

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“DISEÑO ESTRUCTURAL DE CASA DE CAMPO
EN EL DISTRITO DE PACHACAMAC-LIMA 2022”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título
profesional de:
Ingeniero Civil

Autor:

Alexander Hans Nieves Mejia

Asesor:

Ing. Neicer Campos Vásquez
<https://orcid.org/0000-0003-1508-6575>

Lima - Perú

2023

INFORME DE SIMILITUD

10/6/23, 18:31

Turnitin - Originality Report - INFORME SUFICIENCIA NIEVES (1)

Turnitin Originality Report

Processed on: 27-May-2023 18:30 -05
 ID: Jz80134801
 Word Count: 7663
 Submitted: 1

INFORME SUFICIENCIA NIEVES (1) By
 Alexander Hans Nieves Mejia

Document Viewer

Similarity Index	Similarity by Source	
19%	Internet Sources:	16%
	Publications:	4%
	Student Papers:	12%

mode:

1% match (student papers from 20-Mar-2021) Submitted to Universidad Católica de Santa María on 2021-03-20	❏
1% match (student papers from 10-Dec-2021) Submitted to Universidad Tecnológica del Perú on 2021-12-10	❏
1% match (Internet from 11-Nov-2022) https://pdfcoffee.com/e-020-caracas-pdf-free.html	❏
1% match (Internet from 05-Oct-2022) https://biblioteca.unjms.edu.bo/biblioteca/oaac_css/doc_num.php?explnum_id=14716	❏
<1% match (student papers from 16-Sep-2021) Submitted to Universidad Católica de Santa María on 2021-09-16	❏
<1% match (student papers from 19-May-2022) Submitted to Universidad Católica de Santa María on 2022-05-19	❏
<1% match (student papers from 12-Sep-2019) Submitted to Universidad Católica de Santa María on 2019-09-12	❏
<1% match (student papers from 13-Dec-2016) Submitted to Universidad Católica de Santa María on 2016-12-13	❏
<1% match (student papers from 14-Nov-2017) Submitted to Universidad Católica de Santa María on 2017-11-14	❏
<1% match (student papers from 15-Jan-2019) Submitted to Universidad Continental on 2019-01-15	❏
<1% match (student papers from 16-Sep-2016) Submitted to Universidad Continental on 2016-09-16	❏
<1% match (student papers from 03-Jul-2017) Submitted to Universidad Continental on 2017-07-03	❏
<1% match (student papers from 17-Mar-2021) Submitted to Universidad Continental on 2021-03-17	❏
<1% match (student papers from 05-Jun-2018) Submitted to Universidad Continental on 2018-06-05	❏
<1% match (student papers from 14-Mar-2022) Submitted to Universidad Continental on 2022-03-14	❏
<1% match (student papers from 04-Apr-2022) Submitted to Universidad Continental on 2022-04-04	❏
<1% match (student papers from 11-Dec-2021) Submitted to Universidad Tecnológica del Perú on 2021-12-11	❏
<1% match (student papers from 21-Jan-2019)	❏

DEDICATORIA

A mi familia, por haberme dado las fuerzas para seguir estudiando a pesar de los problemas que pudieron haber ocurrido.

AGRADECIMIENTO

A mis profesores y familia

Tabla de contenidos

INFORME DE SIMILITUD	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
RESUMEN EJECUTIVO	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	19
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	33
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	58
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Factores de Reducción de resistencia	18
Tabla 2	Factor de forma (C)	20
Tabla 3	Zonas Sísmicas	21
Tabla 4	Factor de Suelo	22
Tabla 5	Periodos "Tp" y "TL"	23
Tabla 6	Factor de Uso(U)	23
Tabla 7	Factor de reducción sísmica (Ro)	24
Tabla 8	Fuerzas internas en columnas	28
Tabla 9	Predimensionamiento de losas aligeradas	35
Tabla 10	Verificación de densidad mínima de muros X-X	36
Tabla 11	Verificación de densidad mínima de muros Y-Y	37
Tabla 12	Diseño por gravedad muros X-X	41
Tabla 13	Diseño por gravedad muros Y-Y	41
Tabla 14	Verificación de Fisuramiento en muros X-X	42
Tabla 15	Verificación de Fisuramiento en muros Y-Y	43
Tabla 16	Fuerza cortante debido a sismo severo en muros X-X	44
Tabla 17	Fuerza cortante debido a sismo severo en muros Y-Y	44
Tabla 18	Distorsiones de la estructura	46
Tabla 19	Fuerzas internas en columnas de confinamiento de muros X-X	47
Tabla 20	Fuerzas internas en columnas de confinamiento de muros Y-Y	47
Tabla 21	Sección de columna requerida en muros X-X	48
Tabla 22	Sección de columna requerida en muros Y-Y	48

