ganchos a 180° . También se debe considerar que, en los extremos de las columnas en una altura no menor de 45cm o $1.5d$ (debajo o encima de la solera, dintel o sobrecimiento), se debe colocar el menor espacio (s) entre estribos.

$$S_1 = A_v f_y / (0.3 t_n f'_c (A_c / A_n - 1))$$

$$S_2 = A_v f_y / (0.12 t_n f'_c)$$

$$S_3 = 1/4d \text{ o } 5\text{cm},$$

$$S_4 = 10\text{cm}$$

Donde:

d: peralte de la columna

tn: espesor del núcleo confinado

Av: suma de las áreas paralelas de los estribos

2.7.1.15. Diseño de vigas soleras. Cabe mencionar que el MVCS (2006) en su norma E070, la viga solera deberá soportar acciones de tracción pura (Ts) que se determina con la siguiente expresión

$$T_s = \frac{1}{2} V_u L_m / L$$

$$A_s = T_s / (\phi f_y), \phi = 0.9$$

En las vigas soleras se podrá colocar estribo mínimo: $\square \phi \frac{1}{4}"$, 1 @ 5, 4 @ 10, r @ 25 cm

2.7.2. Influencia del confinamiento en los modos de falla

De acuerdo con Zúñiga (2005) el comportamiento a esfuerzos de corte en muros de albañilería confinada, rodeado de columnas y vigas en todo su perímetro, los primeros agrietamientos que exhibe los muros son modificados por la presencia de los elementos de confinamiento (columnas y viga) hasta que el muro se agrieta, ya que la redistribución de esfuerzos que se da después del agrietamiento resulta en demandas importantes de cortante y flexión en los extremos de las columnas. Note que las funciones de las columnas en sistema dominados por corte no es la de proporcionar resistencia ante cargas laterales, sino la de dar capacidad de deformación al muro de albañilería confinada.

Además, Zúñiga (2005) comenta que antes de que ocurra el agrietamiento diagonal producto de los esfuerzos de tracción o compresión (efectos de corte), hay una posibilidad que en los extremos de los muros esbeltos se formen agrietamientos horizontales a causa de los esfuerzos de tracción generados por deformaciones de este tipo. Para esta situación, las columnas impiden

la propagación de las grietas horizontales, conllevando de esa manera a que los componentes de la albañilería tienden a fallar por corte.

2.8.Método

2.8.1. Tipo de investigación

Según el desarrollo del presente proyecto de estudio tiene un enfoque cuantitativo, ya que, con los resultados que se obtuvieron se realizará una comparación numérica de las variables, así mismo, tiene un alcance correlacional, ya que consiste en describir la respuesta estructural de una edificación de albañilería confinada producto de la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 y finalmente el diseño de investigación es experimental puesto que las variables independientes (norma E.070 del 2006 y la propuesta del 2019) pueden manipularse intencionalmente para ver los efectos en la variable dependiente (respuesta estructural).

2.8.2. Ámbito temporal y espacial

El presente trabajo se desarrolló en enero del año 2022 donde se inicia con la recolección de temas relacionados al diseño estructural de edificaciones multifamiliares de albañilería confinada aplicando la norma E070 y que posteriormente se realiza todos los procedimientos hasta terminar con el diseño estructural, culminándose en marzo del 2022, en cuanto al aspecto espacial esta se desarrolló en el distrito de San Miguel en la ciudad de Lima.

2.8.3. Variables

2.8.3.1. Variable dependiente.

- Respuesta estructural de una edificación multifamiliar.

2.8.3.1. Variable independiente.

- Aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019.

2.8.4. Población y muestra

2.8.4.1. Población. Población o universo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones (Roberto Hernández, 2014).

De acuerdo con el párrafo anterior la población para el presente trabajo está constituida por las edificaciones multifamiliares construidas de albañilería confinada en el distrito de San Miguel en la ciudad de Lima.

2.8.4.2. Muestra. La muestra es un subgrupo de la población o universo del cual se recolectan datos y que debe ser representativo de la población (Roberto Hernández, 2014).

La muestra no probabilística es un subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación (Roberto Hernández, 2014).

La muestra para el presente trabajo de acuerdo con el párrafo anterior es una muestra no probabilística, ya que el trabajo corresponde al estudio de la respuesta estructural de una edificación multifamiliar de albañilería confinada de 3 pisos ubicada en el distrito de San Miguel la cual es representativa de la población considerando que la mayoría de las edificaciones son de albañilería confinada en el distrito de San Miguel.

A. Generalidades del proyecto. El proyecto se construyó en un terreno de 90.00 m², con un área techada de 81.16 m² y un voladizo de 3.40 m², cuenta con dos áreas libres ubicados lateralmente de 4.84 m² y 4.00 m², ubicado en el distrito de San Miguel, región y provincia de Lima.

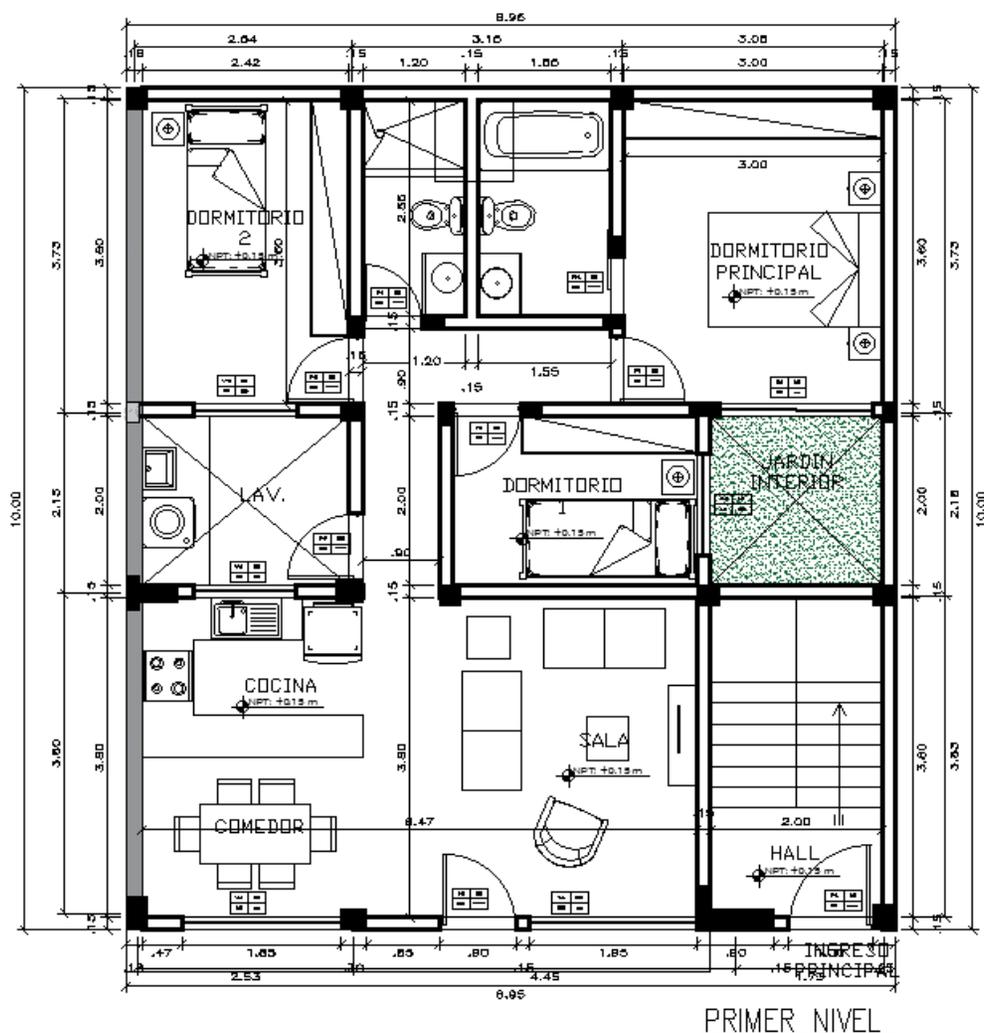
La vivienda de albañilería confinada fue proyectada a una vivienda multifamiliar de tres pisos más azotea, así como un techo de escalera.

B. Descripción de la arquitectura del proyecto. La vivienda de albañilería confinada se ha proyectado y diseñado para tres pisos, donde el primer piso es un departamento que consta de 3 habitaciones, una sala – comedor, cocina, servicio higiénico y una lavandería.

Los dos pisos siguientes son departamentos típicos que consta de 3 habitaciones, una sala – comedor, cocina, servicio higiénico y en la azotea se tiene un lavadero de uso común. La vivienda cuenta con una escalera independiente para el acceso a los departamentos de pisos superiores.

Figura 3

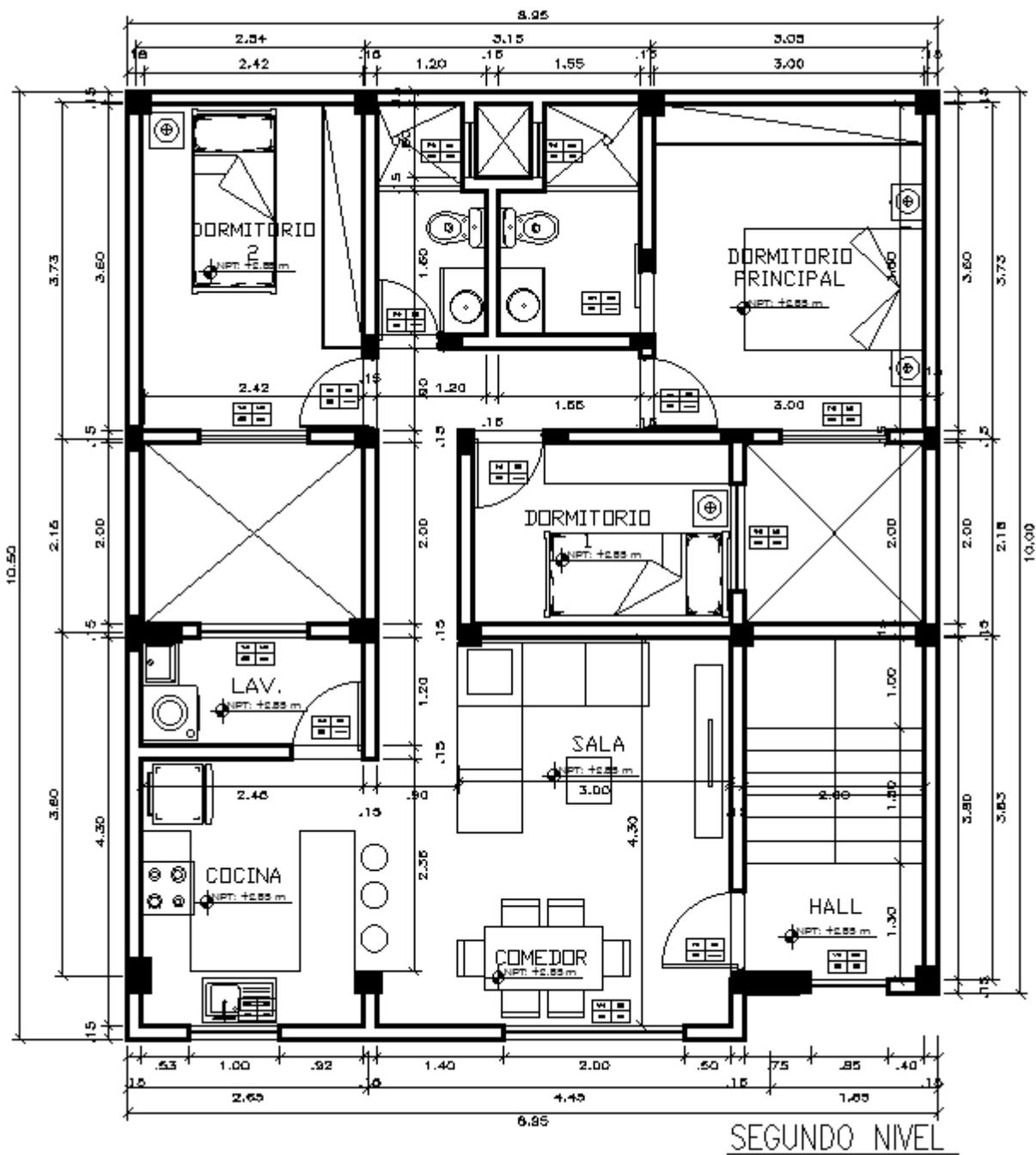
Planta arquitectónica del primer nivel



Nota. Elaboración propia.

Figura 4

Planta arquitectónica de pisos típicos del segundo y tercer nivel



Nota. Elaboración propia.

C. Normas empleadas. Para el análisis sísmico y diseño estructural de la vivienda de albañilería confinada se utiliza las siguientes normas peruanas:

- Norma E.020 “Cargas”
- Norma E.030 “Diseño Sismorresistente”
- Norma E.050 “Suelos y Cimentaciones”
- Norma E.060 “Concreto Armado”
- Norma E.070 “Albañilería 2003”
- Norma E.070 “Albañilería 2022”

D. Propiedades mecánicas de los materiales. El diseño de la vivienda de albañilería confinada se ha utilizado los siguientes materiales, cuyas propiedades mecánicas son:

➤ **Acero:**

- Esfuerzo de fluencia : $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad : $E_s = 2,000,000 \text{ kg/cm}^2$
- Deformación unitaria : $\epsilon_s = 0.0021$

➤ **Albañilería:**

- Resistencia a la compresión : $f'_m = 65 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia al corte : $v'_m = 8.1 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad ($E_m = 500f'_m$) : $E_m = 32,500 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de corte ($G_m = E_m/2(\mu_m + 1)$) : $G_m = 13,000 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de poisson : $\mu_m = 0.25$

➤ **Concreto:**

- Resistencia a la compresión : $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad ($E_c = 15,000\sqrt{f'_c}$) : $E_c = 217,370.65 \text{ kg/cm}^2$

- Módulo de corte ($G_c = E_c / 2(u_c + 1)$) : $G_c = 94,508.98 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de poisson : $u_c = 0.15$

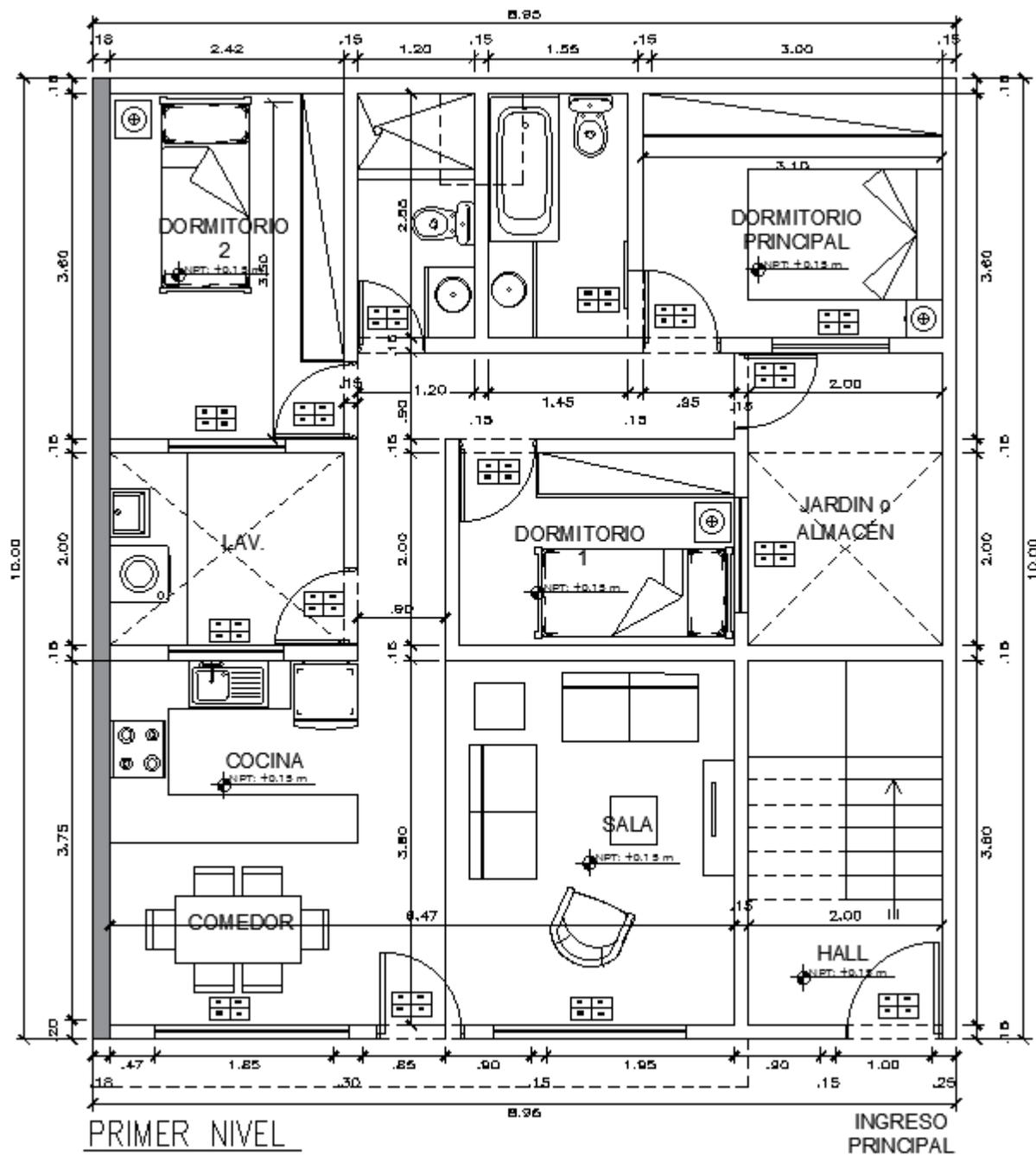
2.8.5. *Procedimientos*

2.8.5.1. **Estructuración.**

A. Criterios de estructuración. La estructuración para el presente trabajo fue desarrollada en base a la propuesta arquitectónica sobre la cual se ha trabajado con algunas modificaciones, este último consistió en añadir columnas y placas al plano de arquitectura que fue proporcionado por la arquitecta encargada del proyecto con la finalidad de que la edificación tenga una adecuada distribución de masa y rigidez como, por ejemplo, se buscó que la vivienda sea la más simétrica a fin de que no presente irregularidades en ninguna de las direcciones con las cuales la vivienda tenga un comportamiento seguro ante eventos sísmicos.

Figura 5

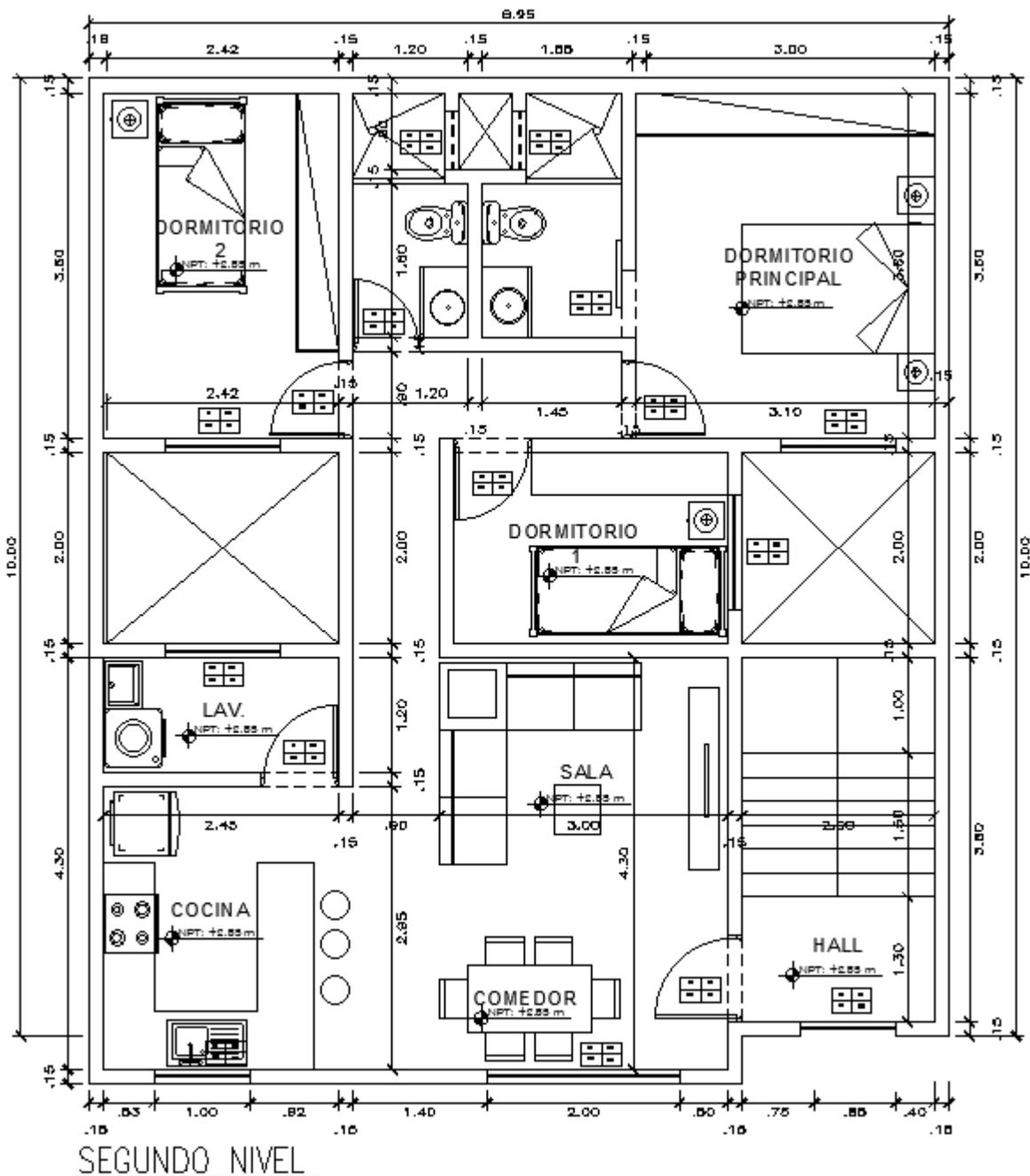
Plano de arquitectura inicial del 1er piso



Nota. Elaboración propia.

Figura 6

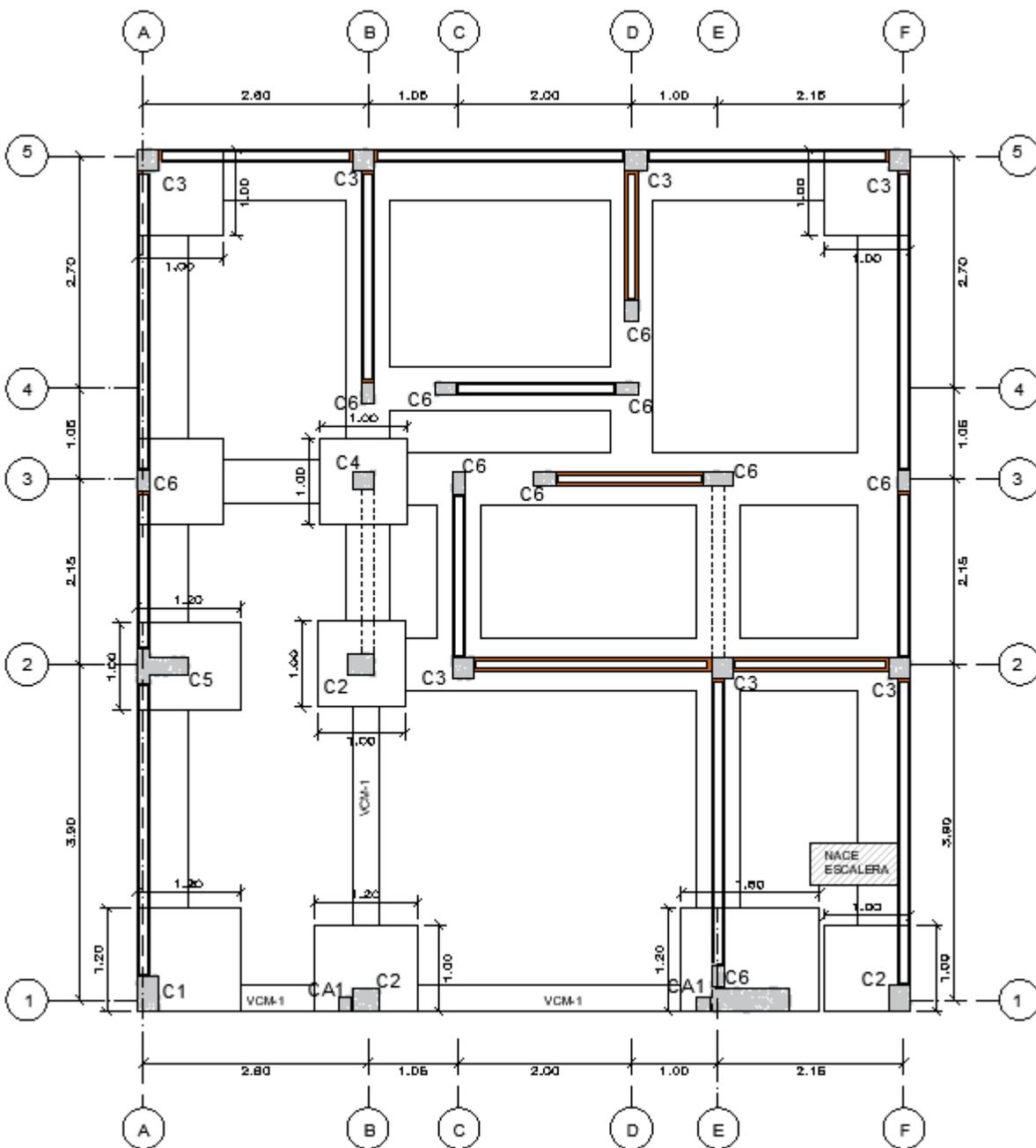
Plano de arquitectura inicial del 2do y 3er piso



Nota. Elaboración propia.

Figura 7

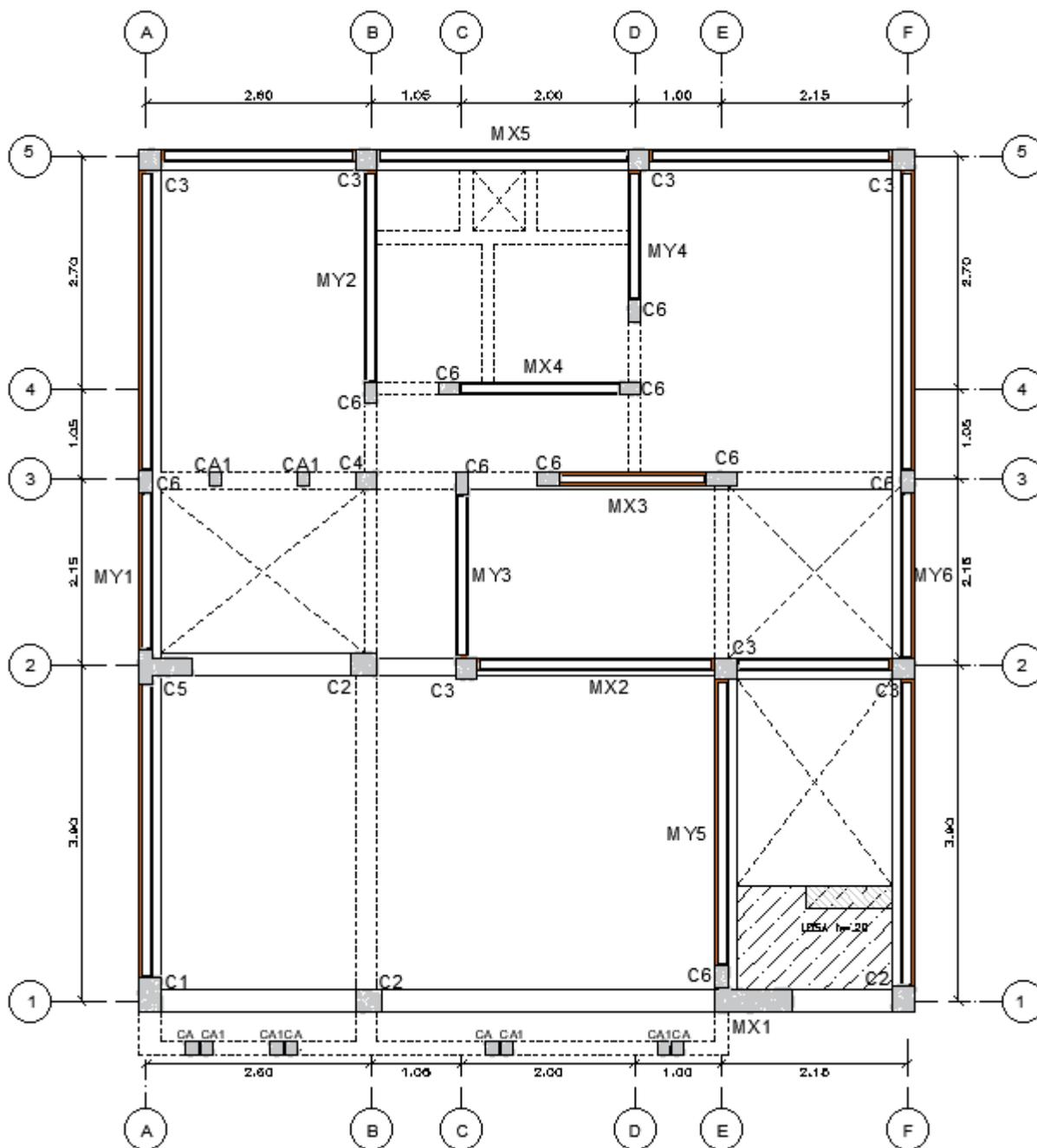
Estructuración de la cimentación



Nota. Elaboración propia.

Figura 8

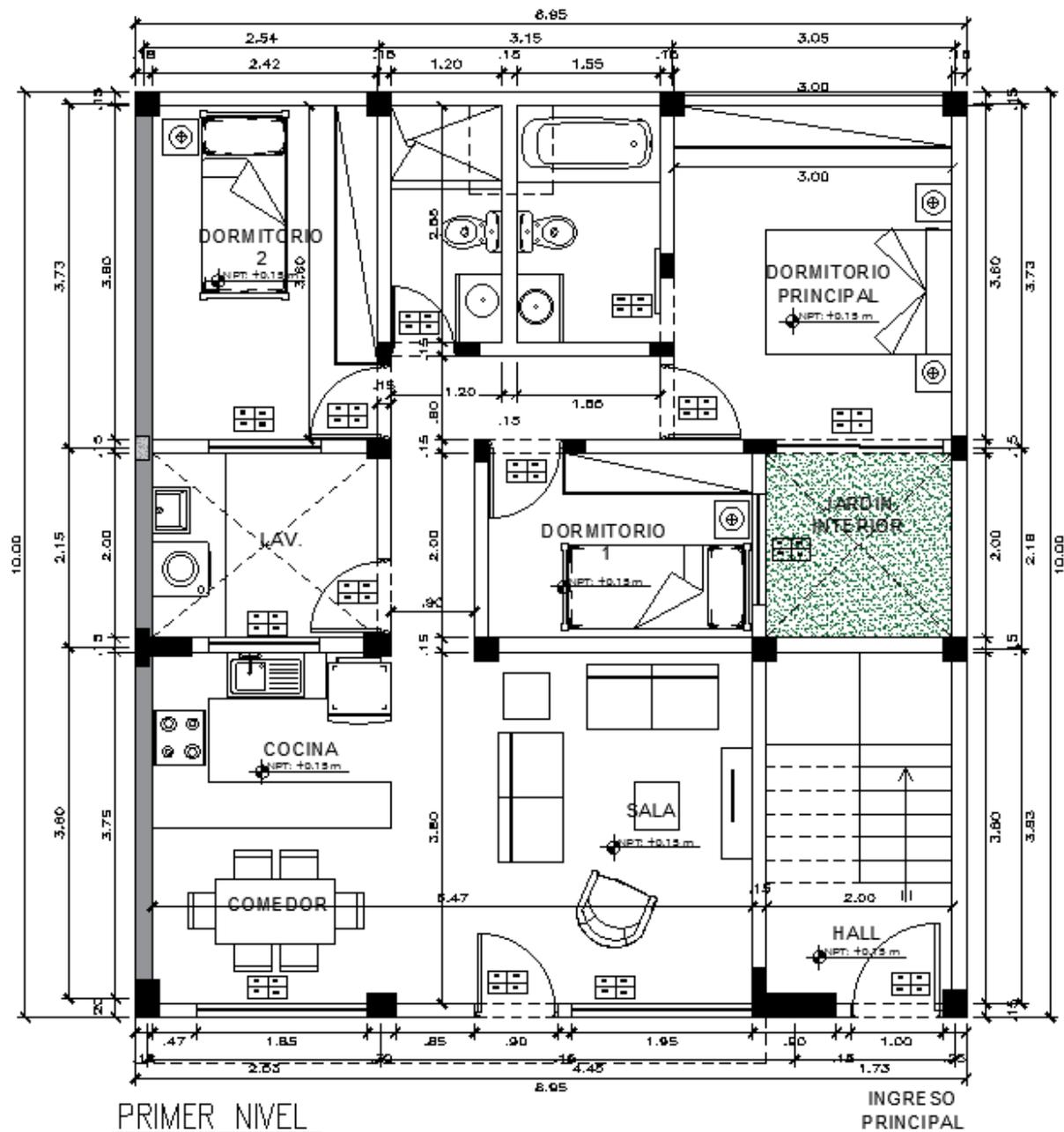
Estructuración del techo del 1er y 2do piso



Nota. Elaboración propia.