Tabla 23	Diseño de estribos y refuerzo longitudinal en columnas	49
Tabla 24	Diseño de estribos y refuerzo longitudinal en vigas de confinamiento	50
Tabla 25	Fuerzas internas en Muro de corte	51
Tabla 26	Fuerzas internas losa aligerada	52
Tabla 27	Fuerzas internas en columna de concreto armado	53
Tabla 28	Fuerzas internas en viga y diseño	54
Tabla 29	Diseño de cimentación corrida X-X	54
Tabla 30	Diseño de cimentación corrida Y-Y	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de la empresa.....	12
Figura 2 Material predominante en paredes exteriores	16
Figura 3 Mapa Eolico del Perú	21
Figura 4 Zonas Sísmicas.....	23
Figura 5 Cronograma de Especialidades	34
Figura 6 Plano de Arquitectura.....	35
Figura 7 Configuración estructural.....	36
Figura 8 Modelamiento en el programa ETABS.....	41
Figura 9 Deriva elástica para la dirección X	47
Figura 10 Deriva elástica para la dirección Y	48
Figura 11 Strip de diseño y momentos flectores en viguetas	54
Figura 12 Fuerzas interna en Viga peraltada.....	55

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	Estado límite de diseño según LRFD	18
Ecuación 2	Carga exterior de viento	21
Ecuación 3	Espesor efectivo	26
Ecuación 4	Esfuerzo axial máximo - Limitación 1	26
Ecuación 5	Esfuerzo axial máximo - Limitación 2	26
Ecuación 6	Esfuerzo axial máximo - Limitación 3	26
Ecuación 7	Densidad mínima de muros	27
Ecuación 8	Fuerza cortante producida por el sismo moderado	27
Ecuación 9	Fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de albañilería para unidades de arcilla	28
Ecuación 10	Fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de albañilería para unidades silico-calcárea	28
Ecuación 11	Factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez	28
Ecuación 12	Verificación de sumatoria de resistencia al corte para sismo severo	29
Ecuación 13	Área del núcleo de concreto (A_n)	30
Ecuación 14	Área de acero vertical debido a corte-fricción en columnas de confinamiento	30
Ecuación 15	Área de acero vertical debido a tracción en columnas de confinamiento	30
Ecuación 16	Área del acero	30
Ecuación 17	Espaciamiento de estribos Limitación 1	31
Ecuación 18	Espaciamiento de estribos Limitación 2	31
Ecuación 19	Espaciamiento de estribos Limitación 3	31

Ecuación 20	Espaciamiento de estribos Limitación 4	31
Ecuación 21	Fuerza de tracción pura para vigas de confinamiento	31
Ecuación 22	Área del acero en vigas	31
Ecuación 23	Predimensionamiento de peralte en vigas	36
Ecuación 24	Predimensionamiento de ancho en vigas	36

RESUMEN EJECUTIVO

El informe se enfoca en el diseño estructural de una casa de campo ubicada en el distrito de Pachacamac, provincia de Lima, departamento de Lima. El diseño responde a la necesidad del cliente de tener un lugar de reposo fuera de la ciudad, se aplicó el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y el método LRFD. El análisis estructural se desarrolló en el programa Etabs, algunas verificaciones se realizaron en el programa MathCad, los planos se elaboraron utilizando el programa AutoCAD.

Los resultados de las derivas inelásticas fueron 0.000387 para la dirección X y 0.0005805 para la dirección Y. Estos son menores a los establecidos en la norma E.030 el cual exige que las derivas no sean mayores a 0.005 para un sistema estructural de albañilería.

Palabras Clave: Albañilería Confinada, Etabs, Casa de campo.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Descripción de la Empresa : En el año 2007, en Lima, se estableció la compañía INSPIRA CREA ESPACIO S.A.C. con el propósito de ofrecer servicios de diseño y proyectos arquitectónicos. Su enfoque abarca una diversidad de proyectos, desde construcciones pequeñas como una casa rural hasta edificios multifamiliares de mediana escala y alojamientos rurales como hoteles.