Figura 9

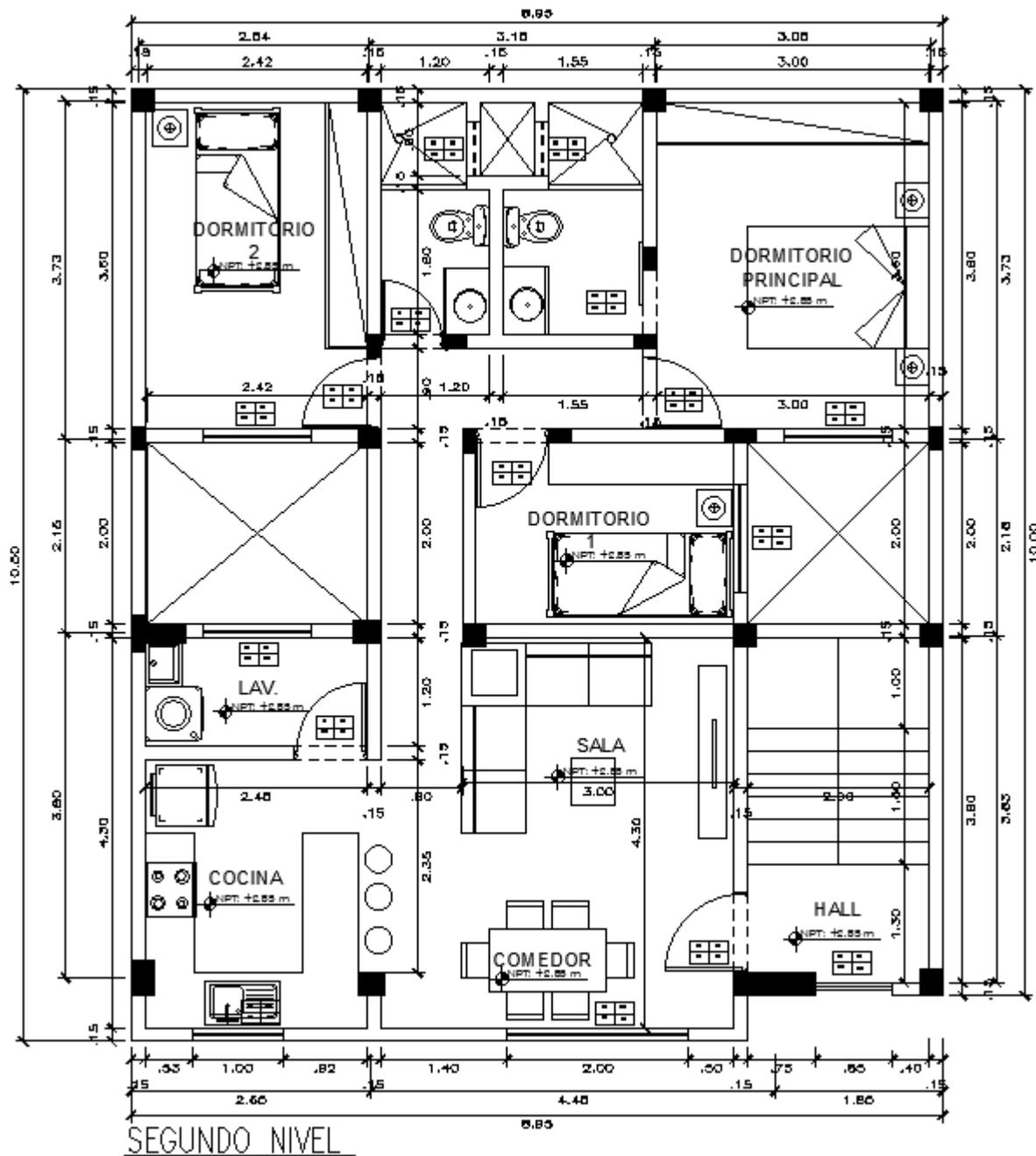
Plano de arquitectura final del 1er piso



Nota. Elaboración propia.

Figura 10

Plano de arquitectura final del 2do y 3er piso



Nota. Elaboración propia.

2.8.5.2. Predimensionamiento de los elementos estructurales.

A. Losas aligeradas. Para determinar el espesor de la losa en una dirección, trabajaremos con la recomendación de la norma peruana E060 (9.6.2) a fin de no verificar las deflexiones tal como se muestra en la **Tabla 4**.

La losa aligerada de una dirección estará armada en las direcciones X e Y.

Dirección X-X: 2.90 m; entonces Peralte de losa: $2.90/18.5 = 0.157$ m

Dirección Y-Y: 3.65 m; entonces Peralte de losa: $3.65/18.5 = 0.197$ m

➤ Se uniformiza el espesor de la losa en todos los tramos a: 0.20 m

B. Vigas peraltadas. La geometría de la sección de las vigas peraltadas se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$h \geq \frac{l_n}{10} \text{ a } \frac{l_n}{12} \quad \text{y} \quad 0.30h < bw < 0.50h$$

Donde:

h: peralte de la viga (m)

ln: luz libre de la viga(m)

bw: ancho de la viga (m)

La viga peraltada a estudiar esta en el eje 1 entre los ejes B-E, ver figura 12, el mismo tiene una luz libre de 3.85 m, por tanto, la geometría de la sección se tiene:

$$h \geq \frac{3.85}{10} \text{ ó } \frac{3.85}{12} = 0.39\text{m} \text{ ó } 0.32\text{m} \quad \text{y} \quad 0.30h < bw < 0.50h = 0.12\text{m} < bw < 0.20\text{m}$$

Según la norma E060 en el numeral 21.5.1.3, indica que el ancho del elemento no debe ser menor que 250 mm en caso sea parte del sistema resistente a fuerzas laterales. Por lo que, la viga VP1 tendrá un peralte de 0.40 m y un ancho de 0.25 m.

C. Vigas chatas. Las vigas chatas tendrán el mismo espesor que la losa aligerada y un ancho necesario como para contener el acero mínimo, por tanto, la sección de las vigas chatas será: 0.25 m x 0.20 m.

D. Vigas soleras. Las vigas soleras tendrán el mismo espesor que la losa aligerada y un ancho igual que el espesor del muro, por tanto, la sección de las vigas soleras será: 0.15mx0.20 m.

E. Placa. Según la norma peruana E060, en su artículo 21.9.3.2 menciona que el espesor mínimo de muros de corte es 150 mm. Para definir el espesor de la placa PL-1, del proyecto en análisis se realizará mediante el análisis sísmico.

F. Muros de albañilería.

➤ **Espesor efectivo “t”**

La vivienda en estudio está ubicada en la ciudad de Lima, por tanto, pertenece a la zona sísmica 4. según la norma E070 2006 en su artículo 19 y numeral 19.1 y la propuesta del 2019 en su artículo 19, el espesor mínimo efectivo descontando tarrajeo se determina con la siguiente expresión: $t = h/20 = 250/20 = 12.50$ cm, donde h es la altura libre de albañilería.

Tabla 9

Espesor efectivo según la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019

E070 2006	Propuesta 2019
Art. 19.1	Art. 19
h (m)	2.50
t (m) = 0.125	t (m) = 0.125

Nota. Elaboración propia.

Por lo tanto, se emplearán muros con aparejo de soga con un espesor efectivo de 13 cm.

➤ **Densidad mínima de muros**

Parte del predimensionamiento es verificar la densidad mínima de los muros en ambas direcciones, tal como lo indica la norma E070 2006 en su artículo 19.2 y la propuesta de la norma E070 en su artículo 25. Para el cual se utiliza la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \frac{\sum L.t}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}, \dots\dots\dots \text{E070 2006}$$

$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \frac{\sum L.t}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{K}, \dots\dots\dots \text{Propuesta 2019}$$

Donde:

L: longitud total del muro (incluyendo columnas, si existen)

t: espesor efectivo del muro

A_p: área en planta

K: 40 para ladrillos artesanales y 60 para ladrillos industriales

N: número de pisos = 3

Z: factor de zona, Lima (zona 4) Z = 0.45

U: factor de uso o importancia, (categoría C) U = 1.00

S: factor de amplificación del suelo, (suelo intermedio) S = 1.05

Tabla 10

Densidad mínima de muros

Parámetros sísmicos	E070 2006	Propuesta 2019
Z: Factor de zona	0.45	0.45
U: Factor de uso o importancia	1.00	1.00
S: Factor de amplificación del suelo	1.05	1.05
N: Número de pisos del edificio	3.00	3.00
D_{min}: Densidad mínima de muro	0.0253	0.0236

Nota. Elaboración propia.

Tabla 11*Densidad de muros en la dirección X y la dirección Y*

DIRECCION X-X					DIRECCION Y-Y				
Muro	Nm	L(m)	t(m)	Lxt	Muro	Nm	L(m)	t(m)	Lxt
X1	1.00	0.90	1.53	1.38	Y1	1.00	10.00	0.13	1.30
X2	1.00	5.30	0.13	0.69	Y2	1.00	2.95	0.13	0.38
X3	1.00	2.30	0.13	0.30	Y3	1.00	2.40	0.13	0.31
X4	1.00	2.35	0.13	0.31	Y4	1.00	1.77	0.13	0.23
X5	1.00	8.95	0.13	1.16	Y5	1.00	3.83	0.13	0.50
X6					Y6	1.00	10.00	0.13	1.30
Total				3.83	Total				4.02

Nota. Elaboración propia.

Para la placa de concreto armado, el espesor efectivo se amplía mediante la siguiente relación: $t_{alb} = t_{c^{\circ}a^{\circ}}(E_c/E_m)$.

Tabla 12*Sección transformada de concreto armado a albañilería confinada*

Símbolo	Cantidad	Unidad
$t_{c^{\circ}a^{\circ}}$	0.25	m
E_c	198431.35	kg/cm ²
E_m	32500	kg/cm ²
$t_{alb.}$	1.53	m

Nota. Elaboración propia.

$$D_{x,y} = \frac{\sum L \cdot t}{A_p}$$

Donde:

 A_p : Área en planta del edificio (90.00)

D_x : Densidad del muro en X-X (0.0426)

D_y : Densidad del muro en Y-Y (0.0447)

La densidad de muros en la dirección X es mayor a la densidad mínima.

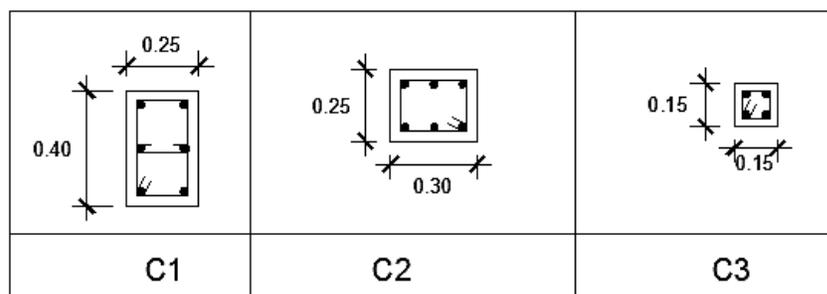
La densidad de muros en la dirección Y es mayor a la densidad mínima.

➤ **Columnas de confinamiento**

Las columnas de confinamiento para el presente trabajo se han considerado en función a la norma E070 del 2006 donde en el artículo 20 indica que el peralte mínimo de la columna de confinamiento será de 15 cm, en la norma propuesta del 2019 en su artículo 11 numeral 11.6 indica que el peralte mínimo de la columna de confinamiento será de 25 cm y finalmente se tiene columnas con medidas optimizadas, como se indica en las siguientes figuras.

Figura 11

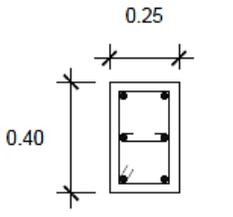
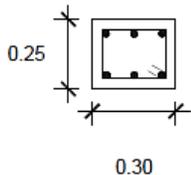
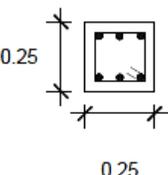
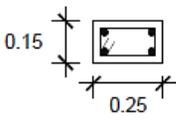
Sección de columnas de confinamiento según la norma E070 del 2006



Nota. Elaboración propia.

Figura 12

Sección de columnas de confinamiento según la norma propuesta del 2019

		
C1	C2	C3
		
C6		

Nota. Elaboración propia.

G. Escalera. Para el dimensionamiento de la escalera se emplea la siguiente expresión.

$$t = \frac{Ln}{25}, \frac{Ln}{20} = \frac{2.50}{25}, \frac{2.50}{20} = 0.10, 0.13$$

Donde:

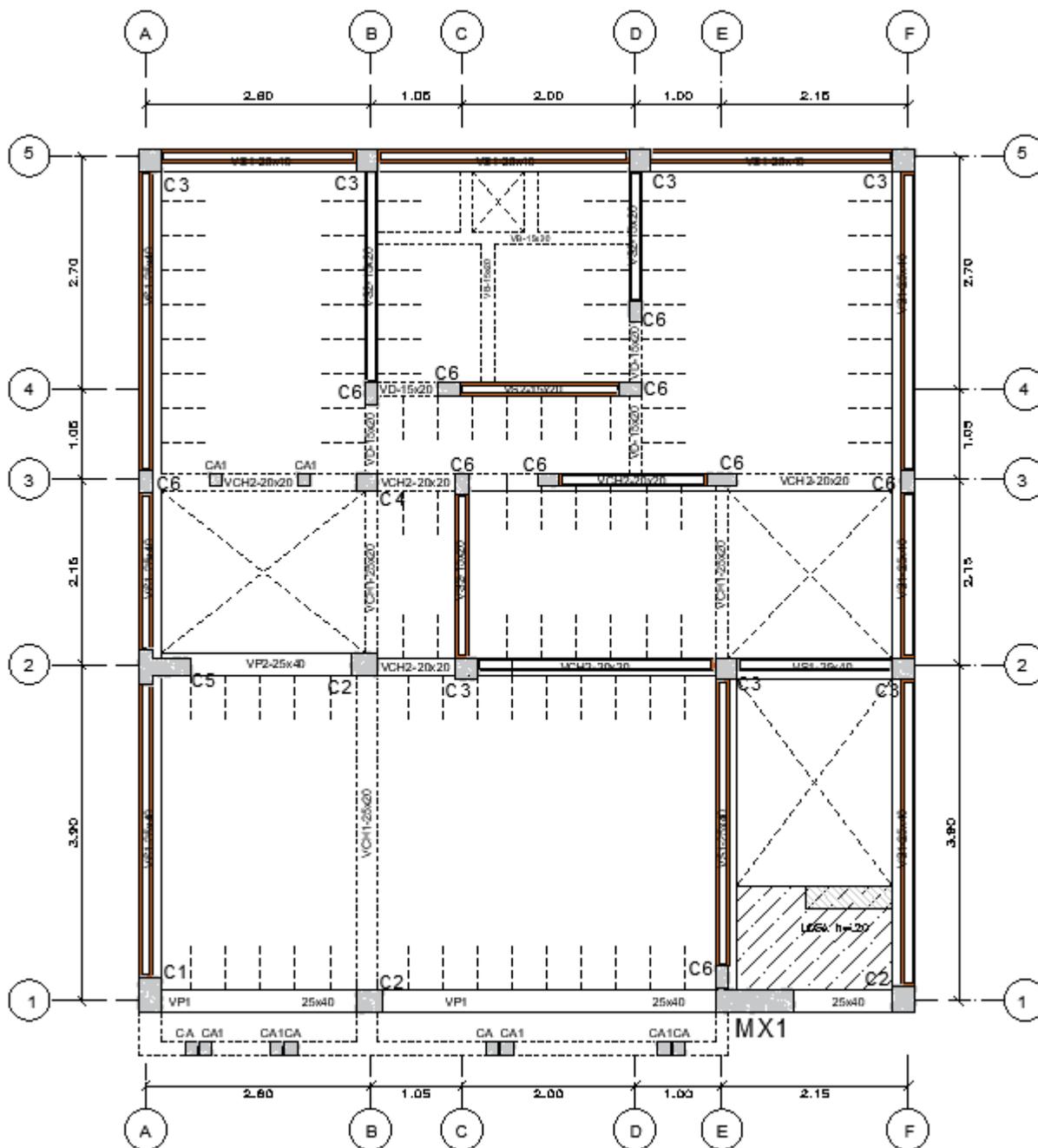
t: espesor de la escalera

Ln: distancia de la cara interna del apoyo inferior a la cara interna del apoyo superior

De la expresión anterior, se considerará que el espesor de la escalera será: 0.15 m

Figura 13

Plano de sección de elementos verticales y muros en plano en planta.



Nota. Elaboración propia.

2.8.5.3. Metrado de cargas.

A. Cargas por peso propio. Son cargas que provienen de pesos de los materiales, tabiquerías, techos y de otros elementos que forman parte de la edificación.

➤ Pesos Volumétricos

- Peso propio del concreto armado: 2.40 ton/m³
- Peso propio de albañilería : 1.80 ton/m³
- Peso propio del tarrajeo : 2.00 ton/m³

➤ Techos

- Sobrecarga en piso típico (h=0.20m): 0.20 ton/m²
- Sobrecarga en azotea : 0.10 ton/m²
- Sobrecarga en escalera : 0.20 ton/m²
- Acabados : 0.10 ton/m²

➤ Muros

- Peso volumétrico de muros de soga de albañilería confinada con 1 cm de tarrajeo: $(1.8 \times 0.13 + 2.0 \times 0.02) / 0.13 = 2.108 \text{ ton/m}^2$
- Peso volumétrico de muros de concreto armado con 1 cm de tarrajeo: $(2.4 \times 0.25 + 2.0 \times 0.02) / 0.25 = 2.560 \text{ ton/m}^2$

2.8.5.4. Análisis estructural.

A. Consideraciones sísmicas. Las consideraciones tomadas para el análisis dinámico son tomadas mediante movimiento de superposición espectral, basados en periodos y modos de vibración que se determinan mediante un procedimiento de análisis de la rigidez y distribución de masas de la estructura. Los parámetros de sitio utilizados y contemplados en la norma de diseño sismorresistente (E030) son:

- **Zonificación (Z).** La norma E030 asigna un factor “Z” a las 4 zonas del territorio nacional. Para el proyecto en estudio, el proyecto está ubicado en la zona 4, cuyo factor “Z” es 0.45.
- **Parámetros del suelo (S).** La clasificación de los perfiles de suelo está en función a sus propiedades mecánicas, espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Para el proyecto en estudio según la norma E030, el perfil del suelo es de tipo S2, el parámetro T_p y T_1 asociado con este tipo de suelo es de 0.6s y 2.0s respectivamente y el factor de amplificación del suelo es $S=1.05$.
- **Factor de amplificación sísmica (C).** Los factores de amplificación sísmica se definen de acuerdo con las características de sitio los cuales son:

$$C = 2.5; T \leq T_p$$

$$C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right); T_p < T < T_1$$

$$C = 2.5 \left(\frac{T_p \cdot T_1}{T^2} \right); T > T_1$$

- **Categoría de la edificación (U).** El trabajo que se desarrollo es una edificación común (multifamiliar), por tanto, según la norma E030 establece un factor de importancia de $U=1.0$, el cual se considerara para el análisis.
- **Sistema estructural (R).** Se definen según los materiales empleados y el sistema de estructuración sismorresistente predominante en cada dirección.

En el trabajo que se desarrolló en las direcciones X-X e Y-Y, la resistencia y la rigidez de la estructura es proporcionado por muros de albañilería confinada por tanto el $R=3$ para sismo severo y $R=6$ para sismo moderado en ambas direcciones. Cabe precisar que la estructura es regular tanto en planta como en altura. Como se muestra en la **Tabla 8**.

- **Resumen de los parámetros sísmicos.** Para el cálculo de la aceleración espectral en cada dirección se emplea espectro inelástico de pseudo-aceleración mediante la siguiente expresión.

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

Donde:

Z = 0.45 (zona 4 – Lima)

U = 1.00 (categoría C – Edificación común)

S = 1.05 ($T_p = 0.6$, $T_1 = 2.0$ – suelo intermedio)

g = 9.81 (aceleración de la gravedad m/s²)

R_x = 6.00; R_y = 6.00 (Según el comentario 8.3.1 de Gonzales y San Bartolomé (1994) para ser consecuente con el método elástico de análisis estructural, es aconsejable analizar a la edificación someténdola a la acción del “sismo moderado” con R = 6)

$$C = 2.5; T \leq T_p$$

$$C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right); T_p < T < T_1$$

$$C = 2.5 \left(\frac{T_p \cdot T_1}{T^2} \right); T > T_1$$

2.8.5.5. Análisis sismorresistente de la estructura. Según los procedimientos y considerando las características de los materiales y cargas que actúan en la estructura los cuales influyen en el comportamiento del mismo producto de las sollicitaciones sísmicas. A continuación, se muestra el análisis para obtener los resultados.

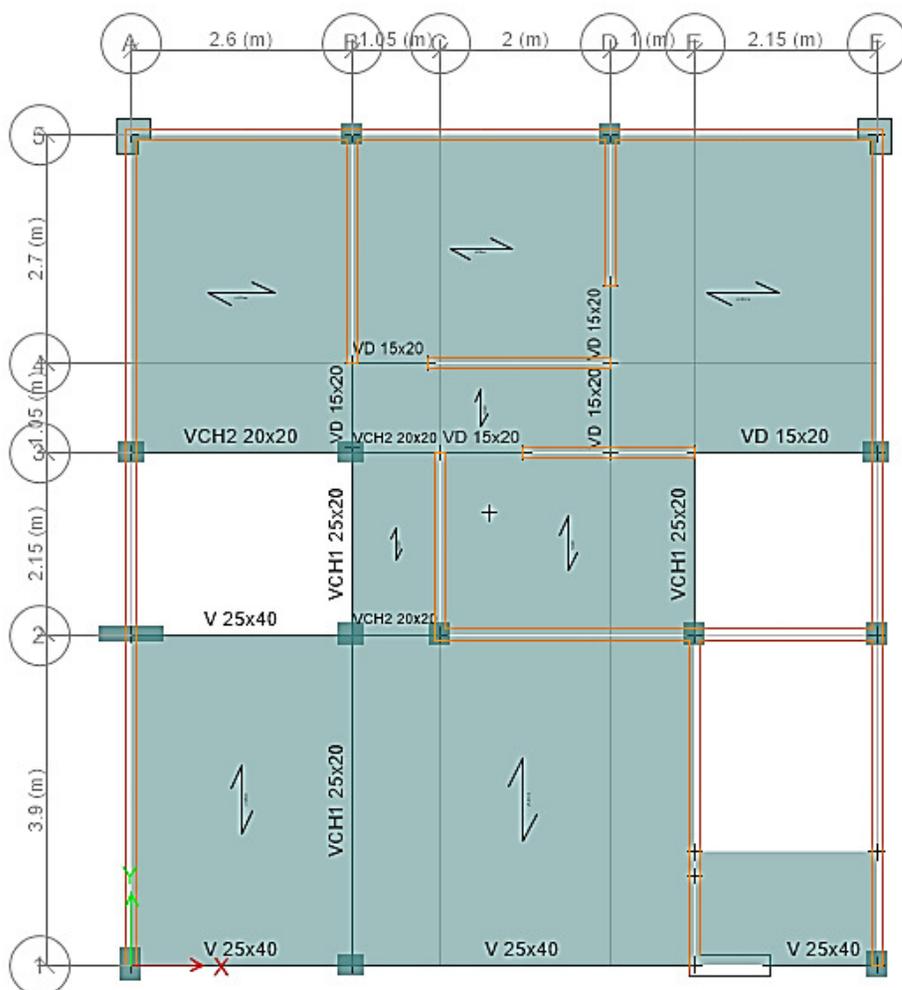
A. Modelo estructural adoptado. Para el comportamiento dinámico de la estructura se determinan mediante modelos matemáticos que consideran el aporte de los elementos estructurales como vigas, columnas, placas y muros de albañilería para determinar la rigidez lateral en cada

nivel de la estructura. Las fuerzas sísmicas son fuerzas de tipo inerciales y proporcional a su peso, por tanto, es importante que se precise la cantidad y distribución de las masas en la estructura.

Para analizar el comportamiento dinámico de la estructura, el modelo estructural adoptado se muestra en la siguiente figura.

Figura 14

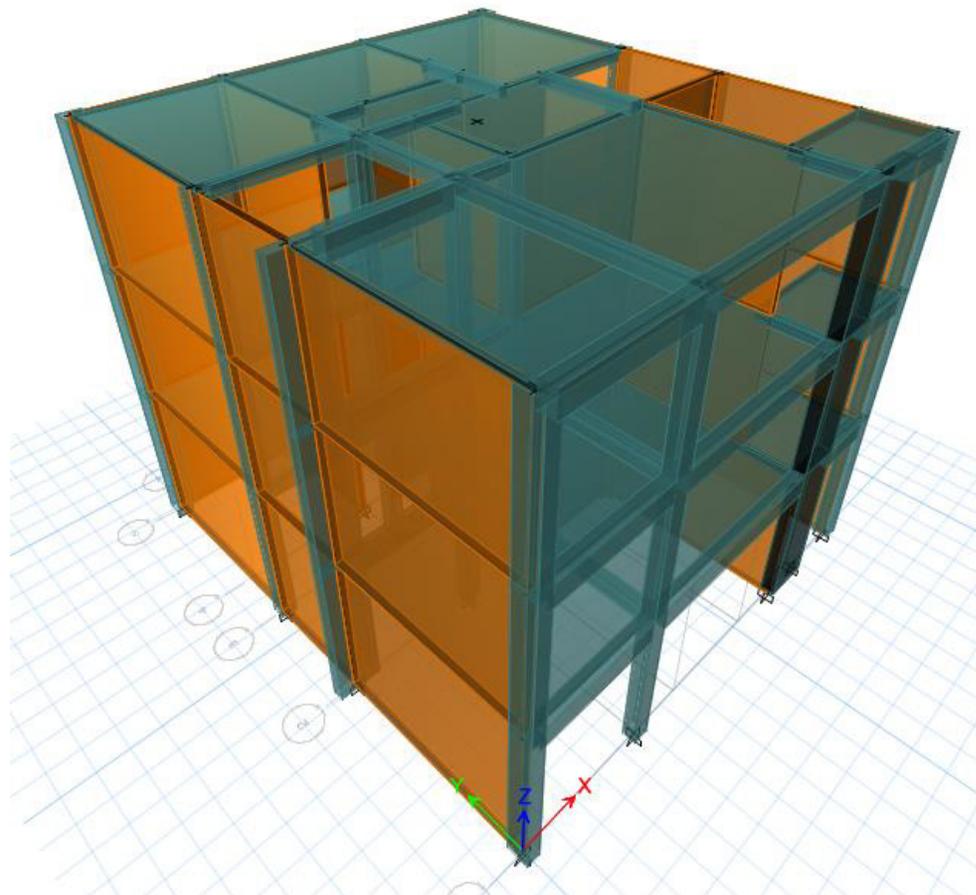
Vista en planta del modelo estructural de techo para el análisis del 1er, 2do techo y azotea



Nota. Elaboración propia.

Figura 15

Vista 3D de modelo estructural para el análisis



Nota. Elaboración propia.

B. Análisis modal de la estructura. Con el programa ETABS se calcula las frecuencias naturales y los 12 primeros modos de vibración (3 modos por piso) por ser los más representativos de la estructura y porque la masa efectiva es mayor al 90% de la masa total. A continuación, se muestra la tabla con los periodos de vibración y con su respectivo porcentaje de masa participativa que indica la importancia de cada modo en la dirección que le corresponde.

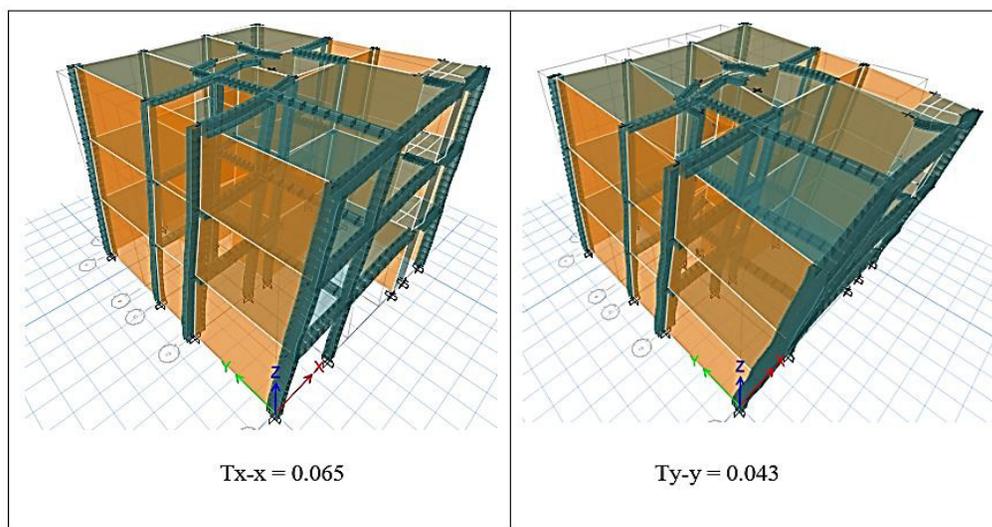
Tabla 13*Modos de vibración en la dirección X e Y E070 2006*

Caso	Modo	Periodo seg	UX	UY	RZ	Suma UX	Suma UY
Modal	1	0.065	0.725	0.0002	0.1275	0.725	0.0002
Modal	2	0.043	0.0016	0.8504	0.0027	0.7266	0.8506
Modal	3	0.033	0.1254	0.0031	0.7764	0.8519	0.8538
Modal	4	0.021	0.1151	1.95E-05	0.0163	0.967	0.8538
Modal	5	0.015	0.0001	0.1308	0.0002	0.9671	0.9846
Modal	6	0.013	0.0153	0.0005	0.0057	0.9824	0.9851
Modal	7	0.012	0.0156	0.0001	0.0637	0.9981	0.9851
Modal	8	0.009	0.0000	0.0147	0.0000	0.9981	0.9998
Modal	9	0.008	0.0019	0.0000	0.0073	0.9999	0.9998
Modal	10	0.007	0.0000	0.0000	0.0000	0.9999	0.9998
Modal	11	0.007	0.0001	0.0000	0.0000	1.0000	0.9998
Modal	12	0.006	0.0000	0.0009	0.0000	1.0000	0.9998

Nota. Elaboración propia.