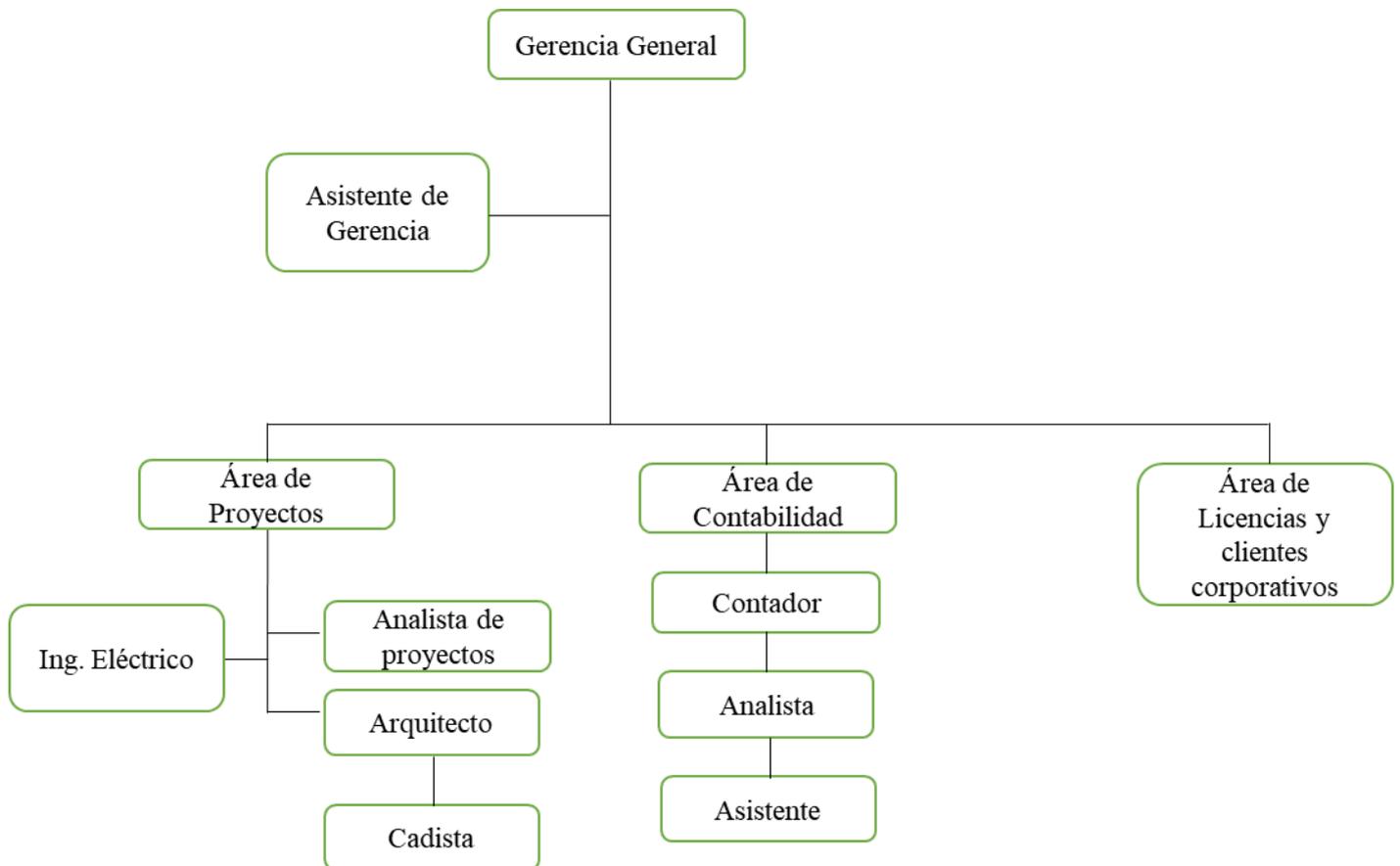


Figura 1 Organigrama de la empresa (Fuente: Elaboración propia).

En la actualidad, ocupo el cargo de analista de proyectos y he estado trabajando en esta empresa durante dos años. Alguna de las funciones que desempeño son:

- Elaboración de presupuestos de obras civiles.
- Elaboración de proyectos de ingeniería básica y detalle de estructuras en concreto armado y acero.
- Supervisión de obras en ejecución.

Objetivo de la Empresa: El objetivo principal es consolidar nuestra presencia en el mercado nacional, a través del aumento de la demanda de nuestros servicios de construcción. Para lograrlo, buscaremos ampliar nuestra cartera de clientes y fortalecer nuestras relaciones comerciales con proveedores y colaboradores, siempre con un enfoque en la calidad y la innovación en nuestros servicios. Asimismo, nos comprometemos a seguir desarrollando nuevas tecnologías y metodologías para mejorar la eficiencia y la seguridad de nuestros procesos constructivos.