Tabla 14*Modos de vibración en la dirección X e Y propuesta del 2019*

Caso	Modo	Periodo seg	UX	UY	RZ	Suma UX	Suma UY
Modal	1	0.065	0.7254	0.0003	0.1299	0.7254	0.0003
Modal	2	0.043	0.0016	0.8514	0.0026	0.727	0.8517
Modal	3	0.033	0.1279	0.0031	0.7738	0.8549	0.8548
Modal	4	0.021	0.1125	2.12E-05	0.0169	0.9674	0.8548
Modal	5	0.015	0.0001	0.1301	0.0002	0.9674	0.9849
Modal	6	0.013	0.0151	0.0004	0.0057	0.9825	0.9853
Modal	7	0.012	0.0156	0.0001	0.0635	0.9981	0.9853
Modal	8	0.009	0.0000	0.0145	0.0000	0.9981	0.9998
Modal	9	0.008	0.0018	0.0000	0.0072	0.9999	0.9998
Modal	10	0.008	0.0000	0.0000	0.0001	0.9999	0.9998
Modal	11	0.007	0.0001	0.0000	0.0000	1.0000	0.9998
Modal	12	0.006	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.9998

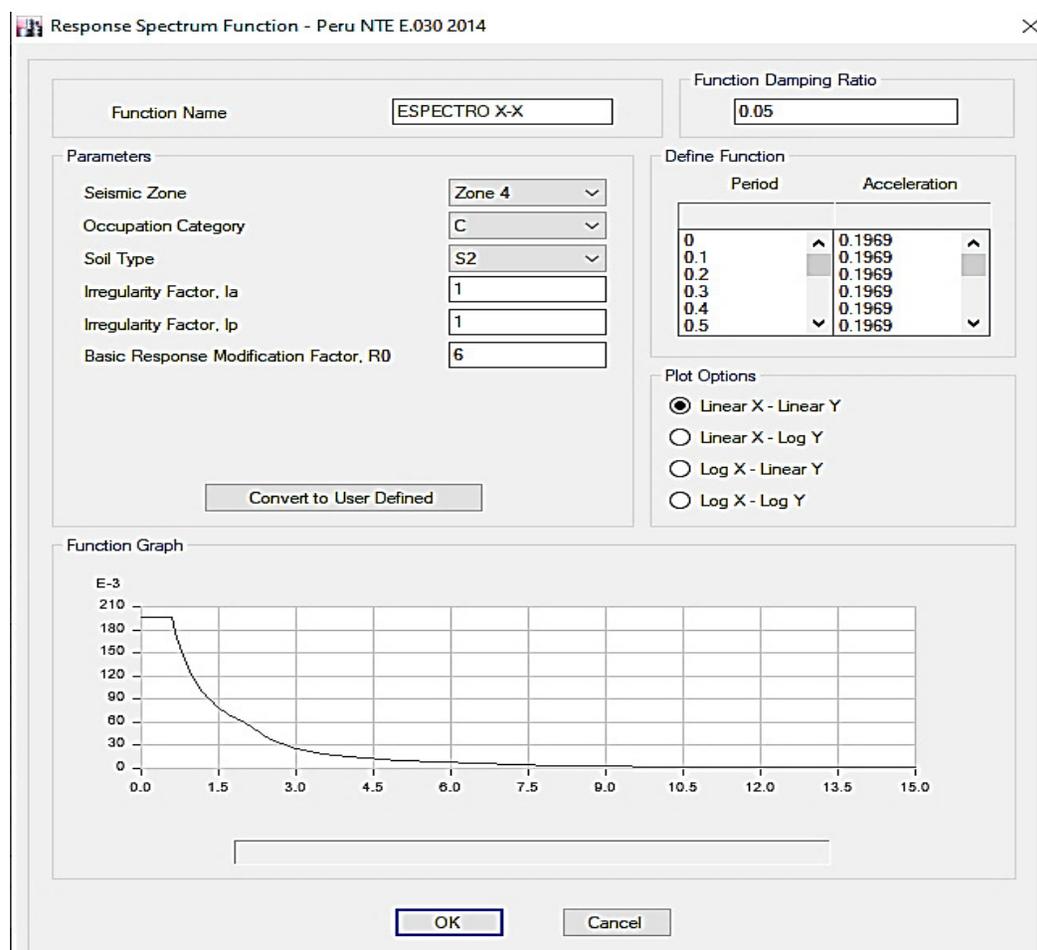
Nota. Elaboración propia.**Figura 16***Modos fundamentales de vibración**Nota.* Elaboración propia.

C. Análisis dinámico. El análisis dinámico, en edificaciones convencionales, se realiza mediante combinaciones espectrales, dadas por la norma E030. A continuación, se muestra las señales sísmicas empleadas en el programa etabs para considerar las cargas sísmicas en las direcciones X-X e Y-Y.

Cabe precisar que según el comentario 8.3.1. de Gonzales y San Bartolomé (1994) para ser consecuente con el método elástico de análisis estructural, es aconsejable analizar a la estructura sometiéndola a la acción del “sismo moderado” con R igual a 6.

Figura 17

Espectro de pseudo aceleraciones en la dirección X-X



Nota. Elaboración propia.

Figura 18

Espectro de pseudo aceleraciones en la dirección Y-Y

Response Spectrum Function - Peru NTE E.030 2014

Function Name: ESPECTRO Y-Y

Function Damping Ratio: 0.05

Parameters:

Seismic Zone: Zone 4

Occupation Category: C

Soil Type: S2

Irregularity Factor, Ia: 1

Irregularity Factor, Ip: 1

Basic Response Modification Factor, R0: 6

Convert to User Defined

Define Function:

Period	Acceleration
0	0.1969
0.1	0.1969
0.2	0.1969
0.3	0.1969
0.4	0.1969
0.5	0.1969

Plot Options:

Linear X - Linear Y

Linear X - Log Y

Log X - Linear Y

Log X - Log Y

Function Graph:

OK Cancel

Nota. Elaboración propia.

D. Desplazamiento y distorsiones. El máximo desplazamiento relativo de entre piso calculado según el análisis lineal elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas por el coeficiente R, no deberá exceder la fracción de la altura de entre piso según el tipo de material predominante.

$$\text{Deriva X} = \frac{0.75xRd}{h} \leq 0.005; \quad \text{Deriva Y} = \frac{0.75xRd}{h} \leq 0.005$$

Tabla 15

Distorsión máxima en la dirección X e Y E070 2006

Piso	Caso Carga	Deriva X	Deriva Y
Piso 3	Deriva Máxima	0.00018	0.00007
Piso 2	Deriva Máxima	0.00023	0.00008
Piso 1	Deriva Máxima	0.00018	0.00007

Nota. Elaboración propia.

Tabla 16

Distorsión máxima en la dirección X e Y propuesta 2019

Piso	Caso Carga	Deriva X	Deriva Y
Piso 3	Deriva Máxima	0.00018	0.00007
Piso 2	Deriva Máxima	0.00023	0.00009
Piso 1	Deriva Máxima	0.00018	0.00007

Nota. Elaboración propia.

Se visualiza que las distorsiones son menores a las que indica la norma E030.

E. Verificación del cortante mínimo en la base. Según lo señalado en el artículo 29.4 de la norma E030, se debe verificar que la cortante en la base obtenida del análisis dinámico para cada una de las direcciones sea mayor o igual al 80% del cortante en la base obtenida del análisis estático.

Es decir; $SD(X,Y) \geq 80\%SE(X,Y)$

Donde:

- SD (X, Y): Sismo dinámico en dirección X o Y
- SE (X, Y): Sismo estático en dirección X o Y

Tabla 17

Cortante mínimo en la dirección X e Y E070 2006

Piso	Caso Carga	Ubicación	VX (tonf)	VY (tonf)
Piso 1	SDX	Inferior	37.7428	2.0769
Piso 1	SDY	Inferior	2.0769	43.3994
Piso 1	SEX	Inferior	-50.328	0
Piso 1	SEY	Inferior	0	-50.328
Cortante Mínimo			75%	86%
Factor Escala - Est. Regular			1.0801	1.0000

Nota. Elaboración propia.

Tabla 18

Cortante mínimo corregido en la dirección X e Y E070 2006

Piso	Caso Carga	Ubicación	VX (tonf)	VY (tonf)
Piso 1	SDX	Inferior	40.7657	2.2432
Piso 1	SDY	Inferior	2.0769	43.3994
Piso 1	SEX	Inferior	-50.328	0
Piso 1	SEY	Inferior	0	-50.328
Cortante Mínimo Corregido			81%	86%

Nota. Elaboración propia.

Tabla 19*Cortante mínimo en la dirección X e Y E070 2019*

Piso	Caso Carga	Ubicación	VX (tonf)	VY (tonf)
Piso 1	SDX	Inferior	38.6025	2.1561
Piso 1	SDY	Inferior	2.1561	44.4018
Piso 1	SEX	Inferior	-51.4369	0
Piso 1	SEY	Inferior	0	-51.4369
Cortante Mínimo			75%	86%
Factor Scale - Est. Regular			1.0793	1.0000

Nota. Elaboración propia.**Tabla 20***Cortante mínimo corregido en la dirección X e Y E070 2019*

Piso	Caso Carga	Ubicación	VX (tonf)	VY (tonf)
Piso 1	SDX	Inferior	41.6639	2.3271
Piso 1	SDY	Inferior	2.1561	44.4018
Piso 1	SEX	Inferior	-51.4369	0
Piso 1	SEY	Inferior	0	-51.4369
Cortante Mínimo Corregido			81%	86%

Nota. Elaboración propia.

Del análisis se observa que la cortante en la dirección X-X es menor al 80% indicado por la norma E030, por lo que es necesario incrementar el cortante dinámico en la dirección X-X con un factor de escala de 1.0799. en la dirección Y-Y no es necesario incrementar la cortante puesto que cumple con el porcentaje solicitado.

2.8.5.6. Diseño sísmico de muros de albañilería confinada con la norma E070 del 2006.

A. Resistencia al corte y verificación del agrietamiento

➤ Esfuerzo axial máximo

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 0.2f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15f'_m$$

$$f'_m = 65 \text{ kg/cm}^2$$

$$h = 2.50 \text{ m}$$

$$\sigma_{max} = 9.08 \text{ kg/cm}^2$$

$$0.05f'_m = 3.25 \text{ kg/cm}^2$$

$$t = 0.13 \text{ m}$$

$$\sigma_{max} = 9.75 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 21

Esfuerzo máximo y refuerzos en los muros en las direcciones X e Y

Muro	L (m)	t (m)	PM (Tn)			$\sigma 1$ (kg/cm ²)	$\sigma 2$ (kg/cm ²)	$\sigma 3$ (kg/cm ²)	Refuerzo en Muro			Observ.
			Piso	Piso	Piso				Piso	Piso	Piso	
			1	2	3				1	2	3	
MX1	0.90	1.53	9.68	10.57	4.91	0.70	0.77	0.36	No	No	No	Ok
MX2	5.30	0.13	26.92	18.56	8.38	3.91	2.69	1.22	Si	No	No	Ok
MX3	2.30	0.13	14.37	9.20	4.24	4.81	3.08	1.42	Si	No	No	Ok
MX4	2.35	0.13	13.44	8.64	4.04	4.40	2.83	1.32	Si	No	No	Ok
MX5	8.95	0.13	40.63	26.77	12.01	3.49	2.30	1.03	Si	No	No	Ok
MY1	10.00	0.13	47.12	30.66	14.35	3.62	2.36	1.10	Si	No	No	Ok
MY2	2.95	0.13	16.59	10.08	5.11	4.33	2.63	1.33	Si	No	No	Ok
MY3	2.40	0.13	14.58	9.51	4.60	4.67	3.05	1.47	Si	No	No	Ok
MY4	1.77	0.13	9.84	5.84	3.17	4.28	2.54	1.38	Si	No	No	Ok
MY5	3.83	0.13	22.64	8.58	4.39	4.55	1.72	0.88	Si	No	No	Ok
MY6	10.00	0.13	39.61	25.49	12.14	3.05	1.96	0.93	No	No	No	Ok

Nota. Elaboración propia.

Según el cuadro, se observa que los muros MX2, MX3, MX4 y MX5 del primer piso requieren colocar refuerzo horizontal en toda su longitud y anclado a las columnas. La cuantía será $\rho = A_s / (s t) = 0.001$.

Según el cuadro, se observa que los muros MY1, MY2, MY3, MY4 y MY5 del primer piso requieren colocar refuerzo horizontal en toda su longitud y anclado a las columnas. La cuantía será $\rho = A_s / (s t) = 0.001$.

Para 2 hiladas tenemos: $A_s = 0.001 \times 20 \times 13 = 0.26 \text{ cm}^2$, entonces $1\text{Ø}1/4'' \text{ mm} @ 2 \text{ hiladas}$

Del mismo cuadro, también se observa que, ante carga vertical, es posible emplear muros en aparejo de soga ($t = 13 \text{ cm}$) con una albañilería de resistencia $f'_m = 65 \text{ kg/cm}^2$.

➤ Control de fisuración en muros

- L: longitud total del muro (m)
- P_g : carga axial de gravedad = $P_d + 0.25P_l$
- V_e, M_e : fuerza cortante y momento flector por sismo moderado
- $1/3 \leq \alpha = V_e L / M_e \leq 1.0$ factor de reducción de la resistencia al corte por esbeltez
- $V_m = 0.5 V'_m \alpha t L + 0.23 P_g$: resistencia a fuerza cortante
- $t = 0.13 \text{ m}$: espesor efectivo de los muros
- $V'_m = 8.10 \text{ kg/cm}^2$: resistencia al corte puro de la albañilería
- $2.0 \leq V_{m1} / V_{e1} \leq 3.0$: factor amplificación para pasar a condición de sismo severo
- $V_u = V_e (V_{m1} / V_{e1})$: fuerza cortante ultimo ante sismo severo
- $M_u = M_e (V_{m1} / V_{e1})$: momento flector ultimo ante sismo severo
- V_E : cortante de entrepiso ante sismo severo

Cabe precisar que el factor de carga V_{m1} / V_{e1} se determina solo para el primer nivel en cada muro.

Ningún muro debe agrietarse ante un sismo moderado: $V_e \leq 0.55V_m$. De no cumplirse esta expresión, donde puede aceptarse hasta 5% de error, deberá cambiarse la calidad de la albañilería, el espesor del muro, o convertirlo en placa de concreto armado.

En cualquier piso, la resistencia global a fuerza cortante (ΣV_m) deberá ser mayor o igual a la fuerza cortante producida por el sismo severo (VE). De no cumplirse esta expresión, deberá cambiarse en algunos muros la calidad de la albañilería, su espesor, o convertirlos en placas de concreto armado. Cuando se tenga exceso de resistencia ($\Sigma V_m > VE$), se podrá dejar de confinar algunos muros internos.

Cuando $\Sigma V_m > 3VE = R VE$, culmina el diseño y se coloca refuerzo mínimo. Esta expresión indica que todos los muros del edificio se comportarán elásticamente ante el sismo severo.

Todo muro de un piso superior que tenga $V_u \geq V_m$, se agrietará por corte, y se diseñará como un muro del primer piso. En esta expresión puede admitirse hasta 5% de error.

Piso 1:

$$VE = 81.53 \text{ Tn} \quad V'_m = 81 \text{ Tn/m}^2$$

Tabla 22

Piso 1 Sismo en X-X

MURO	L (m)	t (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me (Tn- m)	α	Vm (Tn)	Vm1/Ve1	Vu (Tn)	Mu (Tn- m)	0.55Vm (Tn)	CONDICIO N N°1
MX1	0.90	0.13	8.77	2.60	4.61		6.56	3.00	7.80	13.82	3.61	Ok
MX2	5.30	0.13	24.59	18.48	46.54	1.00	33.56	3.00	55.43	139.62	18.46	Se Agrieta
MX3	2.30	0.13	12.81	2.29	6.24	0.85	13.18	3.00	6.88	18.72	7.25	Ok
MX4	2.35	0.13	12.04	2.33	6.39	0.86	13.37	3.00	6.98	19.16	7.35	Ok

Nota. Elaboración propia.

Condición N°2 ΣV_m 122.8 **Resistencia Global**

X1 es un muro de concreto armado: $V_m = V_c = 0.53 \sqrt{f'_{ct}} D$, $D = 0.8 L = 72 \text{ cm} =$ peralte efectivo; $V_m = 0.53 \sqrt{175} \times 13 \times 72 = 6562.52 \text{ kg} = 6.56 \text{ Tn}$. Para el cálculo no se considera el refuerzo horizontal puesto que el mismo se activa después de haberse agrietado el muro en la etapa de sismo severo. Este muro debe diseñarse en esta etapa para que falle por flexión, amplificando por 1.25 a V_e y M_e .

Los muros del 1er piso no se agrietan por corte ante el sismo moderado ($V_e < 0.55 V_m$). A excepción del muro X2, sin embargo, se tienen un margen de error del 5% con el cual la “0.55 V_m ” del muro X2 llega a 19.33 tn-m. por tanto se asume que el muro X2 no se agrieta.

$$\Sigma V_m = 122.38 \text{ Tn} > V_E = 81.53 \text{ Tn, Resistencia global Ok.}$$

Piso 2:

$$V_E = 64.75 \text{ Tn}$$

$$V'_m = 81 \text{ Tn/m}^2$$

Tabla 23

Piso 2 sismo en X-X

MURO	L (m)	t (m)	Pg (Tn)	V_e (Tn)	M_e (Tn-m)	α	V_m (Tn)	V_m/V_e	V_u (Tn)	M_u (Tn-m)	$0.55V_m$ (Tn)	CONDICIÓN N°1
MX1	0.90	0.13	9.53	0.34	0.47	0.65	5.27	3.00	1.01	1.40	2.90	Ok
MX2	5.30	0.13	17.00	17.62	30.20	1.00	38.65	3.00	52.86	90.61	21.26	Ok
MX3	2.30	0.13	8.27	0.27	0.79	0.78	11.37	3.00	0.81	2.38	6.25	Ok
MX4	2.35	0.13	7.80	0.41	0.75	1.00	14.17	3.00	1.23	2.24	7.79	Ok
MX5	8.95	0.13	24.64	15.05	42.04	1.00	52.79	3.00	45.14	126.13	29.03	Ok

Nota. Elaboración propia.

Condición N°2

$$\Sigma V_m \text{ 122.24 Resistencia Global}$$

$$\Sigma V_m = 122.24 \text{ Tn} > V_E = 64.75 \text{ Tn, Resistencia global Ok}$$

Los muros del 2do piso no se agrietan por corte ante el sismo moderado ($V_e < 0.55 V_m$).

Piso 3:

$$V_E = 33.31 \text{ Tn}$$

$$V'_m = 81 \text{ Tn/m}^2$$

Tabla 24

Piso 3 sismo en X-X

MURO	L (m)	t (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me (Tn- m)	α	Vm (Tn)	Vm1/Ve1	Vu (Tn)	Mu (Tn- m)	0.55Vm (Tn)	CONDICION N°1
MX1	0.90	0.13	4.57	0.61	0.75	0.74	4.54	3.00	1.83	2.24	2.50	Ok
MX2	5.30	0.13	7.87	9.64	14.63	1.00	29.71	3.00	28.93	43.88	16.34	Ok
MX3	2.30	0.13	3.94	0.33	0.84	0.91	11.95	3.00	1.00	2.53	6.58	Ok
MX4	2.35	0.13	3.76	0.22	0.74	0.71	9.60	3.00	0.66	2.21	5.28	Ok
MX5	8.95	0.13	11.29	7.28	14.79	1.00	49.72	3.00	21.85	44.38	27.34	Ok

Nota. Elaboración propia.

Condición N°2

$$\Sigma V_m \text{ 105.52 Resistencia Global}$$

Los muros del 3er piso no se agrietan por corte ante el sismo moderado ($V_e < 0.55 V_m$).

Piso 1:

$$V_E = 86.8 \text{ Tn}$$

$$V'_m = 81 \text{ Tn/m}^2$$

Tabla 25*Piso 1 sismo en Y-Y*

MURO	L (m)	t (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me (Tnm)	α	Vm (Tn)	Vm1 /Ve1	Vu (Tn)	Mu (Tn-m)	0.55Vm (Tn)	CONDICI ON N°1
MY1	10.00	0.13	43.63	17.89	73.69	1.00	62.68	3.00	53.68	221.06	34.48	Ok
MY2	2.95	0.13	14.84	2.91	6.92	1.00	18.94	3.00	8.74	20.76	10.42	Ok
MY3	2.40	0.13	13.00	2.02	4.41	1.00	15.63	3.00	6.06	13.23	8.59	Ok
MY4	2.00	0.13	8.86	1.49	3.05	0.97	12.30	3.00	4.46	9.16	6.77	Ok
MY5	3.83	0.13	20.59	6.11	12.61	1.00	24.90	3.00	18.32	37.82	13.70	Ok
MY6	10.00	0.13	37.38	16.07	66.41	1.00	61.25	3.00	48.20	199.24	33.69	Ok

Nota. Elaboración propia.**Condición N°2** ΣV_m 195.70 **Resistencia Global** $\Sigma V_m = 195.70 \text{ Tn} > V_E = 86.80 \text{ Tn}$, Resistencia global OkLos muros del 1er piso no se agrietan por corte ante el sismo moderado ($V_e < 0.55 V_m$).

Piso 2:

 $V_E = 68.68 \text{ Tn}$ $V'_m = 81 \text{ Tn/m}^2$

Tabla 26*Piso 2 sismo en Y-Y*

MURO	L (m)	t (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me (Tm)	α	Vm (Tn)	Vm1/Ve1	Vu (Tn)	Mu (Tn-m)	0.55Vm (Tn)	CONDICION N°1
MY1	10.00	0.13	28.47	16.44	44.23	1.00	59.20	3.00	49.33	132.68	32.56	Ok
MY2	2.95	0.13	9.15	1.01	1.71	1.00	21.51	3.00	3.02	5.12	11.83	Ok
MY3	2.40	0.13	8.55	0.74	0.96	1.00	14.60	3.00	2.21	2.87	8.03	Ok
MY4	2.00	0.13	5.36	0.26	0.37	1.00	11.76	3.00	0.79	1.11	6.47	Ok
MY5	3.83	0.13	7.99	2.92	4.96	1.00	22.00	3.00	8.76	14.87	12.10	Ok
MY6	10.00	0.13	24.12	15.37	39.55	1.00	58.20	3.00	46.10	118.64	32.01	Ok

Nota. Elaboración propia.**Condición N°2** $\sum V_m$ 187.27 **Resistencia Global** $\Sigma V_m = 187.27$ Tn > $V_E = 68.70$ Tn, Resistencia global OkLos muros del 2do piso no se agrietan por corte ante el sismo moderado ($V_e < 0.55 V_m$)

Piso 3:

 $V_E = 35.2$ Tn $V'_m = 81$ Tn/m²

Tabla 27*Piso 3 sismo en Y-Y*

MURO	L (m)	t (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me (m)	(Tn- (Tn)	Vm (Tn)	Vm1/Ve 1	Vu (Tn)	Mu (Tnm)	0.55Vm (Tn)	CONDICI ON N°1
MY1	10.00	0.13	13.59	9.73	18.69	1.00	55.77	3.00	29.18	56.07	30.68	Ok
MY2	2.95	0.13	4.82	0.57	0.96	1.00	21.51	3.00	1.70	2.89	11.83	Ok
MY3	2.40	0.13	4.25	0.21	0.38	1.00	13.61	3.00	0.64	1.13	7.49	Ok
MY4	2.00	0.13	3.02	0.39	0.62	1.00	11.22	3.00	1.16	1.87	6.17	Ok
MY5	3.83	0.13	4.16	0.79	1.04	1.00	21.12	3.00	2.38	3.12	11.62	Ok
MY6	10.00	0.13	11.67	8.73	15.91	1.00	55.33	3.00	26.19	47.72	30.43	Ok

Nota. Elaboración propia.**Condición N°2** $\sum V_m$ 178.58 **Resistencia Global** $\Sigma V_m = 178.58 \text{ Tn} > V_E = 35.20 \text{ Tn}$, Resistencia global OkLos muros del 3er piso no se agrietan por corte ante el sismo moderado ($V_e < 0.55 V_m$)**B. Diseño de columnas de confinamiento y vigas soleras**

- $P_g = P_d + 0.25 P_l$: carga de gravedad acumulada
- V_m : cortante de agrietamiento diagonal
- M_u : momento flector ante sismo severo
- L : longitud total del muro (m), incluyendo columnas de confinamiento
- L_m : longitud del paño mayor o $1/2L$, lo que sea mayor (m)
- N_c : número de columnas de confinamiento en el muro en análisis
- $M = M_u - 1/2 V_m h$ (kg-m)
- $F = M/L$: fuerza axial producida por “M” en una columna extrema (kg)
- $P_c = P_g / N_c$: carga axial producida por “Pg” en una columna (kg)

- $P_t=(L_t P_g/L)$: carga tributaria proveniente del muro transversal a la columna en análisis del muro transversal (kg).
- T: tracción en columna (kg)

Extrema: $T = F - P_c - P_t$	interna: $T = V_m h/L - P_c - P_t$
------------------------------	------------------------------------
- C: compresión en columna (kg):

Extrema: $T = P_c + F$	interna: $C = P_c - 1/2V_m h/L$
------------------------	---------------------------------
- V_c : cortante en columna (kg):

Extrema: $V_c = 1.5V_m L_m / (L (N_c + 1))$	interna: $V_c = V_m L_m / (L(N_c + 1))$
---	---
- $A_s = (T+V_c/m) / (f_y\phi)$: área de acero vertical requerida (cm²), usar $\phi=0.85$
- A_s : área de acero vertical colocado (cm²)
- δ : factor de confinamiento

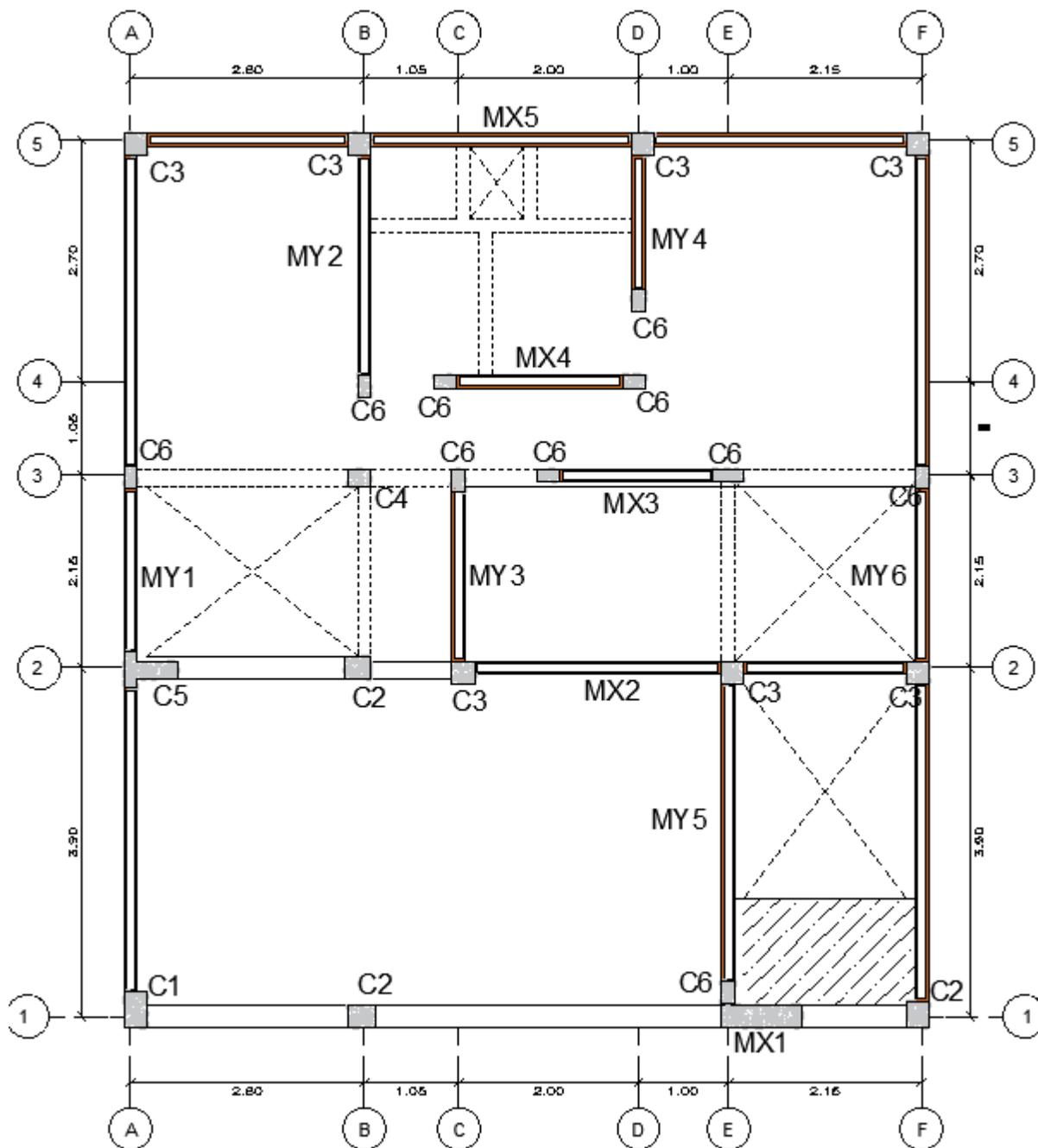
$\delta = 0.8$ para columnas sin muros transversales

$\delta = 1.0$ para columnas con muros transversales
- $A_n = A_s + (C/f - A_s f_y) / (0.85 \delta f'_c)$: área del núcleo de concreto (cm²), usar $\phi=0.70$
- $A_{cf} = V_c/(0.2 f'_c \phi) \geq 15t \geq A_c$: área de columna por corte-fricción (cm²), usar $\phi=0.70$
- Dimensiones de la columna a emplear (cmxcm)
- A_c : área de concreto de la columna definitiva (cm²)
- A_n : área del núcleo de la columna definitiva (cm²)
- $A_{s \text{ min}} = 0.1f'_c A_c/f_y$: área de acero vertical mínima (cm²), o 4Ø3/8"
- A_v : área de acero transversal
- $S_1 = A_v f_y / (0.3t_n f'_c (A_c/A_n - 1))$: espaciamiento de estribos ´por compresión
- $S_2 = A_v f_y / (0.12t_n f'_c)$: espaciamiento de estribos por compresión

- $S3 = 1/4d$ o 5cm, lo que sea mayor: espaciamiento de estribos por compresión
- $S4 = 10\text{cm}$: espaciamiento máximo de estribos por compresión
- Zona a confinar en los extremos de la columna: 45cm o 1.5d
- Estribaje mínimo: $\square \text{ } \emptyset \text{ } 1/4"$, 1 @ 5, 4 @ 10, r @ 25 cm
- $Ts = 1/2 Vu Lm / L =$ tracción en la solera (ton)
- $As = Ts / (\emptyset fy)$: área de acero horizontal requerido (cm²), usar $\emptyset=0.9$
- Acero longitudinal a utilizar
- $Asmin = 0.1f'c Asol / fy$ ó 4 $\emptyset 3/8"$
- Estribaje mínimo: $\square \text{ } \emptyset \text{ } 1/4"$, 1 @ 5, 4 @ 10, r @ 25 cm

Figura 19

Ubicación de muros de albañilería confinada y columnas de confinamiento



Nota. Elaboración propia.

Tabla 28*Diseño de muro en la dirección "X"*

Muro	MX2			MX3		MX4			MX5		
Columna	C-3										
Ubicación	extrema	interna	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	interna	interna	extrema
L (m)		5,30		2,30		2,35			8,95		
Lm (m)		2,75		2,30		2,35			4,475		
Nc		3		2		2			4		
Vm (kg)		33561		13180		13368			55706		
Pg (kg)		24594		12808		12042			37325		
Mu (kg-m)		139617		18716		19157			226289		
M (kg-m)		97666		2240		2447			156656		
F (kg)		18427		974		1041			17504		
Pc (kg)		8198		6404		6021			9331		
Pt (kg)	4224	4193	2916	0	0	0	0	3403	3923	3456	2916
T (kg)	6005	3440	7314	-5430	-5430	-4980	-4980	4769	2307	2773	5256
	6005	3440	7314	0	0	0	0	4769	2307	2773	5256
C (kg)	30850	4476	29541	7378	7378	7062	7062	30238	5474	5007	29751
Vc (kg)	6530	4353	6530	6590	6590	6684	6684	8356	5571	5571	8356
As (cm ²)	3,97	2,49	4,34	2,31	2,31	2,34	2,34	4,26	2,60	2,73	4,40

Muro	MX2		MX3			MX4		MX5			
Columna	C-3										
Ubicación	extrema	interna	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	interna	interna	extrema
	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
S □ 3/8"	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5
Soleras	X2		X3			X4		X5			
Ts (kg)	8706,86		6590,25			6684,10		13926,61			
As (cm2)	2,30		1,74			1,77		3,68			
VS (viga solera)	20		20	20	20	15	20	25			40
As min (cm2)		2,00		2,00			1,50			5,00	
							4Ø1/2"			6Ø1/2"	
Usar		4Ø1/2"		4Ø1/2"							
		5,07		5,07			5,07			7,60	

Nota. Se basa en la Norma E070 del 2006. Elaboración propia.

Muro	MY1				MY2		MY3	
Columna	C-1	C-5	C-3	C-3	C-3	C-3	C-6	C-3
Ubicación	extrema	interna	interna	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema
	6	6	12	12	12	12	12	12
	6@10	6@10	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5
Soleras		Y1			Y2		Y3	
Ts (kg)		15670,98			9471,93		7812,72	
As (cm2)		4,15			2,51		2,07	
VS (viga solera)	25			40	15	20	15	20
As min (cm2)		5,00			1,50		1,50	
Usar		6Ø1/2"			4Ø1/2"		4Ø1/2"	
		7,60			5,07		5,07	

Nota. Se basa en la Norma E070 del 2006. Elaboración propia.

Tabla 30*Diseño de muro en la dirección "Y"- Parte 2*

Muro	YM4		MY5			MY6		
Columna	C-3	C-6	C-3	C-3	C-2	C-3	C-3	C-3
Ubicación	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	interna	interna	extrema
L (m)	2,00		3,83			10,00		
Lm (m)	2,00		3,83			5,00		
Nc	2		2			4		
Vm (kg)	12300		24901			61248		
Pg (kg)	8863		20590			37384		
Mu (kg-m)	9158		37817			199241		
M (kg-m)	-6217		6692			122681		
F (kg)	-3109		1747			12268		
Pc (kg)	4431		10295			9346		
Pt (kg)	3253	0	8631	0	0	3619	0	3253
T (kg)	-10793	-7540	-17179	-8548	2922	2347	5966	-331
	0	0	0	0	2922	2347	5966	-331
C (kg)	4576	1323	20673	12042	21614	5309	1690	24867
Vc (kg)	6150	6150	12450	12450	9187	6125	6125	9187
As (cm ²)	2,15	2,15	4,36	4,36	4,04	2,80	3,82	3,12
As usar	4Ø1/2"	4Ø1/2"	4Ø1/2"	4Ø1/2"	6Ø5/8"	4Ø1/2"	4Ø1/2"	4Ø1/2"

Muro	YM4		MY5		MY6			
Columna	C-3	C-6	C-3	C-3	C-2	C-3	C-3	C-3
Ubicación	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	interna	interna	extrema
	5,07	5,07	5,07	5,07	11,88	5,07	5,07	5,07
δ	1	0,8	1	0,8	0,8	1	0,8	1
An (cm2)	-77,61	-130,82	51,23	-23,58	-121,30	-71,73	-127,14	84,79
	0,00	0,00	51,23	0,00	0,00	0,00	0,00	84,79
Acf (cm2)	172,27	172,27	348,75	348,75	257,35	171,56	171,56	257,35
Usar	15	15	15	15	25	15	15	15
	15	15	15	15	30	15	15	15
Ac (cm2)	225	225	225	225	750	225	225	225
An (cm2)	121	121	121	121	546	121	121	121
	OK							
As min (cm2)	1,13	1,13	1,13	1,13	3,75	1,13	1,13	1,13
S1 (cm)	10,08	10,08	10,08	10,08	12,15	10,08	10,08	10,08
S2 (cm)	21,67	21,67	21,67	21,67	11,35	21,67	21,67	21,67
S3 (cm)	3,75	3,75	3,75	3,75	7,50	3,75	3,75	3,75
S4 (cm)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Zona /conf(cm)	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	22,50	22,50	22,50

Muro	YM4		MY5			MY6		
Columna	C-3	C-6	C-3	C-3	C-2	C-3	C-3	C-3
Ubicación	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	interna	interna	extrema
	3,75	3,75	3,75	3,75	7,50	3,75	3,75	3,75
S □ 3/8"	12	12	12	12	6	6	6	6
	9@5	9@5	9@5	9@5	6@7.5	9@5	9@5	9@5
Soleras	Y4		Y5			Y1		
Ts (kg)	6150,19		12450,29			15312,08		
As (cm2)	1,63		3,29			4,05		
VS (viga solera)	15	20	25	40	25			40
As min (cm2)	1,50		5,00			5,00		
Usar	4Ø1/2"		6Ø1/2"			6Ø1/2"		
	5,07		7,60			7,60		

Nota. Se basa en la Norma E070 del 2006. Elaboración propia.

2.8.5.7. Diseño sísmico de muros de albañilería confinada con la norma propuesta

2019

A. Resistencia al corte y verificación del agrietamiento.

➤ Esfuerzo axial máximo: $\sigma_m = \frac{P_m}{L.t}$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 0.2f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15f'_m$$

$$\sigma_m \leq 0.15f'_m$$

$$f'_m = 65 \text{ kg/cm}^2$$

$$h = 2.50 \text{ m}$$

$$\sigma_{max} = 9.08 \text{ kg/cm}^2$$

$$0.05f'_m = 3.25 \text{ kg/cm}^2$$

$$t = 0.13 \text{ m}$$

$$\sigma_{max} = 9.75 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 31

Esfuerzo máximo y refuerzos en los muros en las direcciones X e Y

Muro	L (m)	t (m)	PM (Tn)			$\sigma 1$ (kg/cm ²)	$\sigma 2$ (kg/cm ²)	$\sigma 3$ (kg/cm ²)	Refuerzo en Muro			Observ.
			Piso	Piso	Piso				Piso	Piso	Piso	
			1	2	3				1	2	3	
MX1	0.90	1.53	9.66	10.55	4.90	0.70	0.77	0.36	No	No	No	Ok
MX2	5.30	0.13	26.43	18.16	8.20	3.84	2.64	1.19	Si	No	No	Ok
MX3	2.30	0.13	14.35	9.18	4.23	4.80	3.07	1.42	Si	No	No	Ok
MX4	2.35	0.13	13.44	8.63	4.04	4.40	2.83	1.32	Si	No	No	Ok
MX5	8.95	0.13	39.93	26.28	11.80	3.43	2.26	1.01	Si	No	No	Ok
MY1	10.00	0.13	46.70	30.36	14.22	3.59	2.34	1.09	Si	No	No	Ok
MY2	2.95	0.13	16.40	9.94	5.06	4.28	2.59	1.32	Si	No	No	Ok
MY3	2.40	0.13	14.20	9.27	4.48	4.55	2.97	1.44	Si	No	No	Ok
MY4	1.77	0.13	9.74	5.77	3.15	4.23	2.51	1.37	Si	No	No	Ok
MY5	3.83	0.13	22.44	8.41	4.34	4.51	1.69	0.87	Si	No	No	Ok
MY6	10.00	0.13	39.42	25.37	12.08	3.03	1.95	0.93	No	No	No	Ok

Nota. Elaboración propia

Según el cuadro, se observa que los muros MX2, MX3, MX4 y MX5 del primer piso requieren colocar refuerzo horizontal en toda su longitud y anclado a las columnas. La cuantía será $\rho = A_s / (s t) = 0.001$.

Según el cuadro, se observa que los muros MY1, MY2, MY3, MY4 y MY5 del primer piso requieren colocar refuerzo horizontal en toda su longitud y anclado a las columnas. La cuantía será $\rho = A_s / (s t) = 0.001$.

Para 2 hiladas tenemos: $A_s = 0.001 \times 20 \times 13 = 0.26 \text{ cm}^2$, entonces $1\text{Ø}1/4'' \text{ mm} @ 2 \text{ hiladas}$

Del mismo cuadro, también se observa que, ante carga vertical, es posible emplear muros en aparejo de soga ($t = 13 \text{ cm}$) con una albañilería de resistencia $f'_m = 65 \text{ kg/cm}^2$.

➤ Control de fisuración en muros

- L: longitud total del muro (m)
- P_g : carga axial de gravedad = $P_d + 0.25P_l$
- V_e, M_e : fuerza cortante y momento flector por sismo moderado
- $1/3 \leq \alpha = L / (0.8H) \leq 1.0$ factor de reducción de la resistencia al corte por esbeltez
- $V_m = 0.5 V'_m \alpha t L + 0.23 P_g$: resistencia a fuerza cortante
- $t = 0.13 \text{ m}$: espesor efectivo de los muros
- $H = 2.50 \text{ m}$: altura de entrepiso del muro (m)
- $V'_m = 8.10 \text{ kg/cm}^2$: resistencia al corte puro de la albañilería
- $2.0 \leq V_{m1} / V_{e1} \leq 3.0$: factor amplificación para pasar a condición de sismo severo
- $V_u = V_e (V_{m1} / V_{e1})$: fuerza cortante ultimo ante sismo severo
- $M_u = M_e (V_{m1} / V_{e1})$: momento flector ultimo ante sismo severo
- V_E : cortante de entrepiso ante sismo severo

Cabe precisar que el factor de carga V_{m1}/V_{e1} se determina solo para el primer nivel en cada muro.

Ningún muro debe agrietarse ante un sismo moderado: $V_e \leq 0.55V_m$. De no cumplirse esta expresión, donde puede aceptarse hasta 5% de error, deberá cambiarse la calidad de la albañilería, el espesor del muro, o convertirlo en placa de concreto armado.

En cualquier piso, la resistencia global a fuerza cortante (ΣV_m) deberá ser mayor o igual a la fuerza cortante producida por el sismo severo (V_E). De no cumplirse esta expresión, deberá cambiarse en algunos muros la calidad de la albañilería, su espesor, o convertirlos en placas de concreto armado. Cuando se tenga exceso de resistencia ($\Sigma V_m > V_E$), se podrá dejar de confinar algunos muros internos.

Cuando $\Sigma V_m > 3V_E = R V_E$, culmina el diseño y se coloca refuerzo mínimo. Esta expresión indica que todos los muros del edificio se comportarán elásticamente ante el sismo severo.

Todo muro de un piso superior que tenga $V_u \geq V_m$, se agrietará por corte, y se diseñará como un muro del primer piso. En esta expresión puede admitirse hasta 5% de error.

Piso 1:

$$V_E = 83.33 \text{ Tn}$$

$$V'_m = 81 \text{ Tn/m}^2$$

Tabla 32*Piso 1 Sismo en X-X*

MURO	L (m)	t (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me (Tn- m)	α	Vm (Tn)	Vm1/Ve1	Vu (Tn)	Mu (Tn- m)	0.55 Vm (Tn)	CONDICIO N N°1
MX1	0.90	0.13	8.76	2.62	4.64		6.56	3.00	7.87	13.93	3.61	Ok
MX2	5.30	0.13	24.21	18.78	46.01	1.00	33.47	3.00	56.33	138.02	18.41	Se Agrieta
MX3	2.30	0.13	12.79	2.32	6.27	1.00	15.05	3.00	6.97	18.82	8.28	Ok
MX4	2.35	0.13	12.04	2.36	6.42	1.00	15.14	3.00	7.07	19.26	8.33	Ok
MX5	8.95	0.13	36.81	17.16	73.07	1.00	55.59	3.00	51.49	219.20	30.57	Ok

Nota. Elaboración propia.

Condición N°2

ΣV_m 125.82 **Resistencia Global**

X1 es un muro de concreto armado: $V_m = V_c = 0.53 \sqrt{f'_{ct}} D$, $D = 0.8 L = 72$ cm = peralte efectivo; $V_m = 0.53 \sqrt{175} \times 13 \times 72 = 6562.52$ kg = 6.56 Tn. Para el cálculo no se considera el refuerzo horizontal puesto que el mismo se activa después de haberse agrietado el muro en la etapa de sismo severo. Este muro debe diseñarse en esta etapa para que falle por flexión, amplificando por 1.25 a V_e y M_e .

Los muros del 1er piso no se agrietan por corte ante el sismo moderado ($V_e < 0.55 V_m$). A excepción del muro X2, sin embargo, se tienen un margen de error del 5% con el cual “0.55 V_m ” del muro X2 llega a 19.33 tn-m. por tanto se asume que el muro X2 no se agrieta.

$\Sigma V_m = 125.82$ Tn > $V_e = 83.33$ Tn, Resistencia global Ok.

Piso 2:

$V_e = 66.06$ Tn

$V'_m = 81$ Tn/m²

Tabla 33*Piso 2 sismo en X-X*

MUR O	L (m)	t (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me (Tn- m)	α	Vm (Tn)	Vm1/VE1	Vu (Tn)	Mu (Tn- m)	0.55Vm (Tn)	CONDI CION N°1
MX1	0.90	0.13	9.51	0.33	0.46	0.45	4.32	3.00	0.98	1.38	2.38	Ok
MX2	5.30	0.13	16.67	17.89	30.37	1.00	38.65	3.00	53.68	91.10	21.26	Ok
MX3	2.30	0.13	8.25	0.27	0.82	1.00	14.01	3.00	0.80	2.45	7.70	Ok
MX4	2.35	0.13	7.79	0.40	0.76	1.00	14.17	3.00	1.21	2.27	7.79	Ok
MX5	8.95	0.13	24.26	15.39	41.50	1.00	52.70	3.00	46.16	124.50	28.99	Ok

Nota. Elaboración propia.**Condición N°2** ΣV_m 123.84 **Resistencia Global** $\Sigma V_m = 123.84 \text{ Tn} > V_E = 66.06 \text{ Tn}$, Resistencia global OkLos muros del 2do piso no se agrietan por corte ante el sismo moderado ($V_e < 0.55 V_m$).

Piso 3:

 $V_E = 33.77 \text{ Tn}$ $V'_m = 81 \text{ Tn/m}^2$

Tabla 34

Piso 3 sismo en X-X

MUR O	L (m)	t (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me (Tn-m)	α	Vm (Tn)	Vm1/Ve1	Vu (Tn)	Mu (Tn- m)	0.55Vm (Tn)	CONDI CION N°1
MX1	0.90	0.13	4.56	0.60	0.73	0.45	3.18	3.00	1.80	2.20	1.75	Ok
MX2	5.30	0.13	7.71	9.73	14.75	1.00	29.68	3.00	29.20	44.24	16.32	Ok
MX3	2.30	0.13	3.93	0.34	0.86	1.00	13.01	3.00	1.01	2.57	7.16	Ok
MX4	2.35	0.13	3.76	0.23	0.76	1.00	13.24	3.00	0.68	2.27	7.28	Ok
MX5	8.95	0.13	11.12	7.43	14.80	1.00	49.68	3.00	22.29	44.40	27.32	Ok

Nota. Elaboración propia.

Condición N°2

ΣV_m 108.79 **Resistencia Global**

$\Sigma V_m = 111.37 \text{ Tn} > V_E = 34.08 \text{ Tn}$, Resistencia global Ok

Los muros del 3er piso no se agrietan por corte ante el sismo moderado ($V_e < 0.55 V_m$).

Piso 1:

$V_E = 88.8 \text{ Tn}$

$V'_m = 81 \text{ Tn/m}^2$

Tabla 35*Piso 1 sismo en Y-Y*

MURO	L (m)	t (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me (Tn- m)	α	Vm (Tn)	Vm1/ Ve1	Vu (Tn)	Mu (Tn-m)	0.55V m (Tn)	CONDICION N°1
MY1	10.00	0.13	43.31	18.25	73.81	1.00	62.61	3.00	54.75	221.44	34.44	Ok
MY2	2.95	0.13	14.69	2.99	7.05	1.00	18.91	3.00	8.97	21.14	10.40	Ok
MY3	2.40	0.13	12.70	2.09	4.51	1.00	15.56	3.00	6.26	13.53	8.56	Ok
MY4	2.00	0.13	8.79	1.53	3.12	1.00	12.55	3.00	4.58	9.36	6.90	Ok
MY5	3.83	0.13	20.43	6.22	12.80	1.00	24.86	3.00	18.67	38.39	13.68	Ok
MY6	10.00	0.13	37.25	16.41	66.59	1.00	61.22	3.00	49.24	199.77	33.67	Ok

Nota. Elaboración propia.**Condición N°2**

$$\sum V_m 195.71 \text{ Resistencia Global}$$

$$\Sigma V_m = 195.71 \text{ Tn} > V_E = 88.80 \text{ Tn, Resistencia global Ok}$$

Los muros del 1er piso no se agrietan por corte ante el sismo moderado ($V_e < 0.55 V_m$).

Piso 2:

$$V_E = 70.17 \text{ Tn}$$

$$V'_m = 81 \text{ Tn/m}^2$$

Tabla 36*Piso 2 sismo en Y-Y*

MUR O	L (m)	t (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me (Tn- m)	α	Vm (Tn)	Vm1/Ve1	Vu (Tn)	Mu (Tn- m)	0.55Vm (Tn)	COND ICIO N N°1
MY1	10.00	0.13	28.24	16.75	44.42	1.00	59.14	3.00	50.25	133.27	32.53	Ok
MY2	2.95	0.13	9.04	1.06	1.77	1.00	21.51	3.00	3.17	5.32	11.83	Ok
MY3	2.40	0.13	8.35	0.76	1.00	1.00	14.56	3.00	2.29	3.00	8.01	Ok
MY4	2.00	0.13	5.30	0.28	0.39	1.00	11.75	3.00	0.84	1.17	6.46	Ok
MY5	3.83	0.13	7.85	2.96	5.03	1.00	21.97	3.00	8.89	15.09	12.08	Ok
MY6	10.00	0.13	24.04	15.67	39.78	1.00	58.18	3.00	47.00	119.35	32.00	Ok

Nota. Elaboración propia.**Condición N°2** ΣV_m 187.11 **Resistencia Global** $\Sigma V_m = 187.11 \text{ Tn} > V_E = 70.20 \text{ Tn}$, Resistencia global OkLos muros del 2do piso no se agrietan por corte ante el sismo moderado ($V_e < 0.55 V_m$)

Piso 3:

 $V_E = 35.81 \text{ Tn}$ $V'_m = 81 \text{ Tn/m}^2$

Tabla 37*Piso 3 sismo en Y-Y*

MURO	L (m)	t (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me (Tn- m)	Vm (Tn)	Vm1/Ve1	Vu (Tn)	Mu (Tn- m)	0.55Vm (Tn)	CONDICION N°1	
MY1	10.00	0.13	13.48	9.88	18.84	1.00	55.75	3.00	29.65	56.53	30.66	Ok
MY2	2.95	0.13	4.78	0.56	0.96	1.00	21.51	3.00	1.69	2.87	11.83	Ok
MY3	2.40	0.13	4.15	0.21	0.40	1.00	13.59	3.00	0.63	1.19	7.47	Ok
MY4	2.00	0.13	3.00	0.38	0.62	1.00	11.22	3.00	1.14	1.86	6.17	Ok
MY5	3.83	0.13	4.11	0.78	1.03	1.00	21.11	3.00	2.35	3.10	11.61	Ok
MY6	10.00	0.13	11.62	8.90	16.09	1.00	55.32	3.00	26.71	48.28	30.43	Ok

Nota. Elaboración propia.**Condición N°2** $\sum V_m$ 178.50 **Resistencia Global** $\Sigma V_m = 178.50 \text{ Tn} > V_E = 35.80 \text{ Tn}$, Resistencia global OkLos muros del 3er piso no se agrietan por corte ante el sismo moderado ($V_e < 0.55 V_m$)**2.8.5.8. Diseño de columnas de confinamiento y vigas soleras**

- $P_g = P_d + 0.25 P_l$: carga de gravedad acumulada
- V_m : cortante de agrietamiento diagonal
- M_u : momento flector ante sismo severo
- L : longitud total del muro (m), incluyendo columnas de confinamiento
- L_m : longitud del paño mayor o $1/2L$, lo que sea mayor (m)
- N_c : número de columnas de confinamiento en el muro en análisis
- $M = M_u - 1/2 V_m h$ (kg-m)
- $F = M/L$: fuerza axial producida por “M” en una columna extrema (kg)
- $P_c = P_g / N_c$: carga axial producida por “Pg” en una columna (kg)

- $A_{s \text{ min}} = 0.1 f'c A_c / f_y$: área de acero vertical mínima (cm²), o 4Ø3/8"
- A_v : área de acero transversal
- $S_1 = A_v f_y / (0.3 t_n f'c (A_c / A_n - 1))$: espaciamiento de estribos por compresión
- $S_2 = A_v f_y / (0.12 t_n f'c)$: espaciamiento de estribos por compresión
- $S_3 = 1/4d$ o 5cm, lo que sea mayor: espaciamiento de estribos por compresión
- $S_4 = 10\text{cm}$: espaciamiento máximo de estribos por compresión
- Zona a confinar en los extremos de la columna: 45cm o 1.5d
- Estribaje mínimo: [Ø ¼", 1 @ 5, 4 @ 10, r @ 25 cm
- $T_s = \frac{1}{2} V_u L_m / L$ = tracción en la solera (ton)
- $A_s = T_s / (\phi f_y)$: área de acero horizontal requerido (cm²), usar $\phi=0.9$
- Acero longitudinal a utilizar
- $A_{s \text{ min}} = 0.1 f'c A_{\text{sol}} / f_y$ ó 4Ø3/8"
- Estribaje mínimo: [Ø ¼", 1 @ 5, 4 @ 10, r @ 25 cm

Tabla 38*Diseño de muro en la dirección "X"*

Muro	MX2			MX3		MX4		MX5			
Columna	C-3	C-3	C-3	C-6	C-6	C-6	C-6	C-3	C-3	C-3	C-3
Ubicación	extrema	interna	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	interna	interna	extrema
L (m)		5,30		2,30		2,35		8,95			
Lm (m)		2,75		2,30		2,35		4,475			
Nc		3		2		2		4			
Vm (kg)		33472		15051		15141		55588			
Pg (kg)		24207		12790		12037		36811			
Mu (kg-m)		138017		18824		19262		219196			
M (kg-m)		96177		10		335		149711			
F (kg)		18147		4		143		16727			
Pc (kg)		8069		6395		6018		9203			
Pt (kg)	4128	4161	2906	0	0	0	0	3378	3884	3427	2906
T (kg)	5950	3558	7172	-6390	-6390	-5876	-5876	4147	2441	2898	4619
	5950	3558	7172	0	0	0	0	4147	2441	2898	4619
C (kg)	30343	4336	29121	6399	6399	6161	6161	29308	5323	4866	28836
Vc (kg)	6513	4342	6513	7526	7526	7571	7571	8338	5559	5559	8338
As (cm2)	3,95	2,52	4,29	2,63	2,63	2,65	2,65	4,08	2,63	2,76	4,21 4Ø1/2"

Muro	MX2			MX3		MX4		MX5			
Columna	C-3	C-3	C-3	C-6	C-6	C-6	C-6	C-3	C-3	C-3	C-3
Ubicación	extrema	interna	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	interna	interna	extrema
	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
S $\square_{3/8}$ "	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5
Soleras	X2			X3		X4		X5			
Ts (kg)	8683,80			7525,55		7570,62		13897,06			
As (cm ²)	2,30			1,99		2,00		3,68			
VS (viga solera)	20		20	20	20	15	20	25			40
As min (cm ²)	2,00			2,00		1,50		5,00			
Usar	4Ø1/2" 5,07			4Ø1/2" 5,07		4Ø1/2" 5,07		6Ø1/2" 7,60			

Nota. Se basa en la Norma E070 del 2019. Elaboración propia.

Muro	MY1				MY2		MY3	
Columna	C-1	C-4	C-6	C-3	C-3	C-6	C-6	C-3
Ubicación	extrema	interna	interna	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema
	6	6	8	8	8	8	8	8
	6@10	6@10	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5
Soleras		Y1			Y2		Y3	
Ts (kg)		15652,81			9455,08		7778,62	
As (cm2)		4,14			2,50		2,06	
VS (viga solera)	25			40	15	20	15	20
As min (cm2)		5,00			1,50		1,50	
		6Ø1/2"						
Usar		7,60			4Ø1/2"		4Ø1/2"	
					5,07		5,07	

Nota. Se basa en la Norma E070 del 2019. Elaboración propia.

Tabla 40*Diseño de muro en la dirección "Y"- Parte 2*

Muro	YM4		MY5			MY6		
Columna	C-3	C-6	C-3	C-6	C-2	C-3	C-6	C-3
Ubicación	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	interna	interna	extrema
L (m)	2,00		3,83			10,00		
Lm (m)	2,00		3,83			5,00		
Nc	2		2			4		
Vm (kg)	12551		24865			61218		
Pg (kg)	8787		20433			37254		
Mu (kg-m)	9360		38387			199769		
M (kg-m)	-6329		7306			123246		
F (kg)	-3164		1908			12325		
Pc (kg)	4394		10216			9314		
Pt (kg)	3208	0	8495	0	0	3563	0	3208
T (kg)	-10766	-7558	-16804	-8309	3011	2429	5991	-197
	0	0	0	0	3011	2429	5991	-197
C (kg)	4438	1229	20619	12124	21638	5224	1661	24846
Vc (kg)	6276	6276	12432	12432	9183	6122	6122	9183
As (cm2)	2,20	2,20	4,35	4,35	4,06	2,82	3,82	3,16
As usar	4Ø1/2"	4Ø1/2"	4Ø1/2"	4Ø1/2"	6Ø5/8"	4Ø1/2"	4Ø1/2"	4Ø1/2"

Muro	YM4		MY5			MY6		
Columna	C-3	C-6	C-3	C-6	C-2	C-3	C-6	C-3
Ubicación	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema	interna	interna	extrema
	6,25	6,25	6,25	6,25	7,50	6,25	6,25	6,25
S □ 3/8"	8	8	8	8	6	8	8	8
	9@5	9@5	9@5	9@5	6@7.5	9@5	9@5	9@5
Soleras	Y4		Y5			Y1		
Ts (kg)	6275,55		12432,26			15304,62		
As (cm2)	1,66		3,29			4,05		
VS (viga solera)	15	20	25	40	25			40
As min (cm2)	1,50		5,00			5,00		
	4Ø1/2"		6Ø1/2"			6Ø1/2"		
Usar	5,07		7,60			7,60		

Nota. Se basa en la Norma E070 del 2019. Elaboración propia.

2.2.5.9. Diseño de viga principal. Los elementos de concreto armado se diseñarán mediante el método de diseño por resistencia, utilizando los factores de carga y los factores de reducción de resistencia.

Según el comentario 8.4.1.1 de Gonzales y San Bartolomé (1994) el diseño de elementos en concreto armado en la dirección X e Y en sistemas de albañilería se hará para la combinación de fuerzas gravitacionales y las fuerzas debidas al “sismo moderado”, Utilizando los factores de amplificación de carga y reducción de resistencia (ϕ) especificados en la N.T.E E.060 Concreto Armado. La cimentación se dimensiona bajo condiciones de servicio para los esfuerzos admisibles del suelo y se diseña a la rotura.

$$\text{COMBO 1} = 1.4 D + 1.7 L$$

$$\text{COMBO 2} = 1.25 (D + L) + 1.25SX$$

$$\text{COMBO 3} = 1.25 (D + L) - 1.25SX$$

$$\text{COMBO 4} = 1.25 (D + L) + 1.25SY$$

$$\text{COMBO 5} = 1.25 (D + L) - 1.25SY$$

$$\text{COMBO 6} = 0.9 D + 1.25 SX$$

$$\text{COMBO 7} = 0.9 D - 1.25 SX$$

$$\text{COMBO 8} = 0.9 D + 1.25 SY$$

$$\text{COMBO 9} = 0.9 D - 1.25 SY$$

Estos factores de reducción de resistencia se indican en la N.T.E. E.060. Algunos de estos son:

Flexión: 0.9

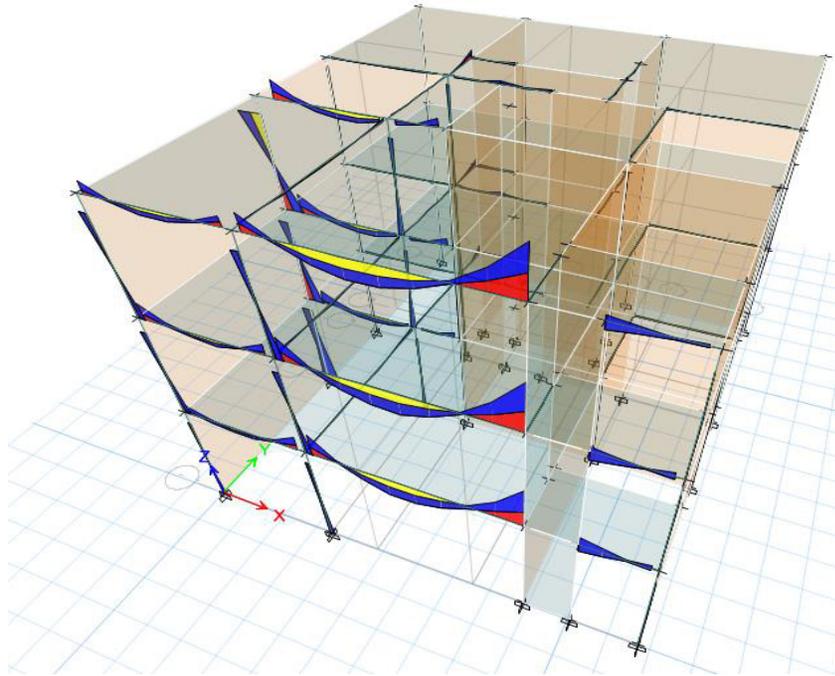
Cortante: 0.85

Flexocompresión: 0.7

A. Resultados del análisis

Figura 20

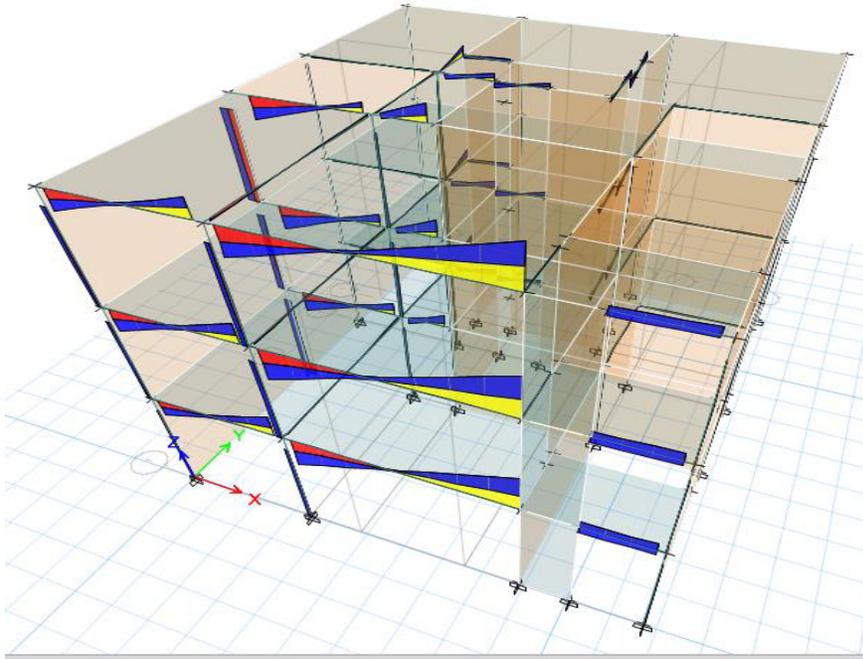
Diagrama de momento flector envolvente (tn-m)



Nota. Elaboración propia.

Figura 21

Diagrama fuerza cortante envolvente (tn)



Nota. Elaboración propia.

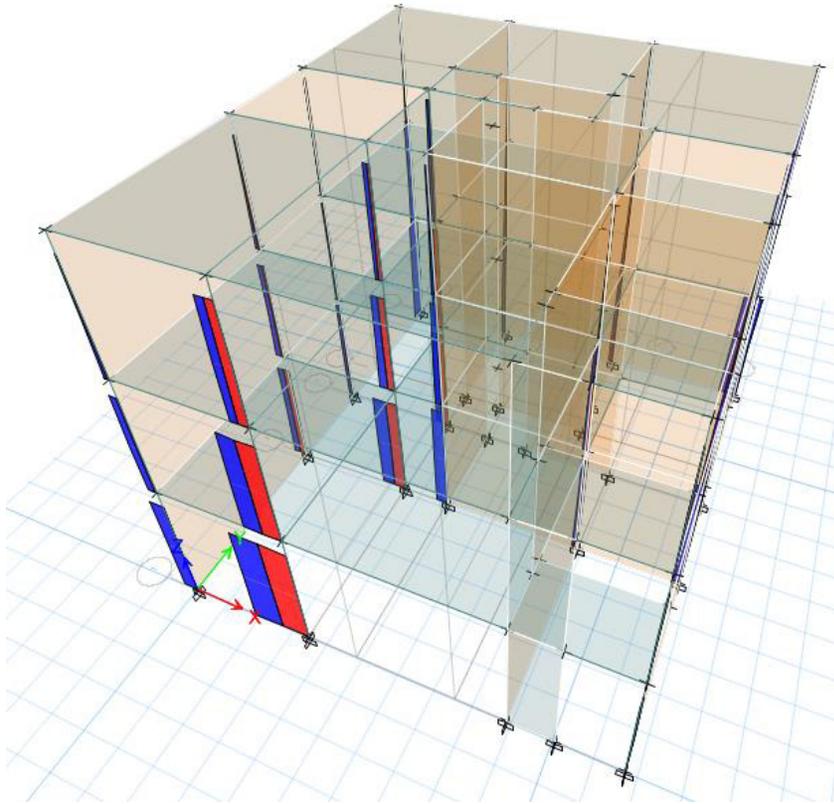
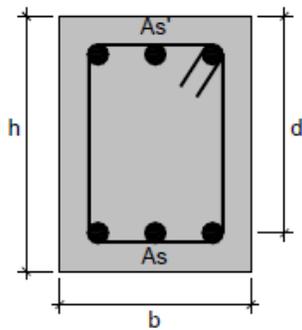
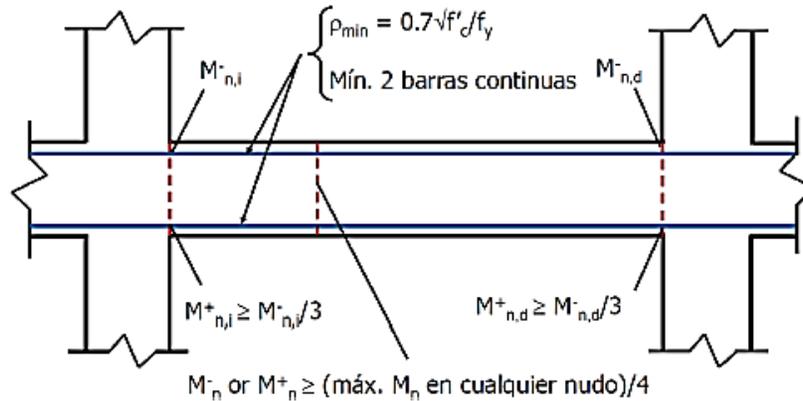
Figura 22*Diagrama fuerza axial envolvente (tn)**Nota. Elaboración propia.****B. Diseño por flexión*****Figura 23***Sección de viga típica**Nota. Elaboración propia.*

Figura 24

Acero por flexión en vigas de muros estructurales



Nota. Adaptado de “Acero por flexión en vigas de muros estructurales” (p. 16), por EMEQ Ingenieros, 2021, Memoria de Calculo Estructural de un Edificio Destinado a Vivienda Multifamiliar.

$$A_s: \text{Acero por flexion} = \frac{M_U}{0.9f_y(d - a/2)}$$

$$a: \text{Profundidad dle bloque rectangular} = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

$$d: \text{Peralte efectivo} = h - 6\text{cm}$$

$$P_b: \text{Cuantia balaceada} = \frac{0.85 f'_c \beta_1}{f_y} \left(\frac{0.003 E_s}{0.003 E_s + f_y} \right)$$

$$A_{s\min}: \text{Acero minimo} = \frac{0.7 \sqrt{f'_c}}{f_y} b d$$

$$A_{s\min}: \text{Acero minimo} = \frac{14}{f_y} b d$$

$$A_{s\max}: \text{Acero maximo} = 0.50 \rho_b b d$$

$$f'_c: \text{Esfuerzo a compresion del concreto} = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f_y: \text{Esfuerzo de fluencia del acero} = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$b: \text{Base de la seccion} = 25\text{cm}$$

$$h: \text{Peralte de la seccion} = 40\text{cm}$$

$$d: \text{Peralte efectivo del acero} = 34\text{cm}$$

$$d' = 31\text{cm}$$

$$\phi: \text{Factor de reduccion por flexion} = 0.9$$

$$M_u^-: \text{Momento ultimo negativo} = 375575.15 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$A_s = 3.05 \text{ cm}^2$$

$$M_u^+: \text{Momento ultimo positivo} = 168015.81 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$A_s = 1.33 \text{ cm}^2$$

$$A_s(\text{min}) = 2.053\text{cm}^2 \text{ y/o } 2.833 \text{ cm}^2$$

$$A_s: \text{Area de acero minimo} = 2.83 \text{ cm}^2$$

2. Momentos nominales

2.1. Momento nominal negativo izquierdo (M_n^-)

$$A_s^+ = 5.94 \text{ cm}^2$$

$$a = 5.591 \text{ cm}$$

$$M_n^- = 7.785 \text{ tn} - \text{m}$$

2.1. Momento nominal negativo derecho (M_n^-)

$$A_s^- = 5.94 \text{ cm}^2$$

$$a = 5.591 \text{ cm}$$

$$M_n^- = 7.785 \text{ tn} - \text{m}$$

2.2. Momento nominal positivo izquierdo (M_n^+)

$$A_s^+ = 5.94 \text{ cm}^2$$

$$a = 5.591 \text{ cm}$$

$$Mn^+ = 7.785 \text{ tn} - m \therefore OK$$

2.2. Momento nominal positivo derecho (Mn^+)

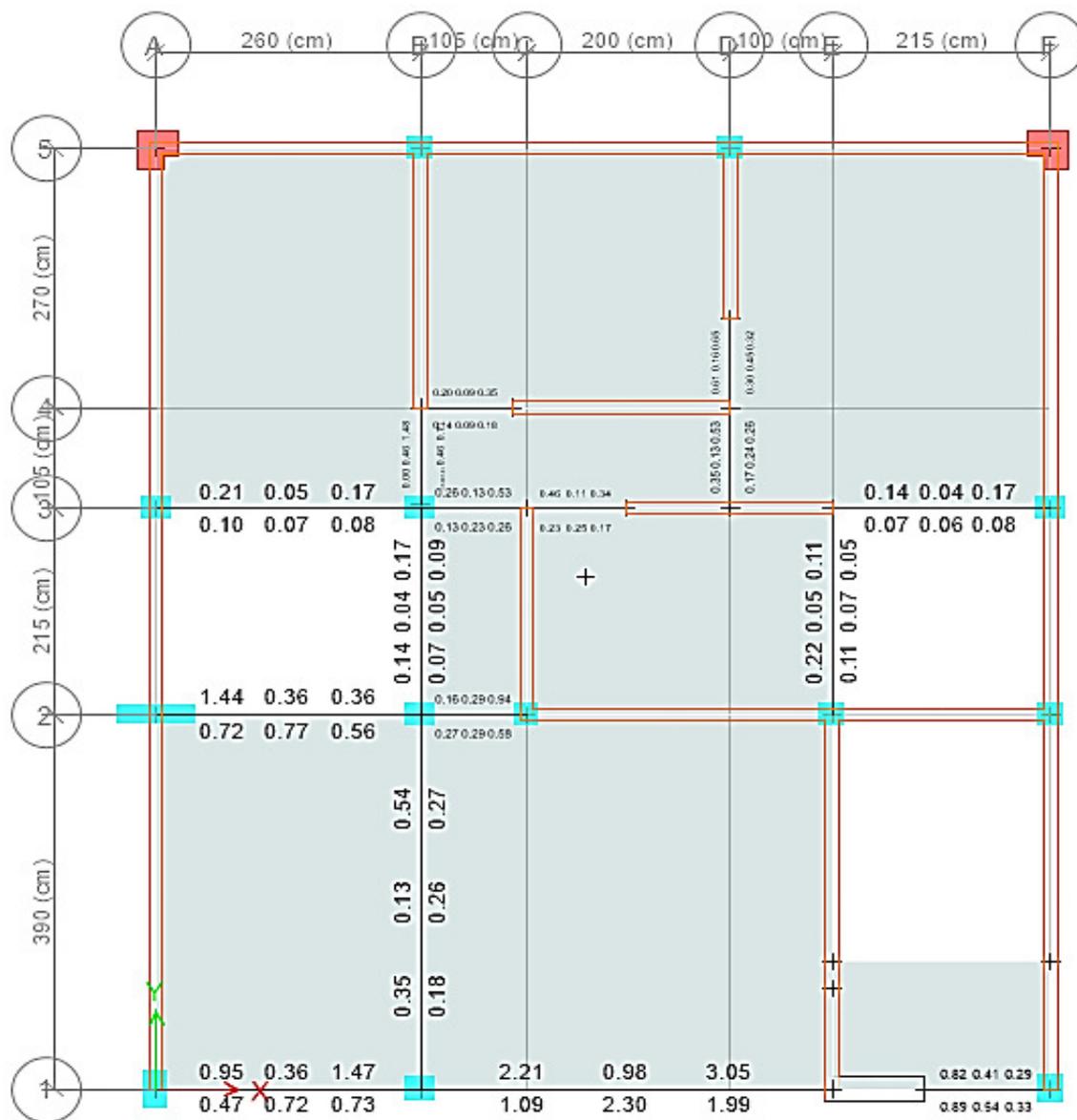
$$As^+ = 5.94 \text{ cm}^2$$

$$a = 5.591 \text{ cm}$$

$$Mn^+ = 7.785 \text{ tn} - m \therefore OK$$

Figura 25

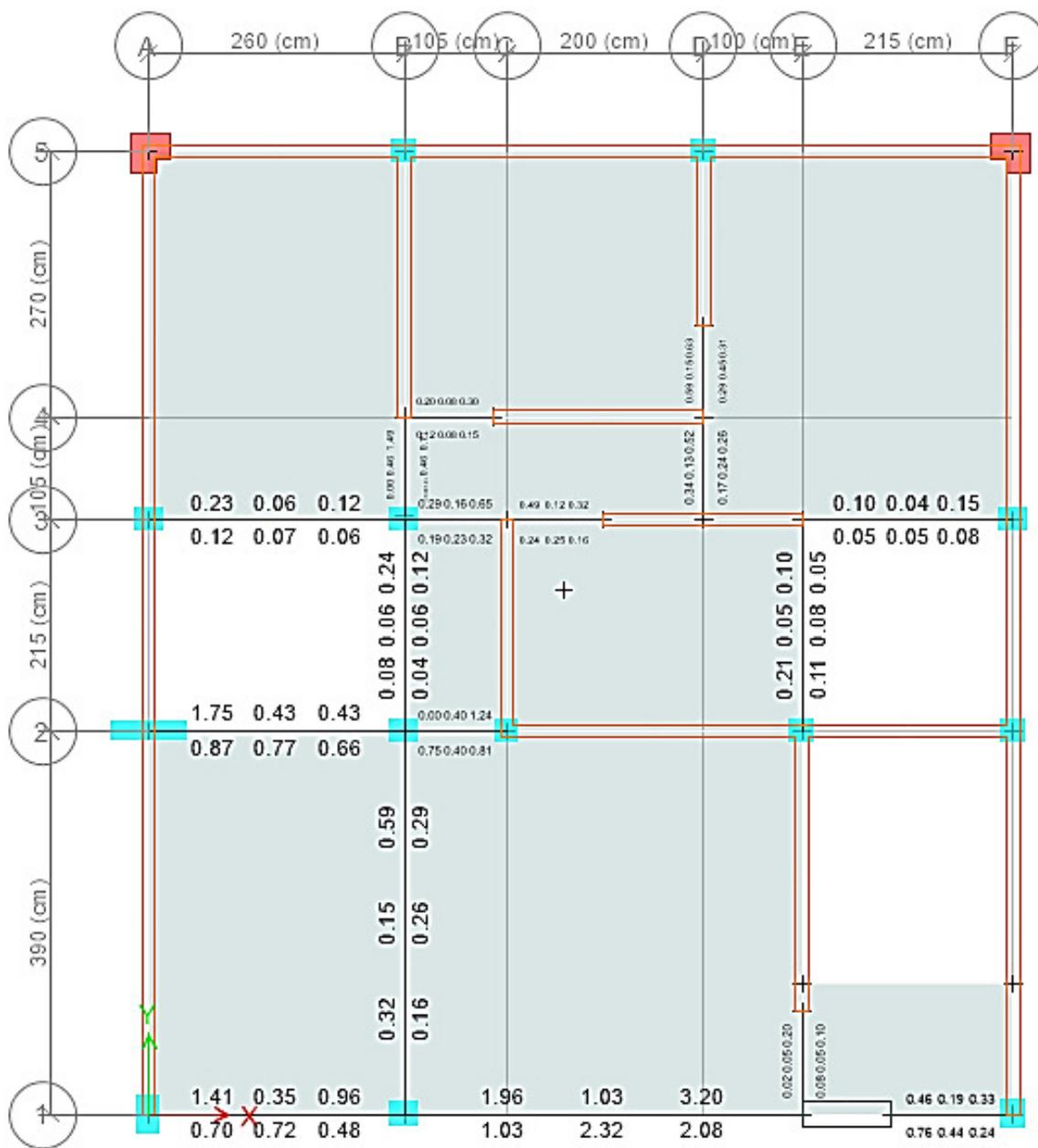
Área de acero en vigas del 1er piso



Nota. Elaboración propia.

Figura 26

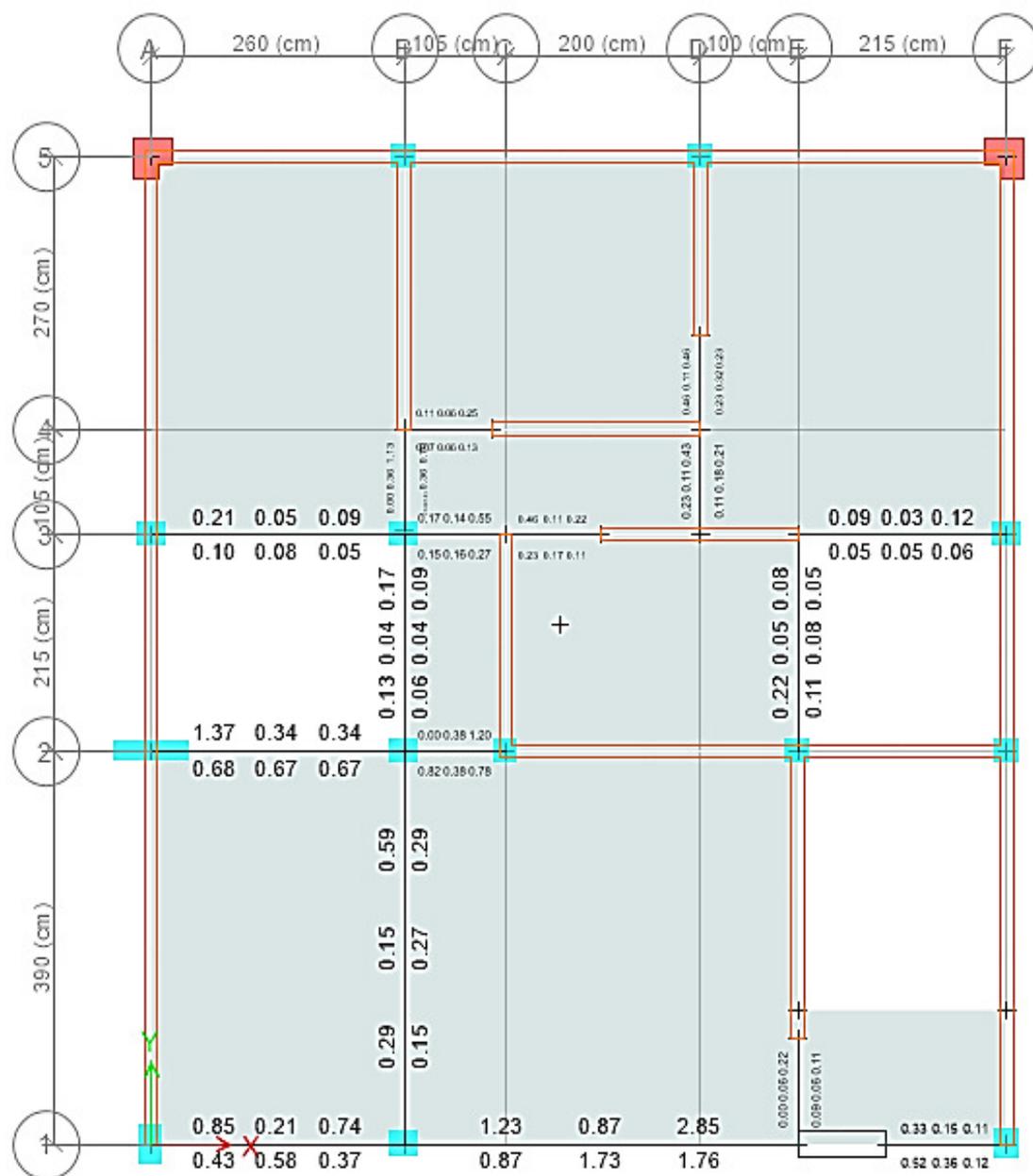
Área de acero en vigas del 2do piso



Nota. Elaboración propia.

Figura 27

Área de acero en vigas del 3er piso



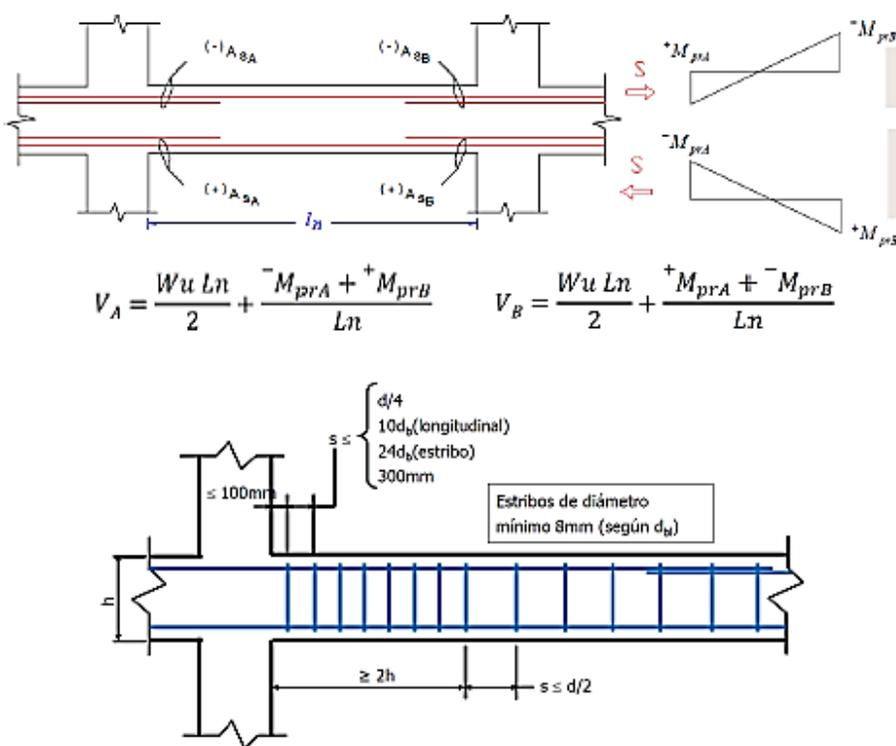
Nota. Elaboración propia.

C. Diseño por corte. La fuerza cortante de diseño V_u de los elementos en flexión, se determinará a partir de la suma de las fuerzas cortantes de las resistencias probables en flexión

($M_{pr}=M_n$) en los extremos de la luz libre del elemento y la fuerza cortante isostática calculada para las cargas de gravedad tributarias amplificadas.

Figura 28

Acero por corte en vigas de muros estructurales



Nota. Adaptado de “Acero por corte en vigas de muros estructurales” (p. 17), por EMEQ Ingenieros, 2021, Memoria de Calculo Estructural de un Edificio Destinado a Vivienda Multifamiliar.

w_d : Carga muerta = 1.254 tn/m $l_n = 3.85\text{m}$

w_l : Carga viva = 0.390 tn/m

w_u : Carga ultima = 2.055 tn/m

Lado Derecho

$M_n(i)$: Momento nominal positivo izquierdo = 7.78 tn-m

$M_n(d)$: Momento nominal negativo derecho = 7.78 tn-m

V_u : Cortante ultimo = 8.00 tn

V_n : Cortante nominal = 8.89 tn

V_s : Resistencia al corte del acero = 8.89 tn

A_v (3/8''): Área de acero del estribo = 1.42 cm²

Zona de Confinamiento

S: Espaciamiento de estribos en una longitud ($L_o = 2h$) = 22.81 cm

S1: Primer espaciamento de estribos ($A_v f_y d / V_s$) = 8.50 cm

S2: Segundo espaciamento de estribos ($d/4$) = 15.90 cm

S3: Tercer espaciamento de estribos ($10d_b$) = 22.87 cm

S4: Cuarto espaciamento de estribos ($24d_b$) = 30.00 cm

S: Espaciamento de estribo en zona de confinamiento = 8.00 cm

Longitud de Estribaje

L_{ol} : Longitud de estribaje = 80.00 cm

n: Numero de estribos = 10 estribos

Zona de Central

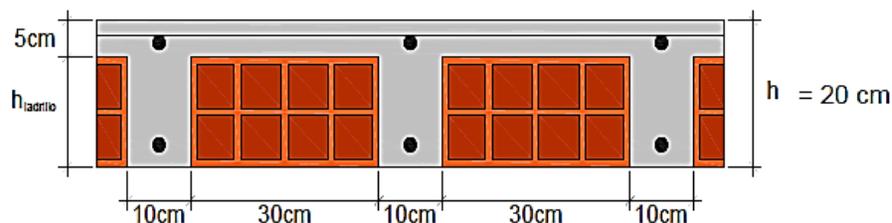
S1: Espaciamento de estribos en zona central ($d/2$) = 17.00 cm

Usar: 1@0.05, 8@0.10, [rto@0.15](#)

2.2.5.10. Diseño de losa aligerada

Figura 29

Sección típica de losa aligerada

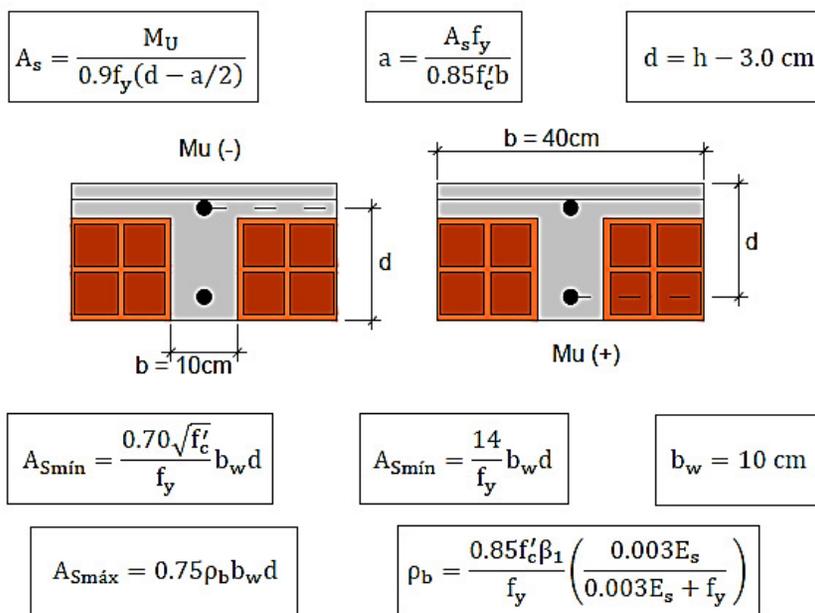


Nota. Adaptado de “Sección típica de losa aligerada” (p. 14), por EMEQ Ingenieros, 2021, Memoria de Calculo Estructural de un Edificio Destinado a Vivienda Multifamiliar.

A. Diseño por flexión

Figura 30

Sección típica de viguetas para el cálculo de refuerzo



Nota. Adaptado de “Sección típica de viguetas para el cálculo de refuerzo” (p. 14), por EMEQ Ingenieros, 2021, Memoria de Calculo Estructural de un Edificio Destinado a Vivienda Multifamiliar.

B. Diseño por corte

$$V_c: \text{Resistencia al corte del concreto} = 1.1(0.85)(0.53)\sqrt{f'_c}bd$$

C. Refuerzo por temperatura

$$A_s = 0.0018Bh_f$$

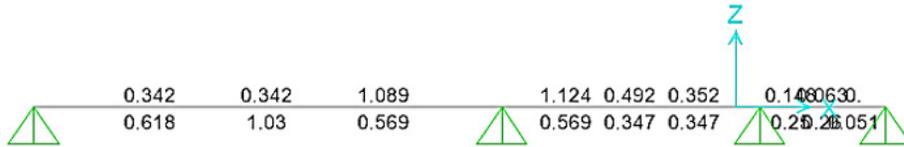
$$N^\circ \text{ varillas en } b = \frac{A_s}{\text{Área de la varilla}}$$

$$S = \frac{b}{N^\circ \text{ varillas en } b}$$

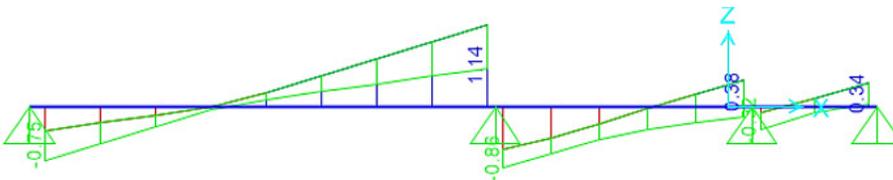
$S \leq 5h_f$ o $S \leq 45$ cm, se recomienda un espaciamiento máximo de 17.5 cm, para evitar el agrietamiento (h_f : espesor de la losa superior)

Figura 31

Área de acero y diagrama de fuerza cortante último en vigueta



Acero inferior corrido de 1/2", acero superior de 1/2"



$$V_u = 1.14Tn < \phi V_c = 1.22Tn \dots \text{ok}$$

Nota. Elaboración propia.

2.2.5.11. Diseño de columna

A. Diseño por flexo-compresión. La cuantía de refuerzo longitudinal no será menor que 1% ni mayor que 6% del área total de la sección transversal. El límite inferior del área de refuerzo longitudinal es para controlar las deformaciones dependientes del tiempo y para que el momento de fluencia exceda al momento de fisuración. El límite superior refleja principalmente la congestión del acero y por otra parte evitar obtener secciones de comportamiento frágil.

Tabla 41

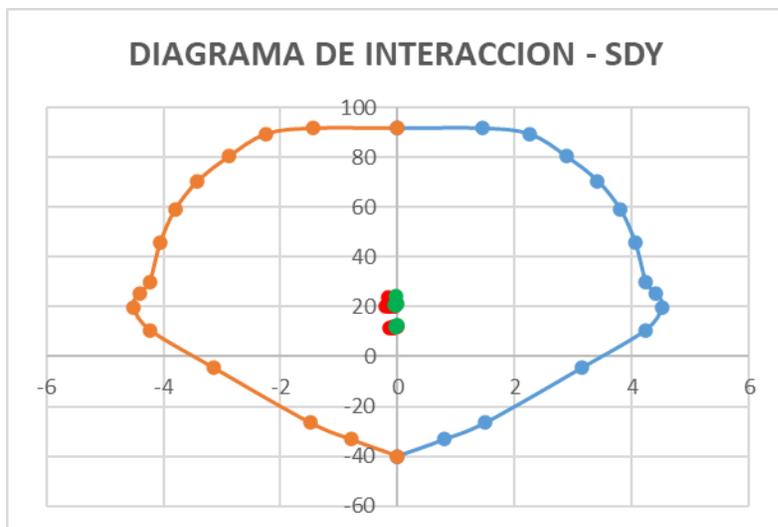
Diagrama de interacción de la columna C-4 para el sismo Y

Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	91.741	0	0	91.741	0	0
2	91.741	-1.4423	1.6551	91.741	1.4423	0
3	89.4327	-2.2495	2.592	89.4327	2.2495	0
4	80.5152	-2.8758	3.3245	80.5152	2.8758	0
5	70.4599	-3.415	3.9482	70.4599	3.415	0
6	59.0086	-3.799	4.4357	59.0086	3.799	0
7	45.6914	-4.0524	4.7877	45.6914	4.0524	0
8	29.8187	-4.2357	5.0025	29.8187	4.2357	0
9	25.5332	-4.4038	5.2403	25.5332	4.4038	0
10	19.8542	-4.5112	5.45	19.8542	4.5112	0
11	10.5876	-4.2204	5.1805	10.5876	4.2204	0
12	-4.3653	-3.1501	4.1417	-4.3653	3.1501	0
13	-26.5234	-1.4956	2.4459	-26.5234	1.4956	0
14	-33.2591	-0.7949	0.9907	-33.2591	0.7949	0
15	-39.9948	0	0	-39.9948	0	0

Nota. Elaboración propia.

Figura 32

Diagrama de interacción de la columna C-4 para el sismo Y

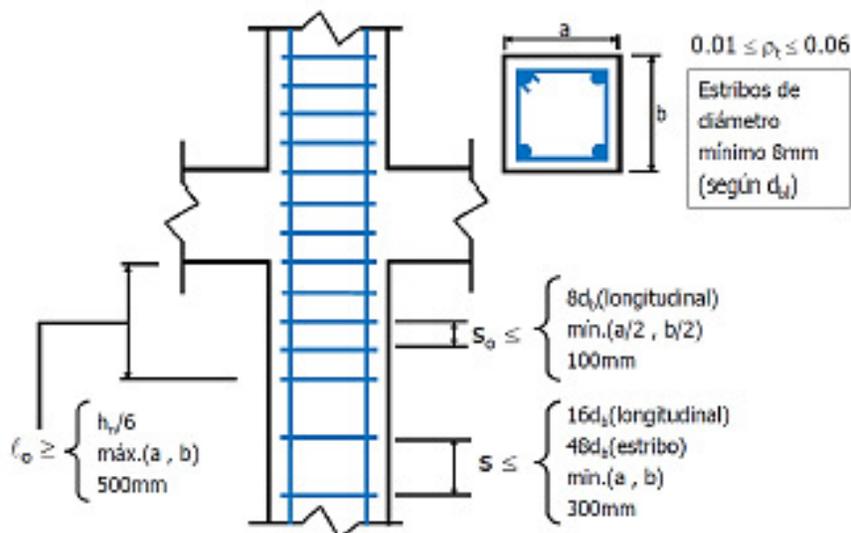
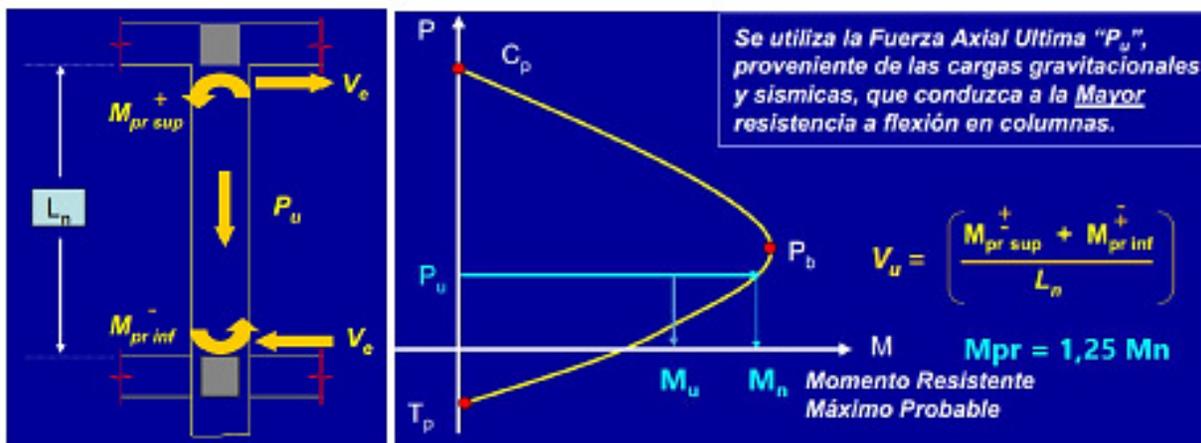


Nota. Elaboración propia.

B. Diseño por corte. La fuerza cortante de diseño V_u se debe determinar considerando las máximas fuerzas que se puedan generar en las caras de los nudos en cada extremo del elemento. Estas fuerzas se deben determinar usando las resistencias máximas probables en flexión ($M_{pr} = M_n$) en cada extremo del elemento, correspondientes al rango de cargas axiales amplificadas P_u que actúan en él.

Figura 33

Acero por corte en columnas de muros estructurales



Nota. Adaptado de "Acero por corte en columnas de muros estructurales" (p. 19), por EMEQ Ingenieros, 2021, Memoria de Calculo Estructural de un Edificio Destinado a Vivienda Multifamiliar.

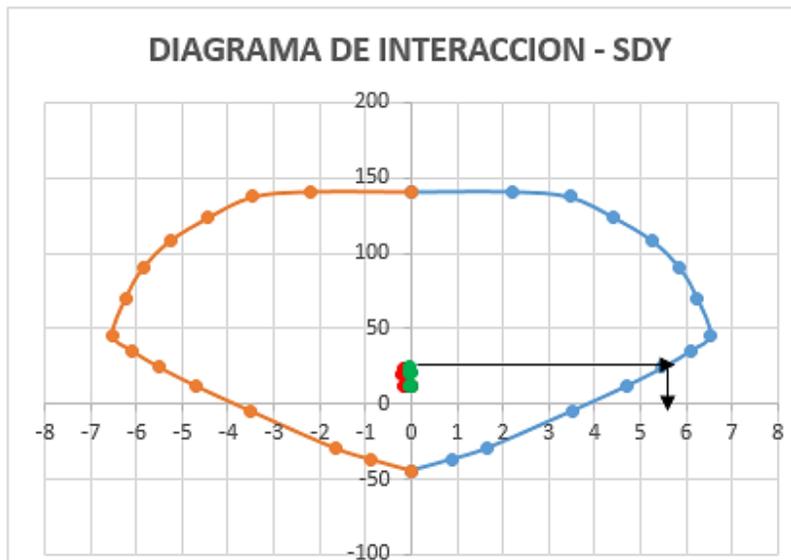
Tabla 42*Diagrama de interacción de momento nominal de la columna C-4 para el sismo Y*

Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	141.14	0	0	1	141.14	0	0
2	141.14	2.219	-2.5463	2	141.14	-2.219	0
3	137.5888	3.4607	-3.9878	3	137.5888	-3.4607	0
4	123.8695	4.4244	-5.1146	4	123.8695	-4.4244	0
5	108.3998	5.2539	-6.0741	5	108.3998	-5.2539	0
6	90.7825	5.8445	-6.8242	6	90.7825	-5.8445	0
7	70.2945	6.2344	-7.3657	7	70.2945	-6.2344	0
8	45.8748	6.5164	-7.6961	8	45.8748	-6.5164	0
9	35.3788	6.1019	-7.2609	9	35.3788	-6.1019	0
10	24.1505	5.4874	-6.6293	10	24.1505	-5.4874	0
11	11.764	4.6894	-5.7561	11	11.764	-4.6894	0
12	-4.8504	3.5001	-4.6018	12	-4.8504	-3.5001	0
13	-29.4705	1.6618	-2.7176	13	-29.4705	-1.6618	0
14	-36.9545	0.8832	-1.1008	14	-36.9545	-0.8832	0
15	-44.4386	0	0	15	-44.4386	0	0

Nota. Elaboración propia.

Figura 34

Diagrama de interacción de momento nominal de la columna C-4 para el sismo Y



Nota. Elaboración propia.

Mni: Momento nominal negativo= 5.50 tn-m

Mns Momento nominal positivo = 5.50 tn-m

Hn: Altura libre de la columna = 2.6m

Vu: Cortante ultimo =4.23 tn

Vs: Resistencia al corte del acero =4.98 tn

Av (3/8"): Área de acero del estribo = 1.42 cm²

Fy: Esfuerzo de fluencia del acero = 4200 kg/cm²

d: Peralte efectivo de la sección = 19cm

dbl: Diámetro de la barra longitudinal = 1.5875 cm

dbt: Diámetro de la barra del estribo = 0.9525 cm

a: Lado mayor de la sección = 30cm

b: Lado menor de la sección = 25 cm

Zona de Confinamiento

s1: Primer espaciamiento de estribos ($A_v f_{yd}/V_s$) = 22.77 cm

s2: Segundo espaciamiento de estribos (8dbl) = 12.7cm

s3: Tercer espaciamiento de estribos ($\min[b,h]/2$) = 12.5 cm

s4: Cuarto espaciamiento de estribos (0.10m) = 10 cm

s: Espaciamiento de estribos en una longitud L_o (m) = 10 cm

Zona de Central

s1: Primer espaciamiento de estribos a L_o (16dbl) = 25.40 cm

s2: Segundo espaciamiento de estribos a L_o (48dbl) = 45.72 cm

s3: Tercer espaciamiento de estribos ($\min[b,h]$) = 25 cm

s4: Cuarto espaciamiento de estribos (0.30m) = 30 cm

s= 25.00 cm; Ok

Longitud de Estribaje

lo1: Primera longitud L_o ($h_n/6$) = 43.33 cm

lo2: Segunda longitud L_o ($\max[b,h]$) = 30.00 cm

lo3: Tercera longitud L_o (0.50m) = 50.00 cm

lo = 50.00 cm; Ok

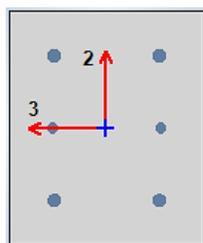
n: Número de estribos = 5 estribos

Usar: 1@0.05,5@0.10, rto0.25

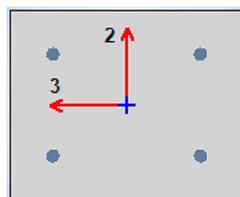
1er Piso 1@0.05,6@0.10, 4@0.15, rto0.20

Figura 35

Sección y área de acero en columnas



C-2 (0.25x0.30)
6Ø5/8"

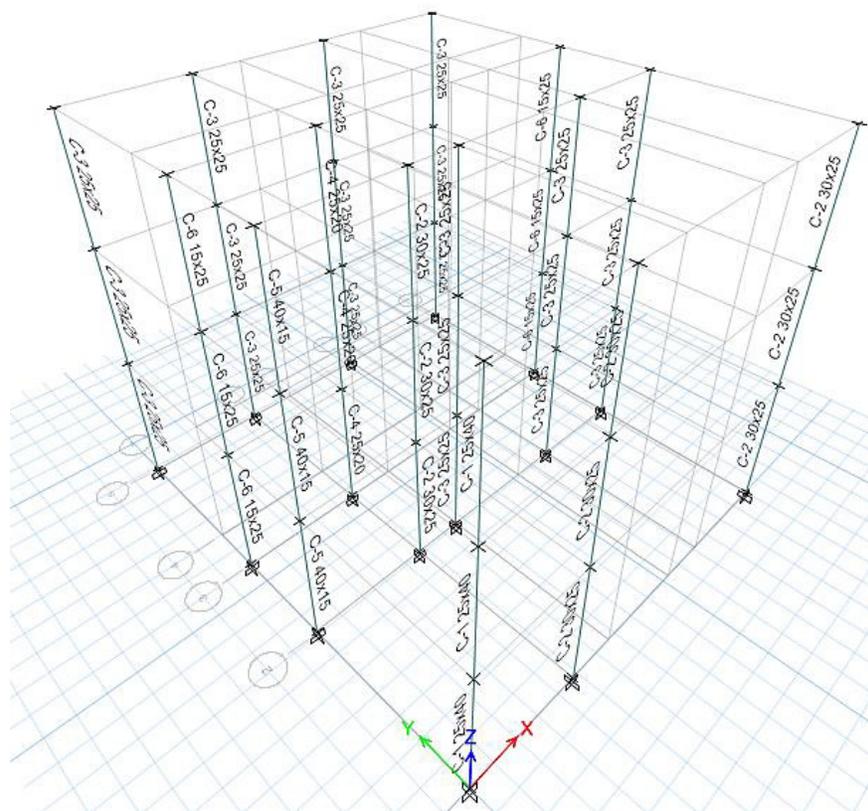


C-4 (0.20x0.25)
6Ø1/2"

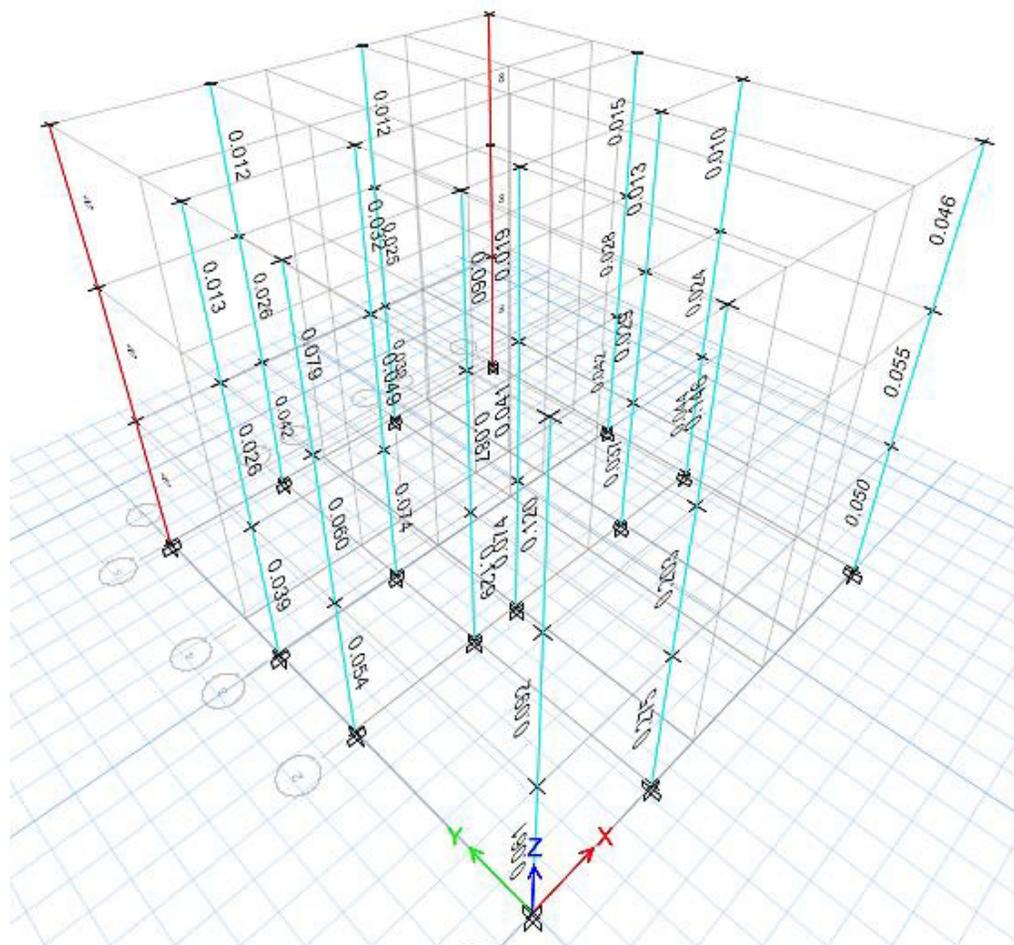
Nota. Elaboración propia.

Figura 36

Ubicación de las columnas C-2 y C-4



Nota. Elaboración propia.

Figura 37*Relación demanda / capacidad*

Nota. Elaboración propia.

Para la columna C-2, el estribaje será $3/8''\text{Ø}: 9@0.05, 6@0.10, 4@0.15, \text{rto}@0.20$ c/e

Para la columna C-4, el estribaje será $3/8''\text{Ø}: 5@0.05, 4@0.10, 4@0.15, \text{rto}@0.20$ c/e

2.2.5.12. Diseño de placas

A. Diseño por flexo-compresión. La cuantía de refuerzo horizontal no será menor que 0.002 y la cuantía de refuerzo vertical no será menor que 0.0015.

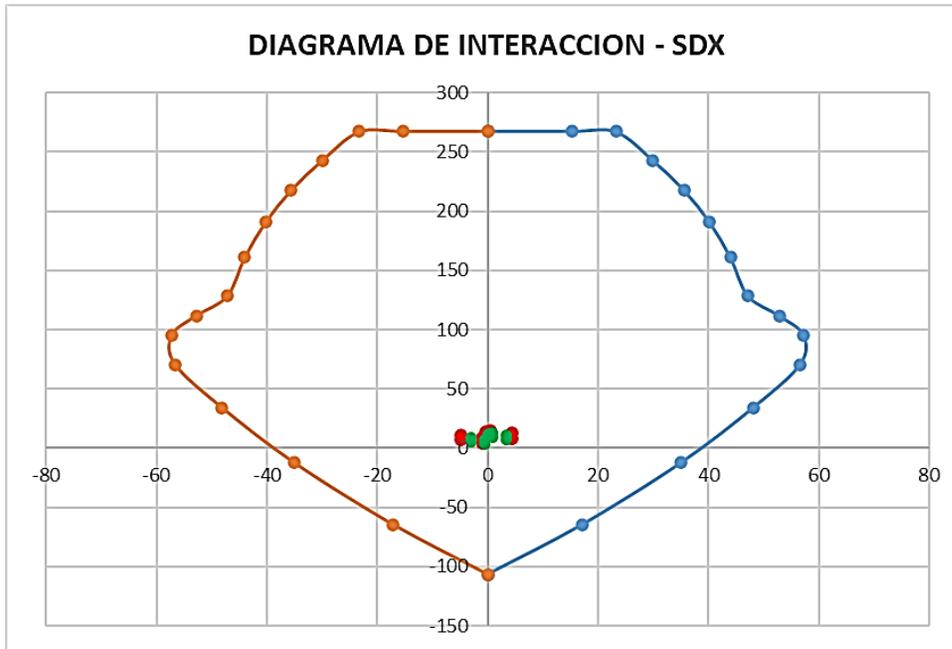
Tabla 43*Diagrama de interacción de la placa PL-1 para el sismo X*

Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	267.9376	0	0	267.9376	0	0
2	267.9376	0	15.3471	267.9376	0	-15.3471
3	267.3075	0	23.2894	267.3075	0	-23.2894
4	243.2399	0	29.9456	243.2399	0	-29.9456
5	218.1353	0	35.5704	218.1353	0	-35.5704
6	190.9836	0	40.2333	190.9836	0	-40.2333
7	161.2581	0	44.0172	161.2581	0	-44.0172
8	128.4887	0	47.1937	128.4887	0	-47.1937
9	111.9438	0	52.8107	111.9438	0	-52.8107
10	95.538	0	57.2507	95.538	0	-57.2507
11	70.8409	0	56.6879	70.8409	0	-56.6879
12	34.341	0	48.2106	34.341	0	-48.2106
13	-12.4561	0	35.0438	-12.4561	0	-35.0438
14	-64.5995	0	17.187	-64.5995	0	-17.187
15	-106.8153	0	0	-106.8153	0	0

Nota. Elaboración propia.

Figura 38

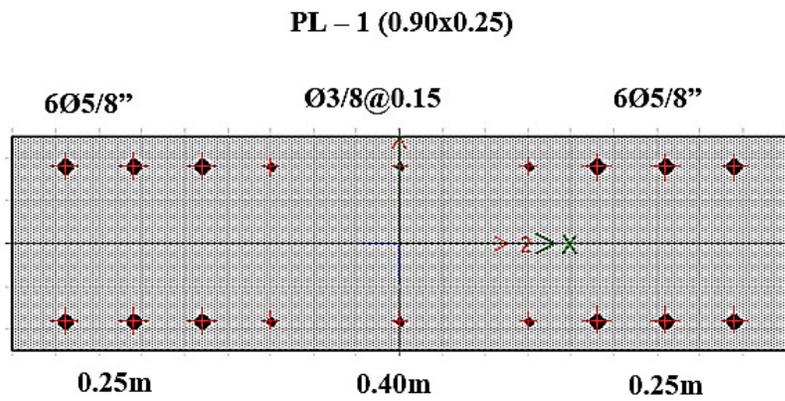
Diagrama de interacción de la placa PL-1 para el sismo X



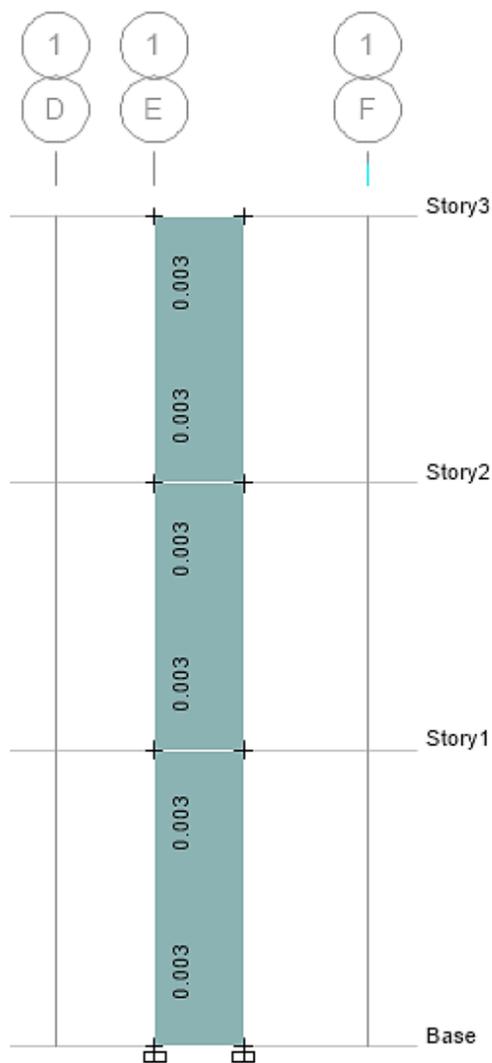
Nota. Elaboración propia.

Figura 39

Sección y área de acero en placa



Nota. Elaboración propia.

Figura 40*Relación demanda / capacidad*

Nota. Elaboración propia.

B. Diseño por corte. En los muros en aquellas zonas donde se espera fluencia por flexión del refuerzo vertical como producto de la respuesta sísmica inelástica de la estructura, el cortante ultimo de diseño V_u tendrá que ajustarse a la capacidad en flexión instalada del muro mediante:

$$V_u = V_{\mu a} \left(\frac{M_n}{M_{\mu a}} \right)$$

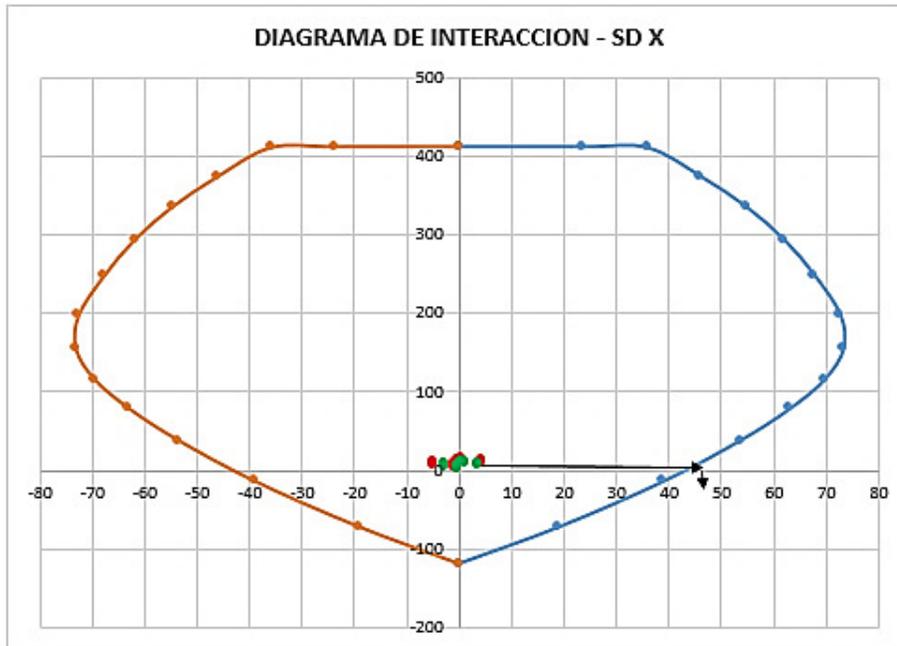
Tabla 44*Diagrama de interacción de momento nominal de la placa PL-1 para el sismo X*

Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	412.2117	0	0	412.2117	0	0
2	412.2117	0	23.6109	412.2117	0	-23.6109
3	411.2422	0	35.8298	411.2422	0	-35.8298
4	374.2153	0	46.0701	374.2153	0	-46.0701
5	335.5927	0	54.7236	335.5927	0	-54.7236
6	293.821	0	61.8974	293.821	0	-61.8974
7	248.0895	0	67.7187	248.0895	0	-67.7187
8	197.675	0	72.6057	197.675	0	-72.6057
9	155.1092	0	73.1745	155.1092	0	-73.1745
10	116.2118	0	69.6394	116.2118	0	-69.6394
11	78.7121	0	62.9866	78.7121	0	-62.9866
12	38.1566	0	53.5674	38.1566	0	-53.5674
13	-13.8402	0	38.9375	-13.8402	0	-38.9375
14	-71.7772	0	19.0967	-71.7772	0	-19.0967
15	-118.6836	0	0	-118.6836	0	0

Nota. Elaboración propia.

Figura 41

Diagrama de interacción de momento nominal de la columna C-4 para el sismo Y



Nota. Elaboración propia.

Mua: Momento ultimo amplificado = 4.46 tn-m

Vua: Cortante ultimo amplificado = 2.51 tn

Mn: Momento nominal = 47.00 tn-m

Vu: Cortante ultimo = 15.08 tn

Pu: Carga axial ultimo = 12.79 tn

Ag: Área de la sección de la placa = 0.225 m²

$0.1Agf'c = 47.25$ tn,

Como $0.1Agf'c > Pu$, entonces considerar solo el aporte de Vs

d: Peralte efectivo = 72 cm

Vc: Resistencia al corte del concreto = 11.06 tn

Vs: Resistencia al corte del refuerzo transversal = 17.74 tn

S1: Espaciamiento del refuerzo horizontal = 24.21 cm

Asmin: Acero mínimo = 6.25 cm²/m

Av: Área del acero transversal = 1.42 cm²

n°: Numero de refuerzo horizontal = 4.40 varillas/m

S2: Espaciamiento del refuerzo horizontal = 22.72 cm

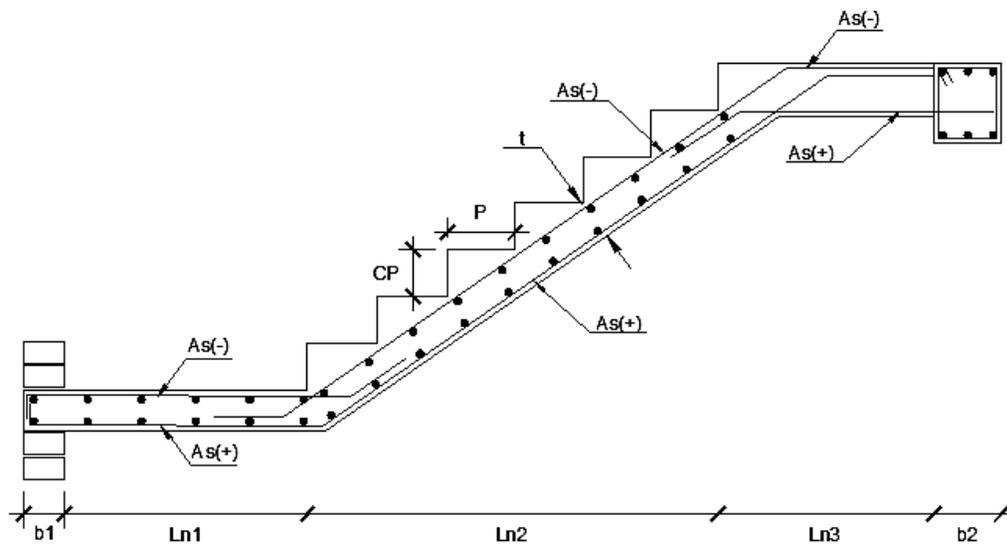
S: Espaciamiento de refuerzo horizontal = 22.00 cm

Usar Doble Malla: $\phi = 3/8'' @ 0.20 m$

2.2.5.13. Diseño de escalera

Figura 42

Detalle de corte de escalera



Nota. Elaboración propia.

Tabla 45*Propiedades de la escalera*

PROPIEDADES DE LA ESCALERA	
γ_c : Peso específico del concreto (tn/m ³)	2.40
f'_c : Esfuerzo de compresión del concreto (kg/cm ²)	210.00
f_y : Esfuerzo de fluencia del acero (kg/cm ²)	4200.00
S/C: Sobrecarga en escalera (tn/m ²)	0.20
P. AC.: Peso de acabados (tn/m ²)	0.12
P: Dimensión del paso (m)	0.25
CP: Dimensión del contrapaso (m)	0.17
b1: Base del apoyo izquierdo (m)	0.15
b2: Base del apoyo derecho (m)	0.25
Ln1: Luz libre del primer descanso (m)	1.00
Ln2 Luz libre del tramo inclinado (m)	1.50
Ln3 Luz libre del segundo descanso (m)	1.20
b: Base de sección de escalera (m)	1.00
t: Espesor de la garganta (Ln/20)	0.19
d: Peralte efectivo de la escalera (m)	0.16
hm: Espesor promedio del tramo inclinado (m)	0.31

Nota. Elaboración propia.

Metrados de carga

P. PROP.: Peso propio (tn/m)

P. AC.: Peso actuante (tn/m)

Wd: Carga muerta (tn/m)

Wl: Carga viva (tn/m)

Wu: Carga última (tn/m)

Tabla 46*Cargas actuantes en la escalera*

Tramos	Descanso	Tramo	Descanso
P. PROP.(tn/m) =	0.44	0.74	0.44
P. AC.(tn/m) =	0.12	0.12	0.12
Wd (tn/m) =	0.56	0.86	0.56
Wl (tn/m) =	0.20	0.20	0.20
Wu (tn/m) =	1.13	1.55	1.13

Nota. Elaboración propia.

Análisis estructural

R1: Reacción en el apoyo "A" (tn)

X: Distancia donde el momento es máximo: (m)

Mmax: Momento máximo (tn.m)

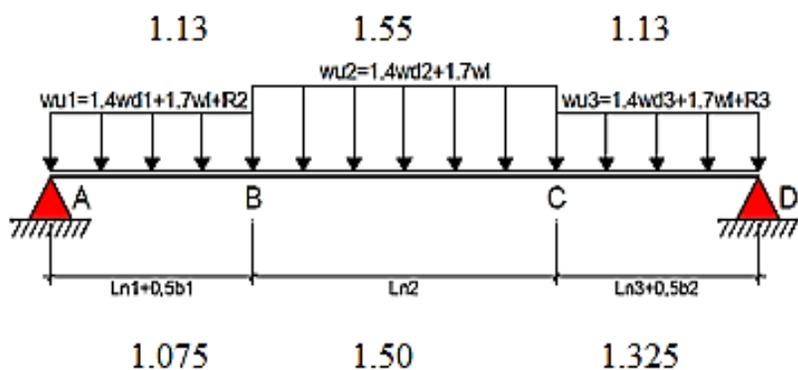
Figura 43*Modelo estructural de carga última en escalera**Nota.* Elaboración propia.

Tabla 47*Momento en la escalera*

Análisis	
R1 (tn) =	2.53
x (m) =	1.93
Mmax (tn.m) =	2.64
Mdis (kg.cm) =	263577.99

Nota. Elaboración propia.

Diseño por flexión y corte:

As: Área de acero (cm²) ϕ : Factor de reducción de resistencia por flexión (0.90) ϕ : Factor de reducción de resistencia por corte (0.85)

n°: Número de varillas

e1: Espaciamiento de acero

Vc: Resistencia al cortante del concreto

Vn: Cortante nominal

Vu: Fuerza cortante ultimo

Tabla 48*Refuerzo en la escalera*

DISEÑO POR FLEXIÓN			
As (cm ²) =	3.33	As-(cm ²) =	2.33
As+ (cm²) =	4.66	As-(cm²) =	3.33
$\phi(3/8") =$	0.71	$\phi(3/8") =$	0.71
n° varillas =	7	n° varillas =	5
e1 (cm) =	0.15	e1 (cm) =	0.21

Nota. Elaboración propia.

Tabla 49*Fuerza cortante en la escalera*

DISEÑO POR CORTE	
Vc (tn) =	14.21
Vn (tn) =	14.21
$\phi Vn(tn) =$	12.08
Vu (tn) =	2.53
∴	Ok

Nota. Elaboración propia.

2.2.5.14. Diseño de cimentación. El análisis y diseño de la cimentación se realizó con la aplicación del software safe 2016 donde emplea el método de elementos finitos para el cálculo de las presiones actuantes sobre el terreno.

Cabe precisar que para el análisis de la cimentación las cargas se exportaron desde la superestructura del programa etabs 2016 al programa safe 2016.

A. Capacidad portante. Se ha trabajado con un desplante de $D_f = 1.50$ m y con una capacidad portante del suelo de $q_{adm} = 2.5$ kg/cm².

B. Combinación de carga. Se ha trabajado con las siguientes combinaciones de carga para encontrar la envolvente de esfuerzos sobre los elementos de la estructura:

$$\text{Presión 1} = D + L$$

$$\text{Presión 2} = D + L + SX$$

$$\text{Presión 3} = D + L - SX$$

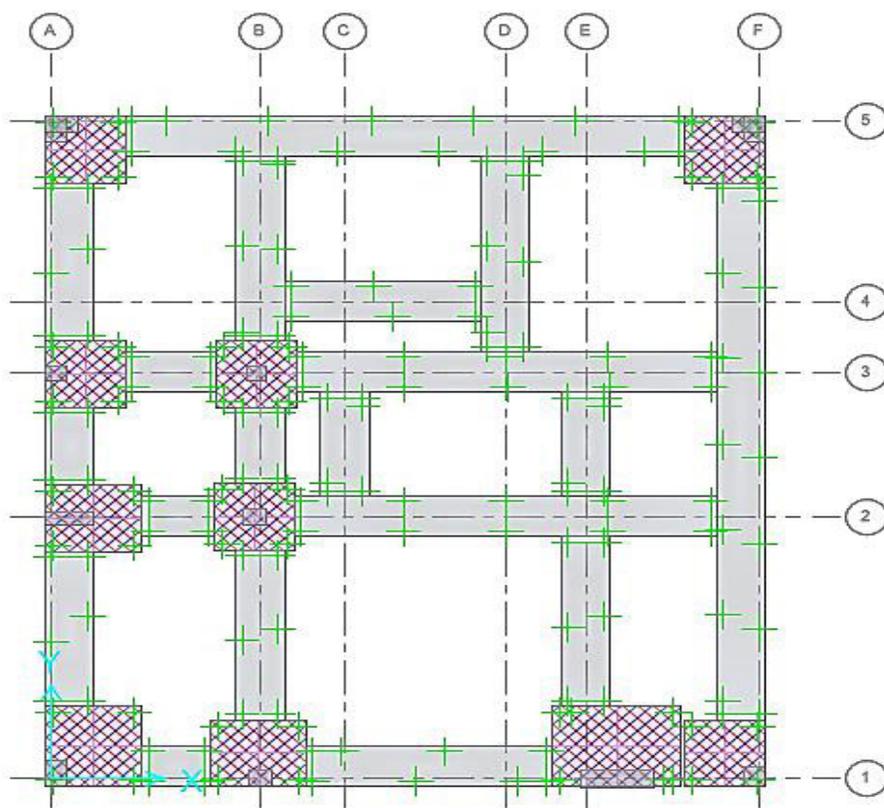
$$\text{Presión 4} = D + L + SY$$

$$\text{Presión 5} = D + L - SY$$

C. Verificación de la capacidad portante del suelo. Para los casos de carga que incluyen efectos del sismo, la presión del suelo se incrementa en un 30% según lo indica la norma E060. Por tanto, la presión admisible del suelo será como sigue $q_{adm} = 1.30 \times 2.50 = 3.25 \text{ kg/cm}^2$. En los diagramas se observa que la presión máxima que actúan sobre el terreno son menores a la requerida.

Figura 44

Modelo estructural de cimentación



Nota. Elaboración propia.

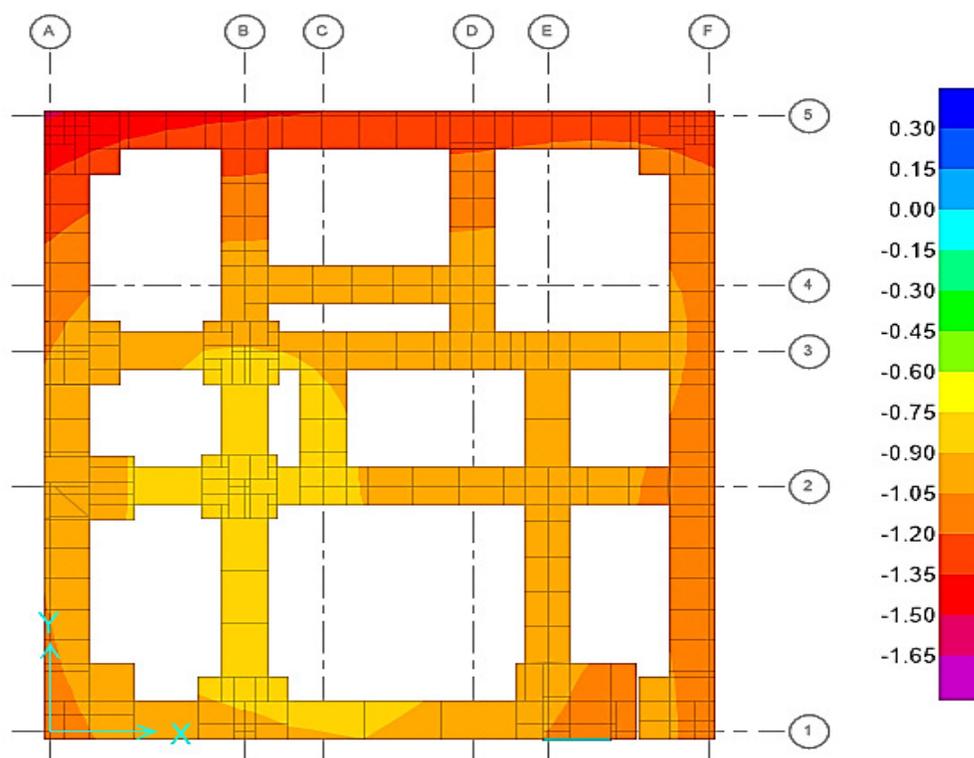
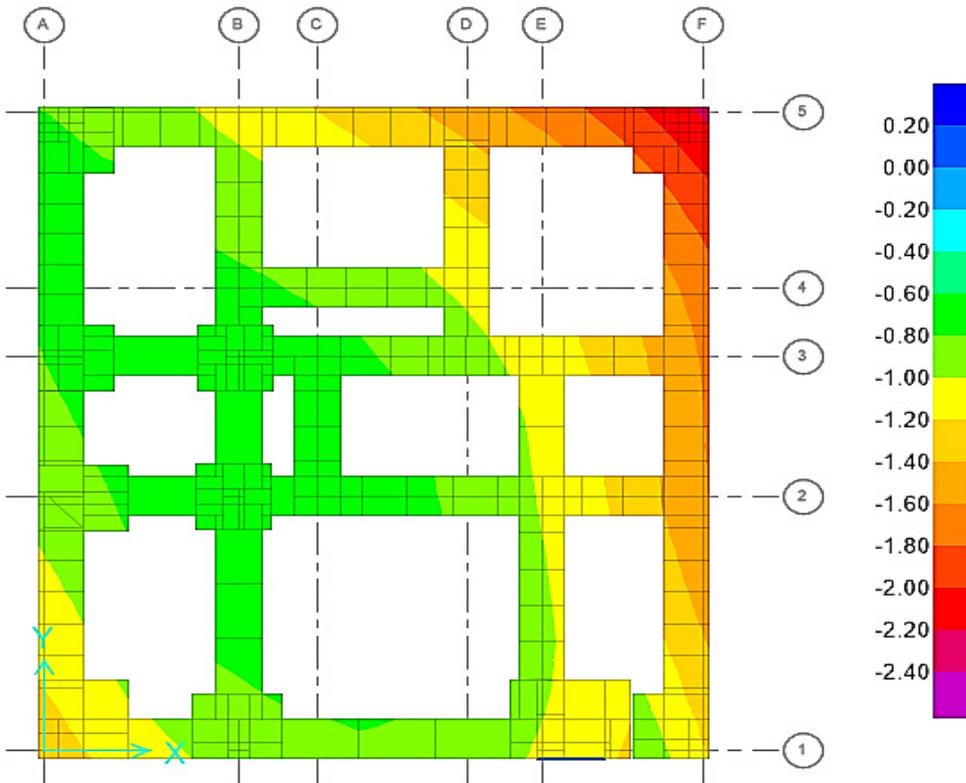
Figura 45*Presión 1 sobre el terreno**Nota.* Elaboración propia.

Figura 46*Presión 2 sobre el terreno*

Nota. Elaboración propia.

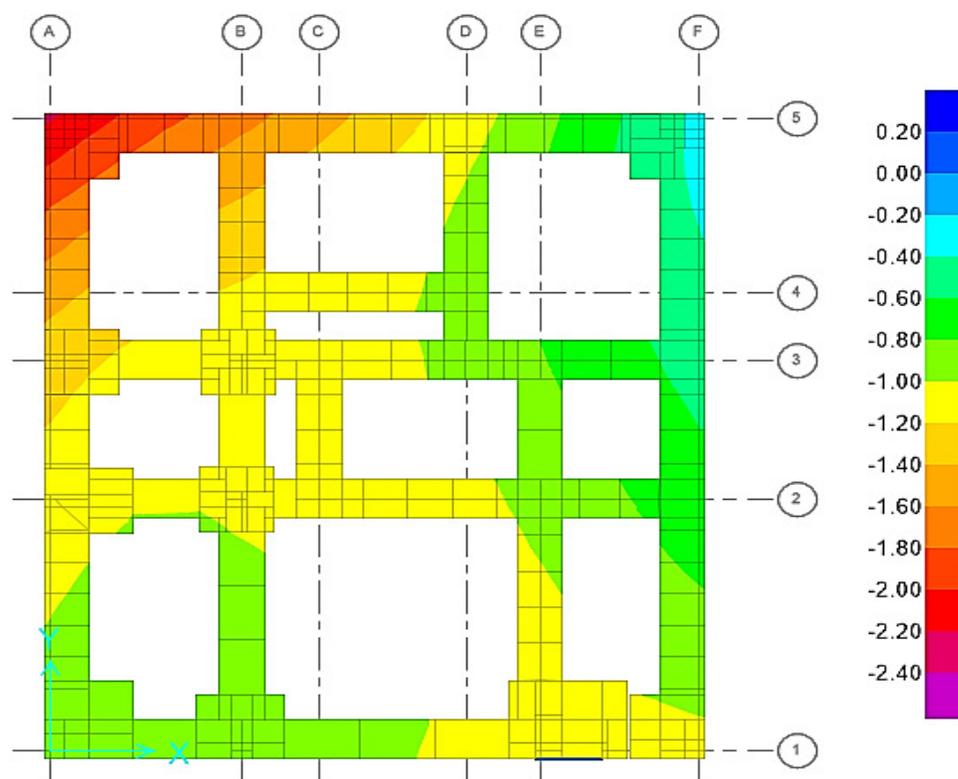
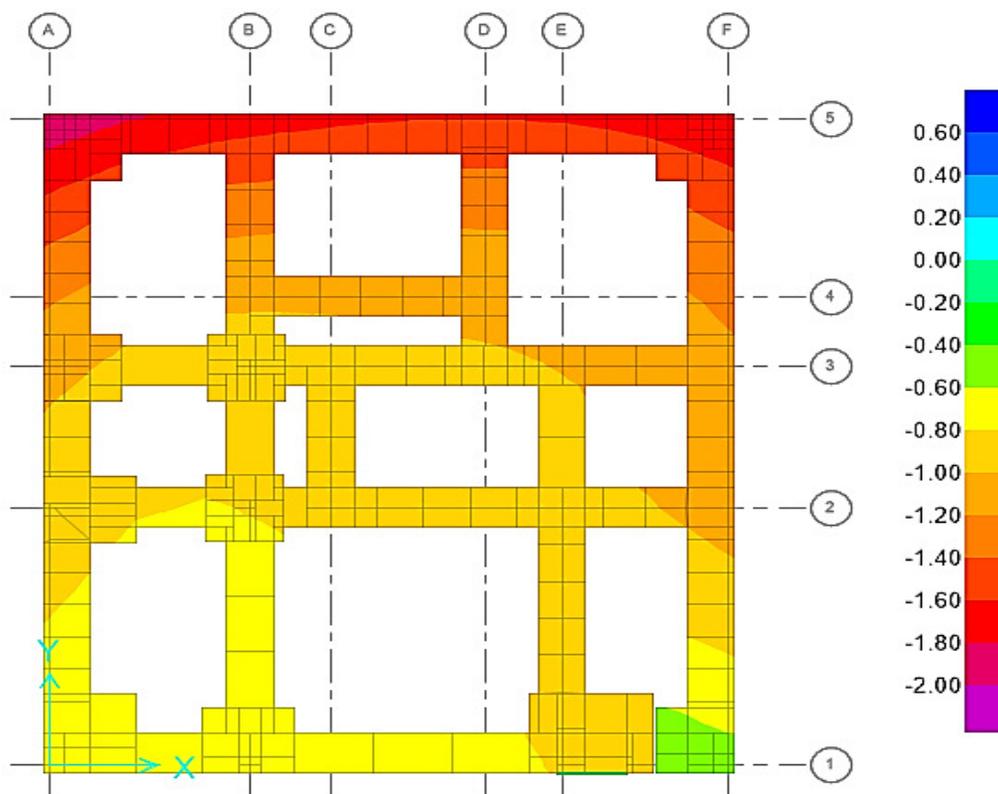
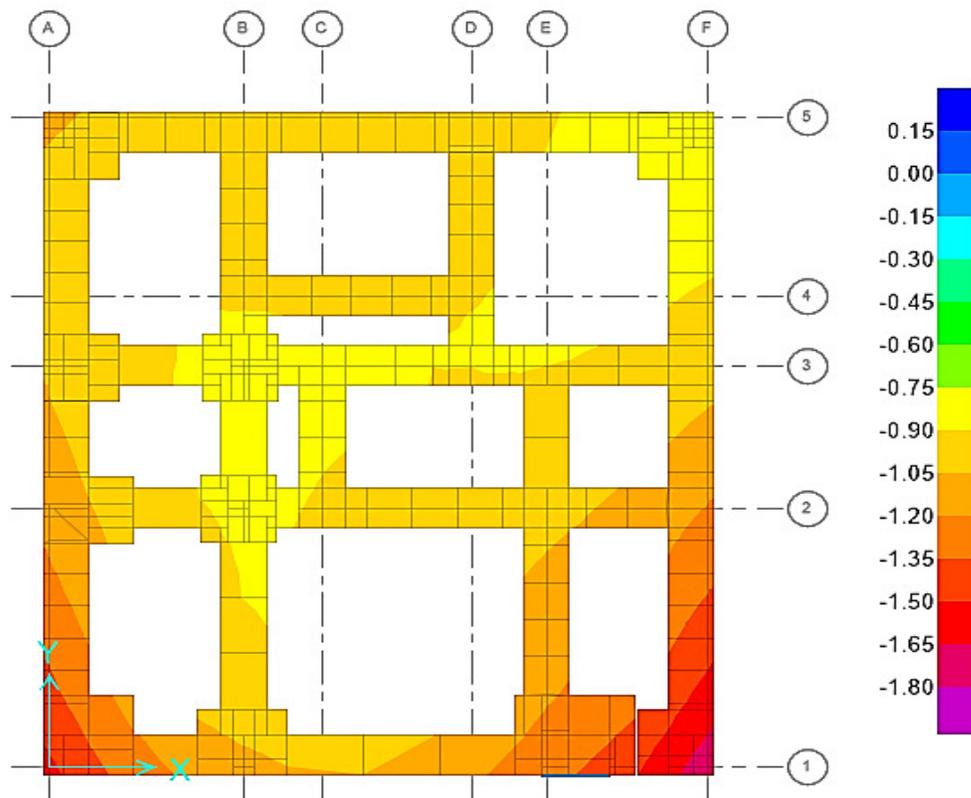
Figura 47*Presión 3 sobre el terreno**Nota.* Elaboración propia.

Figura 48

Presión 4 sobre el terreno



Nota. Elaboración propia.

Figura 49*Presión 5 sobre el terreno*

Nota. Elaboración propia.

El máximo esfuerzo encontrado en el suelo corresponde a la presión 2 y presión 3 el cual es de 2.40 kg/cm², el cual es aceptable para las condiciones de suelo existentes, a la vez se aprecia que la mayoría de las presiones son negativas por lo que no existe volteo

2.8.6. Resultados

2.8.6.1. Desplazamiento relativo según la norma E070 del 2006 y propuesta del 2019

Según la **Tabla 50** se observa que los desplazamientos relativos en la dirección X no presenta variación en todos los niveles de la edificación tanto para la norma E070 del 2006 así como para la norma propuesta del 2019. De la misma forma los desplazamientos relativos en la dirección Y no presentan variación para ambas normas como se puede ver en la **Tabla 51**.

Tabla 50

Desplazamiento relativo en X con la norma E070 del 2006 y propuesta del 2019

Story	Load Case/Combo	2006	2019	Variación
		Drift X	Drift X	
Story3	DRIFT Max	0.00018	0.00018	0.00000
Story2	DRIFT Max	0.00023	0.00023	0.00000
Story1	DRIFT Max	0.00018	0.00018	0.00000

Nota. Elaboración propia.

Tabla 51

Desplazamiento relativo en Y con la norma E070 del 2006 y propuesta del 2019

Story	Load Case/Combo	2006	2019	Variación
		Drift Y	Drift Y	
Story3	DRIFT Max	0.00007	0.00007	0.00000
Story2	DRIFT Max	0.00008	0.00009	0.00000
Story1	DRIFT Max	0.00007	0.00007	0.00000

Nota. Elaboración propia.

2.8.6.2.Fuerza cortante mínima en el 1er piso de la edificación.

Según la **Tabla 52** se observa que la fuerza cortante mínima en la dirección X en el 1er nivel presentan una variación mínima en la fuerza dinámica y fuerza estática tanto para la norma E070 del 2006 así como para la norma propuesta del 2019, así mismo del análisis de la vivienda con ambas normas la fuerza cortante mínima resultan el 75% por lo que no cumple con lo establecido por la norma E030 el cual es que la fuerza cortante mínima es el 80%, para lograr este último se corrige la fuerza dinámica mediante un factor escala que para este caso según la norma E070 del 2006 es de 1.0801 y para la norma propuesta del 2019 el factor escala es de 1.0793, con esto logramos llegar al 81% de fuerza cortante mínima como se puede ver en la **Tabla 53**, sin

embargo, la fuerza cortante mínima en la dirección Y cumple con el porcentaje establecido por la norma el cual es el 80%, tal como se observa en la **Tabla 54**.

Tabla 52

Cortante mínimo en la dirección X con la norma E070 del 2006 y propuesta del 2019

			2006	2019	
Story	Load Case/Combo	Location	VX (tonf)	VX (tonf)	Variación
Story1	SDX Max	Bottom	37.74	38.60	0.86
Story1	SEX	Bottom	-50.33	-51.44	-1.11
Cortante Mínimo			75%	75%	0.00
Factor Scale - Est. Regular			1.0801	1.0793	

Nota. Elaboración propia

Tabla 53

Cortante mínimo corregido en la dirección X con la norma E070 del 2006 y propuesta del 2019

			2006	2019
Story	Load Case/Combo	Location	VX (tonf)	VX (tonf)
Story1	SDX Max	Bottom	40.77	41.66
Story1	SEX	Bottom	-50.33	-51.44
Cortante Mínimo Corregido			81%	81%

Nota. Elaboración propia.

Tabla 54

Cortante mínimo en la dirección Y con la norma E070 del 2006 y propuesta del 2019

Story	Load Case/Combo	Location	2006	2019	Variación
			VY (tonf)	VY (tonf)	
Story1	SDY Max	Bottom	43.40	44.40	1.00
Story1	SEY	Bottom	-50.33	-51.44	-1.11
Cortante Mínimo			86%	86%	0.00
Factor Scale - Est. Regular			1.0000	1.0000	

Nota. Elaboración propia.

2.8.6.3. Fuerza cortante última y momento flector último

Para dirección X-X.

Como se puede observar en las **Tabla 55**, **Tabla 56** y **Tabla 57**, en el 1er piso las fuerzas cortantes últimas en la dirección X y la dirección Y obtenidas producto de la aplicación de la norma E070 del 2006 es menor respecto a la aplicación de la norma propuesta del 2006, esta variación es producto del cambio del factor de reducción de la resistencia al corte de la esbeltez, puesto que para la norma E070 del 2006 el factor de reducción al corte por esbeltez depende de la fuerza cortante y momento flector por sismo moderado y de la longitud del muro, sin embargo, según la norma propuesta del 2019 dicho factor depende de la longitud y altura del muro. En los pisos 2 y 3, existen también pequeñas variaciones de las fuerzas y estos también obedecen al cambio en su determinación del factor de reducción de la resistencia al corte de la esbeltez.

El momento flector último, de la misma forma que la fuerza cortante ultima presenta cambios en los resultados producto de la aplicación de las normas E070 del 2006 y la propuesta del 2019. La variación de los resultados es debido al factor de reducción al corte por esbeltez y también de la estructuración de las columnas de confinamiento de los muros, ya que según la

norma E070 del 2006 el peralte mínimo es de 15 cm y según la norma propuesta del 2019 las columnas de confinamiento tienen un peralte mínimo de 25 cm.

Tabla 55

Fuerza cortante última y momento flector último en dirección X del 1er piso con la norma E070 del 2006 y propuesta del 2019

Fuerza cortante última				Momento flector último			
1er piso	2006	2019		1er piso	2006	2019	
MURO	Vu (Tn)	Vu (Tn)	Variación	MURO	Mu (Tn-m)	Mu (Tn-m)	Variación
MX1	7.80	7.87	0.07	MX1	13.82	13.93	0.10
MX2	55.43	56.33	0.90	MX2	139.62	138.02	-1.60
MX3	6.88	6.97	0.09	MX3	18.72	18.82	0.11
MX4	6.98	7.07	0.09	MX4	19.16	19.26	0.10
MX5	50.35	51.49	1.14	MX5	226.29	219.20	-7.09

Nota. Elaboración propia.

Tabla 56

Fuerza cortante última y momento flector último en dirección X del 2do piso con la norma E070 del 2006 y propuesta del 2019

Fuerza cortante última				Momento flector último			
2do piso	2006	2019		2do piso	2006	2019	
MURO	Vu (Tn)	Vu (Tn)	Variación	MURO	Mu (Tn-m)	Mu (Tn-m)	Variación
MX1	1.01	0.98	-0.03	MX1	1.40	1.38	-0.01
MX2	52.86	53.68	0.81	MX2	90.61	91.10	0.49
MX3	0.81	0.80	-0.01	MX3	2.38	2.45	0.07
MX4	1.23	1.21	-0.02	MX4	2.24	2.27	0.03
MX5	45.14	46.16	1.02	MX5	126.13	124.50	-1.63

Nota. Elaboración propia.

Tabla 57

Fuerza cortante última y momento último en dirección X del 3er piso con la norma E070 del 2006 y propuesta del 2019

Fuerza cortante última				Momento flector último			
3er piso	2006	2019		3er piso	2006	2019	
MURO	Vu (Tn)	Vu (Tn)	Variación	MURO	Mu (Tn-m)	Mu (Tn-m)	Variación
MX1	1.83	1.80	-0.03	MX1	2.24	2.20	-0.04
MX2	28.93	29.20	0.27	MX2	43.88	44.24	0.36
MX3	1.00	1.01	0.01	MX3	2.53	2.57	0.04
MX4	0.66	0.68	0.02	MX4	2.21	2.27	0.06
MX5	21.85	22.29	0.44	MX5	44.38	44.40	0.02

Nota. Elaboración propia.

Para dirección Y-Y

Tabla 58

Fuerza cortante última y momento flector último en dirección Y del 1er piso con la norma E070 del 2006 y propuesta del 2019

Fuerza cortante última				Momento flector último			
1er piso	2006	2019		1er piso	2006	2019	
MURO	Vu (Tn)	Vu (Tn)	Variación	MURO	Mu (Tn-m)	Mu (Tn-m)	Variación
MY1	53.68	54.75	1.07	MY1	221.06	221.44	0.38
MY2	8.74	8.97	0.23	MY2	20.76	21.14	0.38
MY3	6.06	6.26	0.20	MY3	13.23	13.53	0.30
MY4	4.46	4.58	0.12	MY4	9.16	9.36	0.20
MY5	18.32	18.67	0.35	MY5	37.82	38.39	0.57
MY6	48.20	49.24	1.04	MY6	199.24	199.77	0.53

Nota. Elaboración propia.

Tabla 59

Fuerza cortante última y momento flector último en dirección Y del 2do piso con la norma E070 del 2006 y propuesta del 2019

Fuerza cortante última				Momento flector último			
2do piso	2006	2019		2do piso	2006	2019	
MURO	Vu (Tn)	Vu (Tn)	Variación	MURO	Mu (Tn-m)	Mu (Tn-m)	Variación
MY1	49.33	50.25	0.91	MY1	132.68	133.27	0.59
MY2	3.02	3.17	0.14	MY2	5.12	5.32	0.19
MY3	2.21	2.29	0.07	MY3	2.87	3.00	0.13
MY4	0.79	0.84	0.05	MY4	1.11	1.17	0.06
MY5	8.76	8.89	0.13	MY5	14.87	15.09	0.22
MY6	46.10	47.00	0.90	MY6	118.64	119.35	0.70

Nota. Elaboración propia

Tabla 60

Fuerza cortante última y momento flector último en dirección Y del 3er piso con la norma E070 del 2006 y propuesta del 2019

Fuerza cortante última				Momento flector último			
3er piso	2006	2019		3er piso	2006	2019	
MURO	Vu (Tn)	Vu (Tn)	Variación	MURO	Mu (Tn-m)	Mu (Tn-m)	Variación
MY1	29.18	29.65	0.47	MY1	56.07	56.53	0.46
MY2	1.70	1.69	-0.02	MY2	2.89	2.87	-0.01
MY3	0.64	0.63	-0.01	MY3	1.13	1.19	0.06
MY4	1.16	1.14	-0.02	MY4	1.87	1.86	-0.01
MY5	2.38	2.35	-0.03	MY5	3.12	3.10	-0.02
MY6	26.19	26.71	0.51	MY6	47.72	48.28	0.56

Nota. Elaboración propia.

III. APORTES A LA EMPRESA

Como ingeniero asistente es cumplir con todas las funciones establecidos por la empresa siempre manteniendo los tiempos programados, la calidad y el costo, bajo esta línea los aportes dados a la empresa de entre muchas fue brindarle una base de datos comparativos de análisis y diseño de viviendas de albañilería confinada aplicando la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019, adicionalmente a la función antes mencionada también tengo aportes como apoyo en realizar trámites documentarios en las municipalidades, elaboración de presupuesto, cronograma de obras y también se ha aportado con la introducción de la filosofía lean construction en la ejecución de algunos proyectos.

IV. CONCLUSIONES

Se analizó que aplicando la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 no existe influencia significativa en los desplazamientos relativos en todos los pisos para la edificación multifamiliar estudiado en las direcciones X e Y, según como se indica en la **Tabla 50**, y **Tabla 51**, de tal manera que la aplicación de la norma propuesta 2019 no modifica los desplazamientos relativos en estructuras regulares.

Del análisis de la fuerza cortante mínima en la dirección X producto de la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019, se concluye que no existe una influencia significativa tal como lo indica la **Tabla 52**, puesto que se ha obtenido variación en la fuerza sísmica dinámica y fuerza sísmica estática, pero en ambos el porcentaje de la fuerza cortante mínima en el primer piso fue del 75%, el cual implicó incrementar la fuerza sísmica dinámica respecto a la fuerza sísmica estática para así llegar al 80% según lo solicitado por la norma sismorresistente E030. En la dirección Y presentan variación en las fuerzas sísmicas dinámicas y estáticas como lo indica la **Tabla 53**, sin embargo, la fuerza cortante mínima es del 86%, porcentaje que supera a lo establecido por la norma sismorresistente E030 el cual es el 80% para estructuras regulares.

Producto de la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 se ha observado que no existe una influencia significativa en los resultados de las fuerzas cortantes ultima según como se indica en la **Tabla 55**. sin embargo, la fuerza cortante ultima obtenido del análisis para el muro MX2 del 2do piso ha superado a la resistencia a fuerza cortante del muro el cual implicó que dicho muro se diseñara como el muro del 1er piso a fin de evitar agrietamientos.

El momento flector último determinados con la norma E070 del 2006 y la norma propuesta del 2019 presenta una ligera influencia en sus resultados, tal como lo indica la **Tabla 55**, es decir

hay una variación de resultados respecto al momento último, sin embargo, esta variación del momento último más la estructuración de las columnas de confinamiento para el peralte mínimo de las columnas de confinamiento con las norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019, influyen en el diseño de las columnas de confinamiento. Por ejemplo, para el diseño de la columna de confinamiento C3 del muro MX2 con la norma E070 del 2006 da como resultado que se tiene que corregir el área neta de la sección. Sin embargo, aplicando la norma propuesta del 2019 se cumple con el área neta mínima de la sección, esto es debido a que el área de la sección según la norma E070 del 2006 el peralte mínimo es de 15 cm y el ancho mínimo es el espesor del muro y para la norma propuesta del 2019 el peralte mínimo es de 25 cm y el ancho mínimo es el espesor del muro.

Se concluye que aplicando la norma E070 del 2006 y la norma propuesta del 2019 tienen una influencia mínima en la respuesta estructural de una edificación multifamiliar, así mismo cabe precisar que con algunas optimizaciones de los elementos estructurales aún se puede utilizar la norma E070 del 2006 o en su defecto utilizar la norma propuesta del 2019, la aplicación de este último no necesita que se optimicen los elementos estructurales.

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar el análisis sísmico para obtener desplazamientos relativos en estructuras irregulares, ya que según el presente informe de trabajo para estructuras regulares el desplazamiento relativo en todos los pisos y en ambas direcciones no presentan variaciones significativas producto de la aplicación de las normas E070 del 2006 y la norma propuesta del 2019.

Se recomienda que para cumplir con la fuerza cortante mínima producto de la aplicación de la norma E070 del 2006 o la norma propuesta del 2019 y en cumplimiento de la norma sismorresistente E030 que solicita que la fuerza cortante mínima para estructuras regulares debe ser del 80%, se debe incrementar la densidad de muros en la dirección X y así evitar que los mismos muros trabajen más producto del incremento de la fuerza sísmica dinámico respecto a la fuerza sísmica estático.

Se recomienda realizar el diseño de muros con la norma E070 del 2006 o con la norma propuesta del 2019, ya que, los resultados obtenidos, producto de la aplicación de ambas normas, presentan una variación mínima.

Se recomienda realizar el diseño de las columnas de confinamiento con la norma propuesta del 2019, ya que este último considera que las columnas de confinamiento tengan un peralte mínimo de 25 cm, el cual aplicando lo señalado se obtiene un área neta de la sección de la columna de confinamiento superior a lo solicitado, sin embargo, si el diseño se realiza con la norma E070 del 2006, la dimensión de la columna de confinamiento se tiene que incrementar para cumplir con el área neta solicitado, esto se debe a que la norma E070 del 2006 considera un peralte mínimo de 15 cm para las columnas de confinamiento.

VI. REFERENCIAS

- Arias, J. (2005). *Ensayos en mesa vibradora de un modelo a escala 1:2 de edificio de mampostería confinada de tres niveles*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional UNAM. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/144417>
- Carrasco, E. y Villanueva, J. (2019). *Modelado estructural y diseño sísmico de una edificación de albañilería confinada de 3, 4 y 5 niveles para la ciudad de Jaén*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional Digital UNJ. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/245>
- Comité especializado de la NTE E - 070 (2005). *Comentarios a la norma técnica de edificación E - 070 albañilería informe final*. <https://docplayer.es/29641341-Comentarios-a-la-norma-tecnica-de-edificacion-e-070-albanileria-informe-final-capitulos-1-a-10-gerente-general-sencico.html>
- EMEQ Ingenieros (2021). *Memoria de Calculo Estructural de un Edificio Destinado a Vivienda Multifamiliar*.
- Enríquez, E. (2019). *Análisis y diseño sísmico de un edificio en albañilería confinada con ETABS*.
- González, I. y San Bartolomé, A. (1994). *Estudio de la conexión columna-albañilería en muros confinados diseñados a la rotura*. <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2007/05/Italo-Gonzales-.pdf>
- Hernández, L. (2012). *Diseño estructural de un edificio de vivienda de albañilería confinada*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/1450>
- INVERSIONES D'KASA S.A.C. (s.f). *Informe de sismo resistencia Edificio multifamiliar – residencial Roma*.

- Mejía, L. (2017). *Diseño de edificio de viviendas de concreto armado aplicando las normas sismorresistentes de 2003 y 2016*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/9765>
- Mosqueira, M. y Tarque, S. (2005). *Recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada de la costa peruana*. [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/850>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2009). *Norma Técnica E030 Diseño Sismorresistente*. MVCS. <https://museos.cultura.pe/sites/default/files/item/archivo/Norma%20t%C3%A9cnica%20E.030%20Dise%C3%B1o%20sismorresistente.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016). *Norma Técnica De Edificación - E.060 Concreto Armado*. MVCS. <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019). *Propuesta de norma E - 070 albañilería*. MVCS. <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-albañileria-sencico.pdf>
- Páez, D. (2006). Comportamiento de la mampostería bajo esfuerzos cortantes debido a efectos sísmicos. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 5(8), 91-104. <https://www.redalyc.org/pdf/750/75050808.pdf>
- Pérez, J. y Manzano, A. (2013). Efecto del momento flexionante en la fuerza cortante que produce el agrietamiento por tensión diagonal en muros de mampostería confinada. *Ingeniería*

sísmica, (88), 1-22. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2013000100001

Ramos, J. y Vicente, M. (2020). *Análisis y diseño estructural de un edificio multifamiliar de albañilería confinada, aplicando la NTE E 070 vigente y la propuesta de modificación, en el distrito de ciudad nueva, Tacna, 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio UPT. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/1487>

Velayarce, S. (2019). *Análisis y diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar de cuatro pisos más azotea de albañilería confinada ubicado en el Jr. Santa Rosa S/N, distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto]. Repositorio UNSM. <http://hdl.handle.net/11458/3579>

Zúñiga, O. (2005). *Evaluación analítica de la respuesta sísmica de las edificaciones de mampostería* [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Metropolitana]. Repositorio Institucional UAM. <http://hdl.handle.net/11191/5728>

VII. ANEXOS

ANEXO A

MATRIZ DE CONSISTENCIA

a) MATRIZ DE CONSISTENCIA

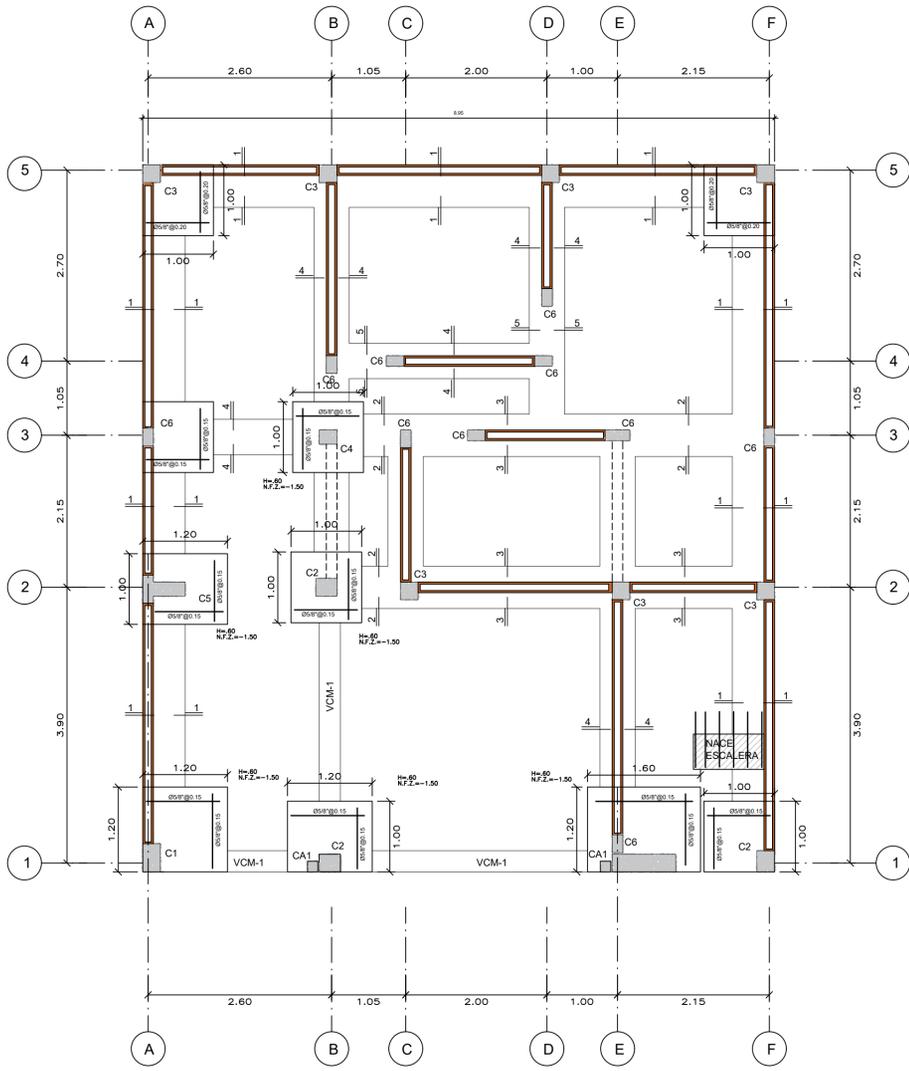
RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LA APLICACIÓN DE LA NORMA E070 DEL 2006 Y LA PROPUESTA DEL 2019 EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR, EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL, LIMA 2022

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE		
¿ Como la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en la respuesta estructural de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima, 2022?	Determinar como la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en la respuesta estructural de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima, 2022	La aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye significativamente en la respuesta estructural de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima, 2022	Aplicación de la Norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019	- Norma E070 del 2006 - La propuesta del 2019	. Densidad minima . Peralte minimo . Factor de reduccion por
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	V. DEPENDIENTE		
¿De que manera la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en el desplazamiento relativo de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima, 2022?	Analizar como la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en el desplazamiento relativo de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima, 2022	La aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye significativamente en el desplazamiento relativo de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima, 2022	-Respuesta estructural.	Parametros sismicos	. Desplazamiento Relativo
¿De que manera la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en la fuerza cortante minima de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima, 2022?	Analizar como la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en la fuerza cortante minima de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima, 2022	La aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye significativamente en la fuerza cortante minima de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima, 2022			. Fuerza Cortante Minimo
¿De que manera la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en la fuerza cortante ultimo de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima, 2022?	Analizar como la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en la fuerza cortante ultimo de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima, 2022	La aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye significativamente en la fuerza cortante ultimo de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima, 2022		Parametros estructurales	. Fuerza Cortante Ultimo
¿De que manera la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en el momento flector ultimo de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima, 2022?	Analizar como la aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye en el momento flector ultimo de una edificación multifamiliar en el distrito de san miguel, lima, 2022	La aplicación de la norma E070 del 2006 y la propuesta del 2019 influye significativamente en el momento flector ultimo de una edificación multifamiliar en el distrito de San Miguel, Lima, 2022			. Momento Flector Ultimo

Nota. Elaboración propia.

ANEXO B

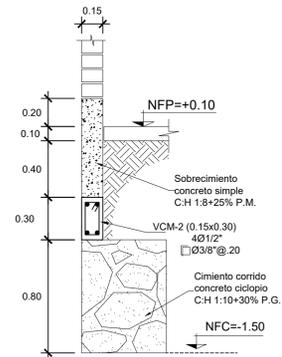
PLANOS



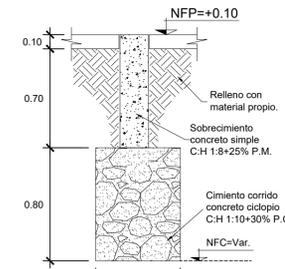
CIMENTACION
ESC. 1/50

MURO DE ALBAÑILERIA CONFINADA

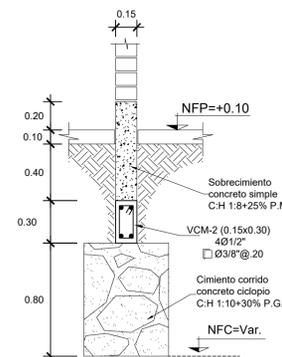
TIPO	CUADRO DE COLUMNAS Y PLACAS						
	C-1(0.25x0.40)	C-2(0.25x0.30)	C-3(0.25x0.25)	C-4(0.25x0.20)	C-5(0.40x0.60x0.20)	C-6(0.15x0.25)	PLACA PL-1
RESISTENCIA (Diseño)	$f_c=210 \text{ kg/cm}^2$						
1° PISO	VER DETALLE						
2° PISO	605/8" $1 \square 3/8 \phi 1 @ .05$	605/8" $1 \square 3/8 \phi 3 @ .05$	601/2" $1 \square 3/8 \phi 3 @ .05$	601/2" $1 \square 3/8 \phi 5 @ .05$	601/2" $3 \square 3/8 \phi 1 @ .05$	601/2" $1 \square 3/8 \phi 9 @ .05$	605/8" $1 \square 3/8 \phi 1 @ .05$
3° PISO	6@10.4@15.10 @ 20 C/E	6@10.4@15.10 @ 20 C/E	4@10.10 @ 20 C/E	4@10.4@15.10 @ 20 C/E	6@10.4@15.10 @ 20 C/E	4@10.10 @ 20 C/E	6@10.4@15.10 @ 20



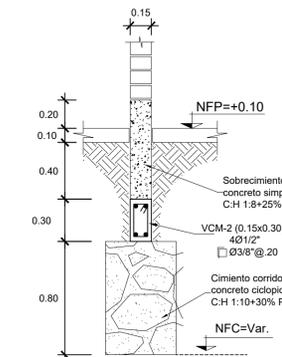
CORTE 1-1
ESC. 1/25



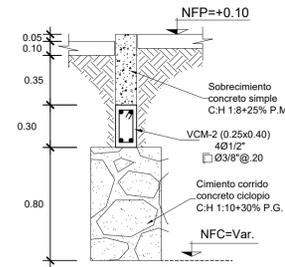
CORTE 2-2
ESC. 1/25



CORTE 3-3
ESC. 1/25

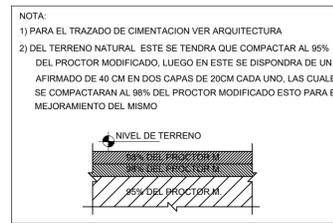


CORTE 4-4
ESC. 1/25

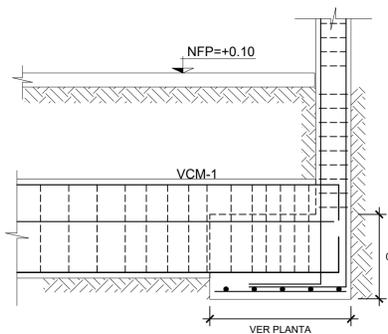
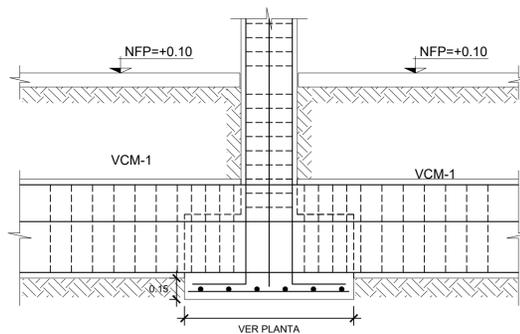
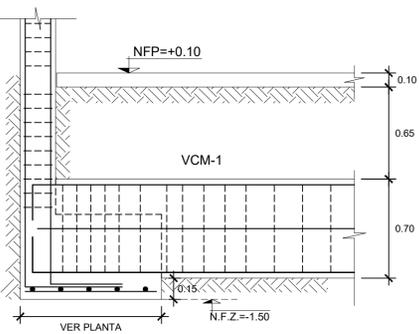


CORTE 5-5
ESC. 1/25

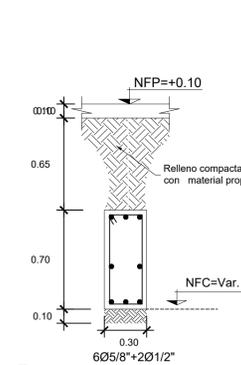
RECOMENDACIONES ADICIONALES:
NO DEBE CIMENTARSE SOBRE TURBA, SUELO ORGANICO, TIERRA VEGETAL, DESMONTE O RELLENO SANITARIO Y QUE ESTOS MATERIALES INADECUADOS DEBERAN SER REMOVIDOS EN SU TOTALIDAD, ANTES DE CONSTRUIR LA EDIFICACION Y SER REEMPLAZADOS POR MATERIALES ADECUADOS



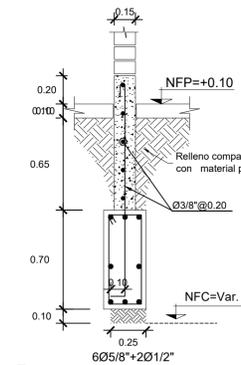
NOTA:
1) PARA EL TRAZADO DE CIMENTACION VER ARQUITECTURA
2) DEL TERRENO NATURAL, ESTE SE TENDRA QUE COMPACTAR AL 95% DEL PROCTOR MODIFICADO, LUEGO EN ESTE SE DISPONDRÁ DE UN AFIRMADO DE 40 CM EN DOS CAPAS DE 20CM CADA UNO, LAS CUALES SE COMPACTARAN AL 98% DEL PROCTOR MODIFICADO ESTO PARA EL MEJORAMIENTO DEL MISMO



DETALLE- ENCUENTRO DE VIGA DE CIMENTACION CON ZAPATA
ESC. 1/25



VCM-1
ESC. 1/25

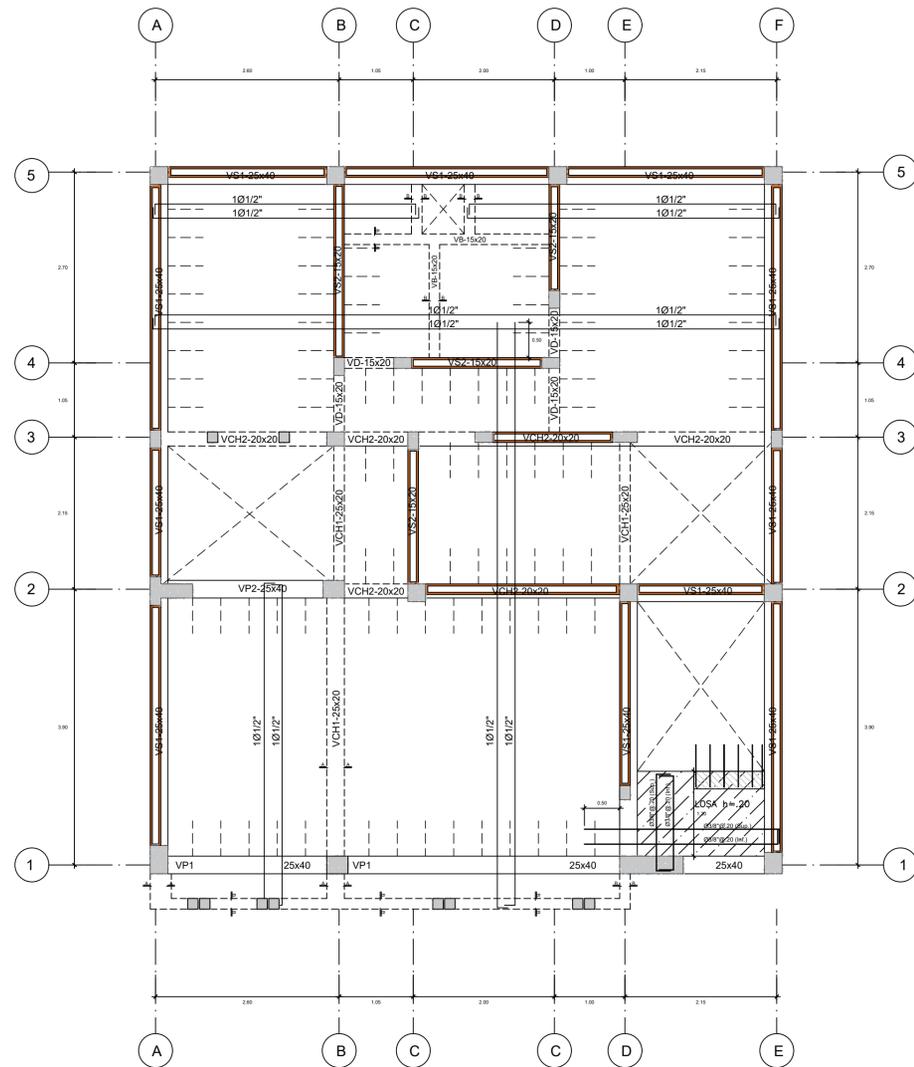


VCM-1
ESC. 1/25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CONCRETO ARMADO:	
CONCRETO	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
CONCRETO CIMENTACION	$f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
ACERO DE REFUERZO	$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$
CEMENTO TIPO I	
ALBAÑILERÍA:	
MUROS NO PORTANTES: 1.- UNIDADES DE LADRILLO PANDERETA. EN GENERAL LAS COLUMNAS SE LLENARÁN DENTADAS CON LOS MUROS, Y SE AMARRARÁN CON ALAMBRE 1/4" @ 2 HILADAS	
Si tiene alveolos, éstos no excederán el 30% del Volumen	
RECURRIMIENTO:	
COLUMNETAS Y VIGAS DE CONFINAMIENTO	2.0 cm
COLUMNAS Y VIGAS ESTRUCTURALES	4.0 cm
ZAPATAS Y CIMENTACION EN MUROS C.A.	7.0 cm
PLACAS Y ESCALERAS	3.0 cm
ALIGERADO, VIGAS CHATAS Y LOSAS	2.0 cm
MUROS EN CONTACTO CON EL TERRENO	4.00 cm
CARACTERÍSTICAS DE LOS ENCOFRADOS:	
LOS ENCOFRADOS SE USARÁN DONDE SEA NECESARIO PARA CONFINAR EL CONCRETO, DARLE LA FORMA DE ACUERDO A LAS DIMENSIONES REQUERIDAS, SE USARÁ LA NORMA ACI-347-68. ESTOS DEBEN TENER LA CAPACIDAD SUFICIENTE PARA RESISTIR LA PRESION RESULTANTE DE LA COLOCACION Y VIBRADO DEL CONTROL Y DEBEN TENER LA SUFICIENTE RIGIDEZ PARA MANTENER LAS TOLERANCIAS ESPECIFICADAS.	
LOS CORTES DE TERRENO NO DEBEN SER USADOS COMO ENCOFRADOS PARA SUPERFICIES VERTICALES A MENOS QUE SEA REQUERIDO O PERMITIDO.	
PROTECCIÓN Y CURADO:	
SE EXIGIRÁ QUE TODO ELEMENTO ESTRUCTURAL DEL CONCRETO SEA CORRECTAMENTE PROTEGIDO DESDE EL MOMENTO DE VACIADO EN LOS ENCOFRADOS, PRINCIPALMENTE DE LA ACCIÓN Y AGENTES ATMOSFÉRICOS QUE DIFICULTAN EL PROCESO DE CURADO. PARA ELLO PODRÁN UTILIZARSE ARPILLERAS O MATERIALES SIMILARES COMO PELICULA DE PVC O MANTOS DE ARENA EN CONTACTO DIRECTO CON LA ESTRUCTURA Y MANTIENDOLAS SATURADAS CON AGUA POTABLE. DE ESTA FORMA SE CREARÁN PELICULAS LÍQUIDAS SOBRE LAS SUPERFICIES EXPUESTAS O EVAPORACIONES.	
SE MANTENDRÁ ASÍ EL CONCRETO CONTINUAMENTE HUMEDECIDO (Y NO PERIÓDICAMENTE), POSIBILITANDO Y FAVORECIENDO SU ENDURECIMIENTO, EVITANDO EL AGRIETAMIENTO.	
ESTE PERIODO DE CURADO SE MANTENDRÁ COMO MÍNIMO EN LAS CONDICIONES ANTES MENCIONADAS DURANTE 7 DÍAS.	
CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO:	
$V_t = 2.00 \text{ kg/cm}^2$	
SOBRECARGAS:	
INDICADAS	
EMPALMES Y TRASLAPES:	
50 DIÁMETROS MÍNIMOS	
PARÁMETROS SÍSMICOS:	
ZONIFICACION	Z = 0.45 (Zona 4)
COEFICIENTE DE REDUCCION	
$R_{xx} = 6.00$	
$R_{yy} = 6.00$	
U = 1.0	
C = 2.50	
S = 1.05	
CATEGORÍA "C" (USO)	
AMPLIFICACION SÍSMICA	
FACTOR DE AMPLIFICACION DEL SUELO	
SISTEMA ESTRUCTURAL:	
MURO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA - DIRECCION X-X	
MURO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA - DIRECCION Y-Y	
DESPLAZAMIENTO MÁX. RELATIVO ENTREPISO EN X: 0.0002	
DESPLAZAMIENTO MÁX. RELATIVO ENTREPISO EN Y: 0.0001	
REGLAMENTO Y NORMAS:	
DE ACUERDO AL R.N.E. EN LAS NORMAS PERUANAS DE EDIFICACION E-020 (CARGAS), E-030 (SISMO), E-050 (SUELOS Y CIMENTAC.), E-060 (CONCRETO ARMADO) Y E-070 (ALBAÑILERÍA).	

LEYENDA	
N.F.Z.	NIVEL FONDO ZAPATA
N.F.P.	NIVEL FALSO PISO
N.F.F.Z.	NIVEL FONDO FALSA ZAPATA
N.T.N.	NIVEL DE TERRENO NATURAL
N.L.	NIVEL DE LOSA
N.F.V.	NIVEL DE FONDO DE VIGA

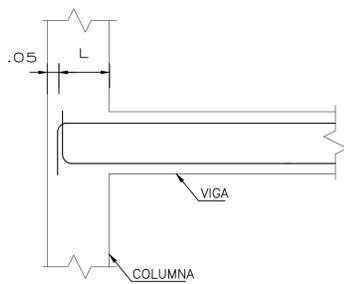
PROPIETARIOS:		FECHA:	ENERO 2022
PROYECTO:	MULTIFAMILIAR	REVISION:	
REGION:	LIMA	PROVINCIA:	LIMA
UBICACION:	CA. NICOLAS DE PIEROLA 385 INT. 5 - URB MIRAMAR	DISTRITO:	SAN MIGUEL
PROFESIONAL:	-----	ESCALA:	INDICADA
ESPECIALIDAD:	ESTRUCTURAS	N° LÁMINA:	E-01
PLANO:	CIMENTACION Y CORTES DE CIMENTACION		01 DE 04



ENCOFRADO 2DO Y AZOTEA

NIVEL: +5.50
 NIVEL: +8.20
 S/C: 200 kg/m²
 ESC. 1/50

- LOSA ALIGERADA (h=0.20)
- LOSA MACIZA (h=0.20)



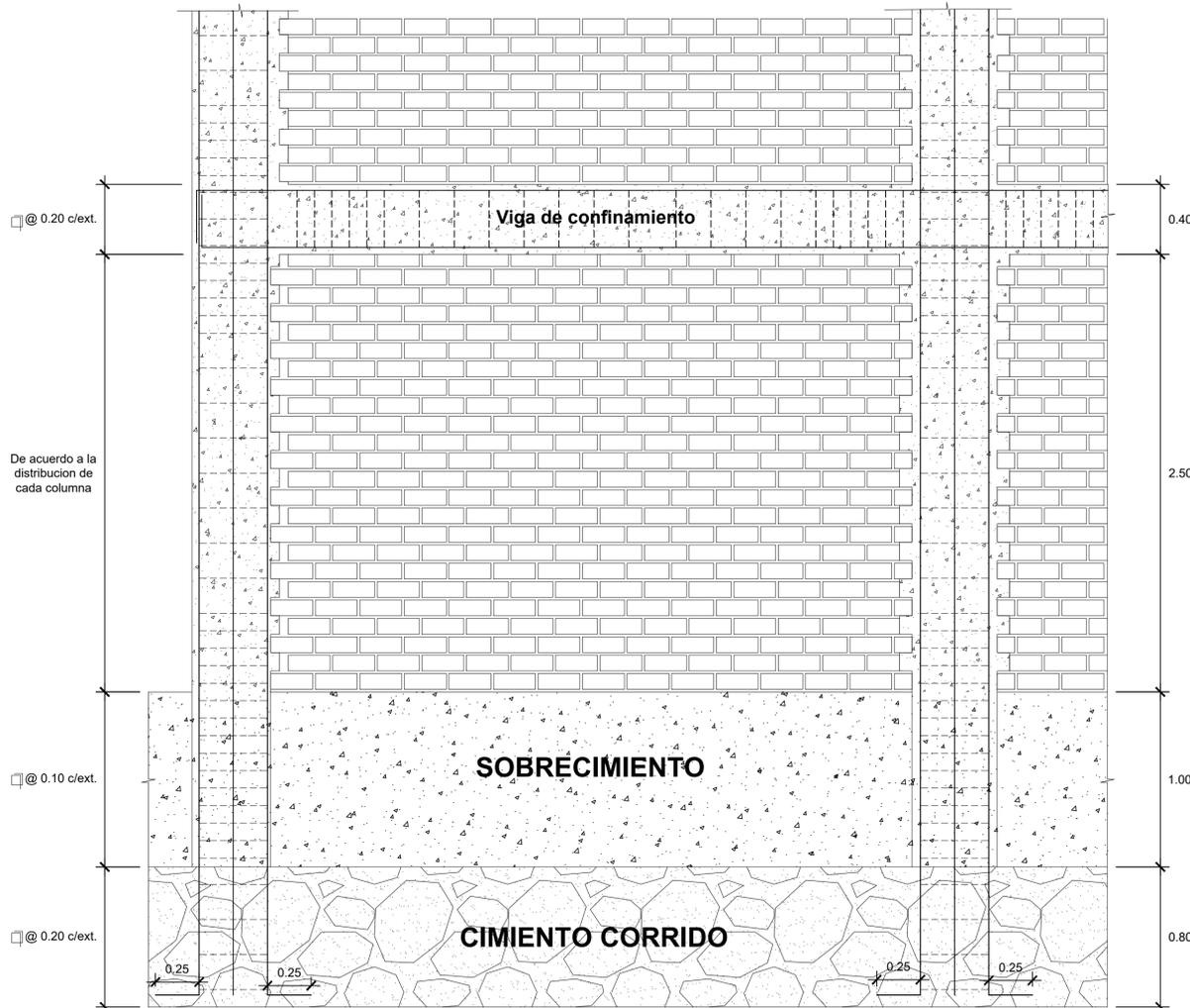
ELEVACION

SE PODRA USAR ANCLAJE CON GANCHO ESTANDAR A 90° SOLO CUANDO NO SEA POSIBLE EL DESARROLLO RECTO Y ADICIONALMENTE "L" SEA MAYOR O IGUAL QUE Lmin.

ANCLAJE CON GANCHO ESTANDAR A 90°
LONGITUD DE ANCLAJE DE VIGAS Y LOSAS

NOM.	#	Ø	f'c = 210 kg/cm ²	L min. (mts)
	3	3/8"		0.21
	4	1/2"		0.28
	5	5/8"		0.35
	6	3/4"		0.42
f _y = 4200 kg/cm ²	76	1"		0.56

- NOTAS :**
- NO USAR EMPALMES SOLDADOS .
 - NO CORTAR BARRAS CON SOPLETE.
 - TODO EL REFUERZO DEBE DOBLARSE EN FRIJO.
 - VERIFICAR COTAS Y MEDIDAS SEGUN PLANOS DE ARQUITECTURA.
 - TODAS LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON AGUA (CISTERNAS, TANQUES, POZAS, JARDINERAS) DEBERAN LLEVAR TARRAJEO IMPERMEABILIZANTE EN TODA LA SUPERFICIE.



DETALLE DE MURO DE ALBAÑILERIA CONFINADA

ESC. 1/20

Cuadro de Longitud de Desarrollo en varillas de hierro corrugados

Ø	Ldb(cm)
3/8"	35
1/2"	45
5/8"	60
3/4"	70
1"	112

NOTA:

- La Longitud de Desarrollo para barras corrugadas y alambres corrugados a traccion.
- Para concreto f'c=210 kg/cm²

Cuadros de ganchos standar en varillas de hierro corrugados

Ø	G(cm)	Ldb(cm)
1/4"	20	30
3/8"	22	30
1/2"	30	32
5/8"	37	40
3/4"	44	50

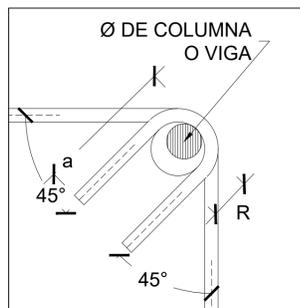
NOTA:

EL ACERO DE REFUERZO UTILIZADO EN FORMA LONGITUDINAL COLUMNA, DEBERÁN TERMINAR EN GANCHOS STANDAR, LOS CUALES SE ALOJARÁN EN LA CIMENTO DE CONCRETO CON LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS EN EL CUADRO ANTERIOR.

Cuadro de ganchos standar en varillas de hierro corrugados

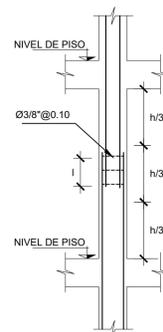
Ø	G(cm)	Ldb(cm)
1/4"	10	21
3/8"	12	21
1/2"	15	28
5/8"	20	35
3/4"	25	40

Ø	R	a
1/4"	1.3 cm	6.5 cm
3/8"	2.0 cm	10.0 cm
1/2"	2.5 cm	12.5 cm



DOBLADO DE ESTRIBOS VIGAS Y COLUMNAS

ESC. 1/25



Longitud de Empalme	
1"	1.20 m
3/4"	0.70 m
5/8"	0.60 m
1/2"	0.50 m
3/8"	0.50 m

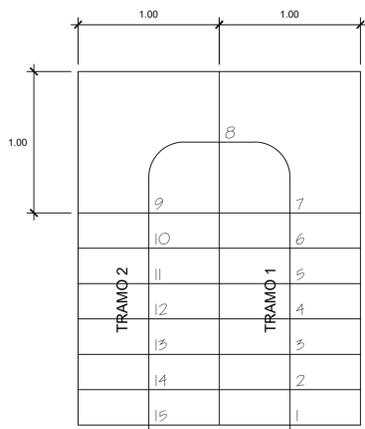
NOTA:

- REALIZAR LOS EMPALMES EN EL TERCIO CENTRAL DE LA ALTURA DE LA COLUMNA.
 - NO EMPALMAR MAS DE 50% DEL AREA TOTAL.
 - EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LA ZONA INDICADA O CON EL PORCENTAJE ESPECIFICADO AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 10% O CONSULTAR AL PROYECTISTA.

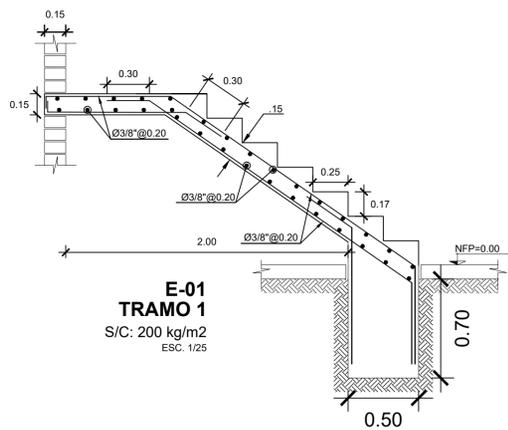
DETALLE DE EMPALME EN COLUMNAS Y PLACAS

ESC. 1/25

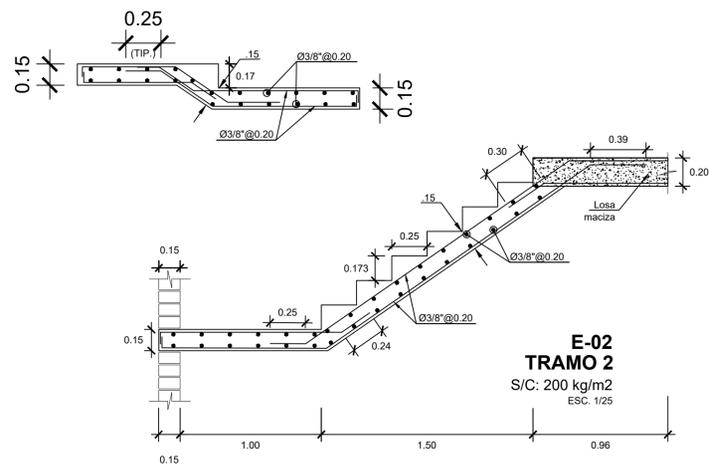
PROPIETARIO:			FECHA:	ENERO 2022
PROYECTO:	MULTIFAMILIAR	PROVINCIA:	LIMA	REVISION:
REGION:	LIMA	DISTRITO:	SAN MIGUEL	ESCALA:
UBICACION:	CA. NICOLAS DE PIÉROLA 385 INT. S - URB MIRAMAR			INDICADA
PROFESIONAL:	-----			N° LÁMINA:
ESPECIALIDAD:	ESTRUCTURAS			E-03
PLANO:	ENCOFRADO 2DO NIVEL Y DETALLES VARIOS			03 DE 04



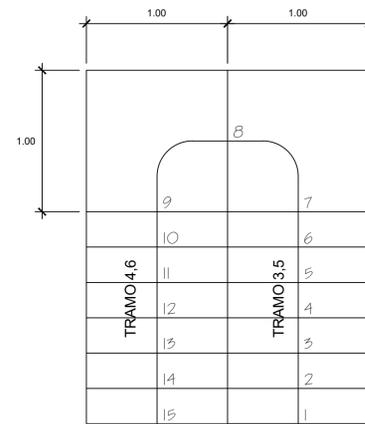
PLANTA E-01
ESC. 1/25



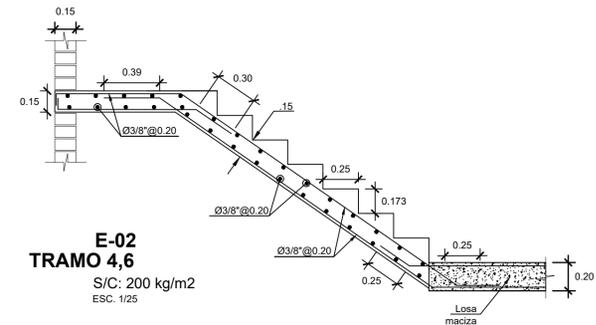
E-01 TRAMO 1
S/C: 200 kg/m²
ESC. 1/25



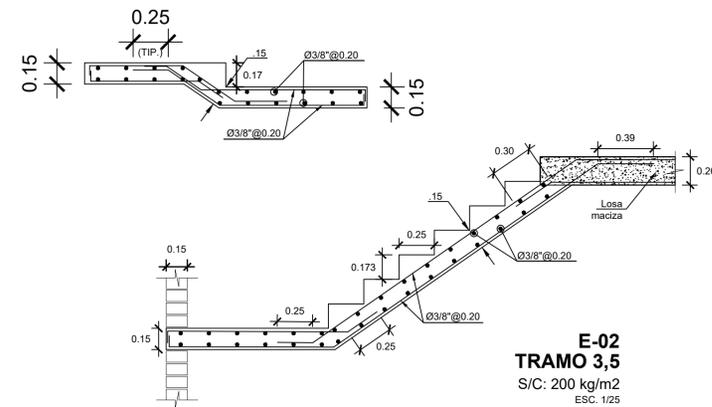
E-02 TRAMO 2
S/C: 200 kg/m²
ESC. 1/25



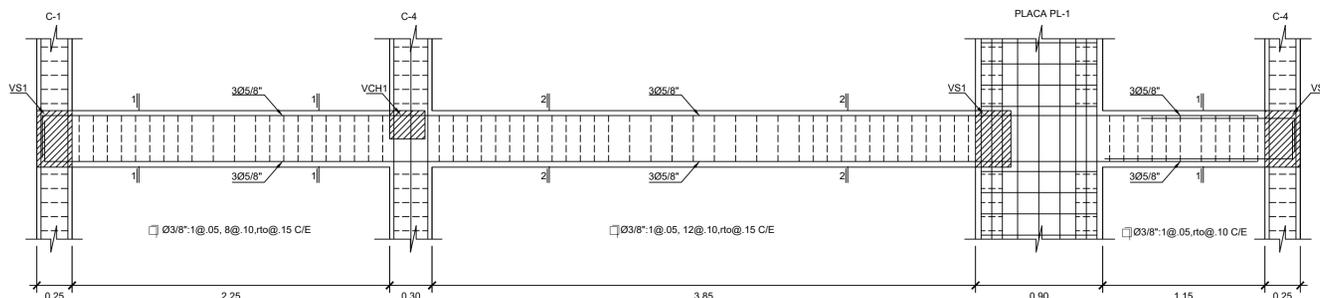
PLANTA E-02
ESC. 1/25



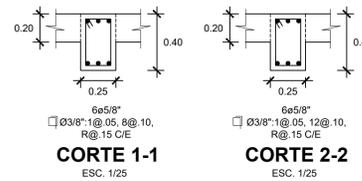
E-02 TRAMO 4,6
S/C: 200 kg/m²
ESC. 1/25



E-02 TRAMO 3,5
S/C: 200 kg/m²
ESC. 1/25

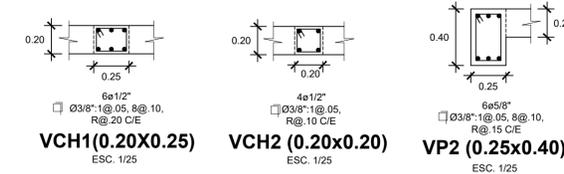


VP1 1.A-F (0.25x0.40)
ESC. 1/25



CORTE 1-1
ESC. 1/25

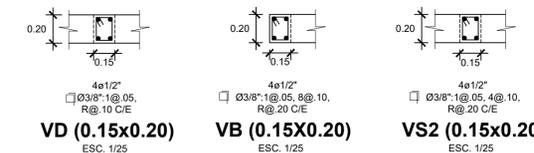
CORTE 2-2
ESC. 1/25



VCH1 (0.20x0.25)
ESC. 1/25

VCH2 (0.20x0.20)
ESC. 1/25

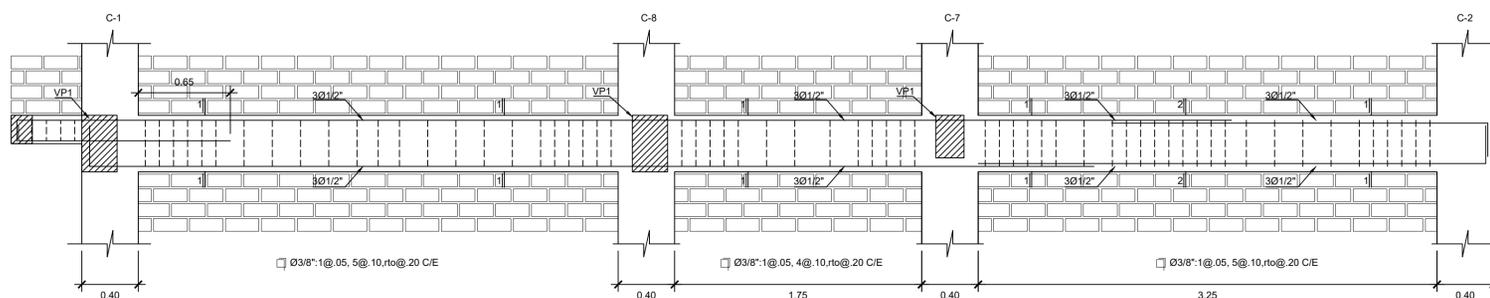
VP2 (0.25x0.40)
ESC. 1/25



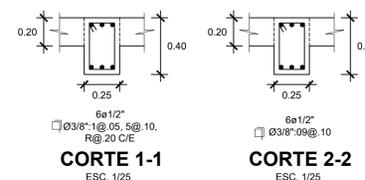
VD (0.15x0.20)
ESC. 1/25

VB (0.15x0.20)
ESC. 1/25

VS2 (0.15x0.20)
ESC. 1/25



VS1 A.1-5 (0.25x0.40)
ESC. 1/25



CORTE 1-1
ESC. 1/25

CORTE 2-2
ESC. 1/25

PROPIETARIO:		FECHA: ENERO 2022	
PROYECTO: MULTIFAMILIAR	REGION: LIMA	PROVINCIA: LIMA	REVISION: -----
UBICACION: CA. NICOLAS DE PIÉROLA 385 INT. 5 - URB MIRAMAR	DISTRITO: SAN MIGUEL	ESCALA: INDICADA	N° LÁMINA: -----
PROFESIONAL: -----	ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS	E-04	
PLANO: DESARROLLO DE VIGAS CORTES DE ESCALERA			