Alcances de la Empresa: Los servicios ofertados por la empresa son:

- Evaluación y mantenimiento de sistemas contra incendio, instalaciones eléctricas y obras civiles en general.
- Diseño y construcción de cisternas contra incendios, sistemas contra incendios y proyectos en general.
- Servicios de consultoría estructural, evaluaciones y reforzamiento estructural.

Valores de la empresa

- Compromiso
- Calidad
- Innovación
- Seguridad
- Ética
- Sostenibilidad
- Colaboración

Misión de la empresa: Nos comprometemos a asegurar la protección de las personas y propiedades mediante la construcción de sistemas contra incendios de excelencia, eficacia y larga duración. Además, nuestro objetivo es proporcionar servicios de construcción superiores, utilizando materiales de primera calidad y técnicas avanzadas para asegurar la satisfacción total de nuestros clientes.

Visión de la empresa: Nuestra visión es ser la empresa líder en el sector de la construcción, reconocida por nuestro compromiso con la calidad, la innovación y la seguridad. Buscamos ser una empresa que inspire confianza y credibilidad en nuestros clientes, colaboradores y en la sociedad en general.

Nos esforzamos por ser pioneros en la implementación de tecnologías avanzadas en la construcción, lo que nos permitirá ofrecer soluciones de construcción de alta calidad, eficientes y sostenibles. Aspiramos a construir obras emblemáticas, que sean referentes en el mundo de la construcción por su diseño, funcionalidad y seguridad.

Antecedentes

Con respecto a los antecedentes internacionales se tiene:

(Ramírez, 2009) describe la importancia de construir viviendas sismorresistentes en el país de Guatemala. Se hace hincapié en los sistemas de mampostería y el uso de materiales de alta calidad para garantizar la seguridad estructural de las viviendas. Se establecen requisitos mínimos para los materiales y elementos constructivos basados en normas nacionales e internacionales. Se presentan dos métodos para el análisis y diseño estructural en mampostería, y se desarrolla un ejemplo de diseño de viviendas reforzadas y confinadas. En resumen, el trabajo tiene como objetivo proporcionar información útil para los constructores y profesionales que se dedican a la construcción de viviendas seguras.

(Martínez et al., 2012) describe el diseño en mampostería estructural en 3 partes. La primera parte aborda aspectos preliminares relacionados con las propiedades de los materiales y sus configuraciones del punto de vista arquitectónico. En la segunda parte se ofrecen pautas para el modelamiento de columna ancha, elementos finitos, se tocan algunos métodos de análisis, que incluye análisis por torsión y temperatura. En la tercera parte, se abordan temas especiales como la interacción suelo-estructura y se propone un enfoque innovador para el análisis no lineal.

(Takeuchi, 2013) Describe el diseño de vigas y muros de mampostería estructural, en el que se enfatizan los conceptos principales y se proporcionan ejemplos de diseño. Asimismo, se referencian varios reglamentos relevantes tanto a nivel local e internacional, tales como el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, Building Code IBC 2012.

Con respecto a las investigaciones nacionales se tiene:

(Gibu et al., 2005) aborda una serie de técnicas de construcción en albañilería usando los métodos adecuados. Describe los materiales del que está formado el sistema, requerimientos mínimos especificados por norma peruana y se enfoca al correcto proceso constructivo, finalmente nos proporciona herramientas para un correcto control de calidad.

(Hernández, 2012) Diseña y analiza un edificio en albañilería confinada de 5 niveles ubicado en Lima. Se realiza el análisis sísmico, diseño de muros de albañilería, columnas, vigas, muros de corte. Así mismo presenta el diseño losas, cimentaciones y escalera. Finalmente realiza una estimación de costo por metro cuadrado de construcción, dando como resultado S/.308.19 soles/m².

Realidad problemática

Lima es conocida por tener altos niveles de contaminación a causa de la gran cantidad de tráfico vehicular y la falta de áreas verdes que puedan mitigar el impacto de los contaminantes producidos por el parque automotor. Además, la mayoría de las personas en Lima viven en apartamentos o casas en zonas urbanas que tienen poco espacio para jardines y áreas verdes.

Según (Rivas Torres, 2005), se ha desarrollado una sociedad, alejadas de las áreas verdes, a pesar que se considera algo importante para la sociedad su desarrollo se nota algo lejano.

Por otro lado, el material de construcción predominante en el país es el ladrillo de arcilla, según (INEI, 2017) el 43% de las viviendas peruanas están construidas con este material.

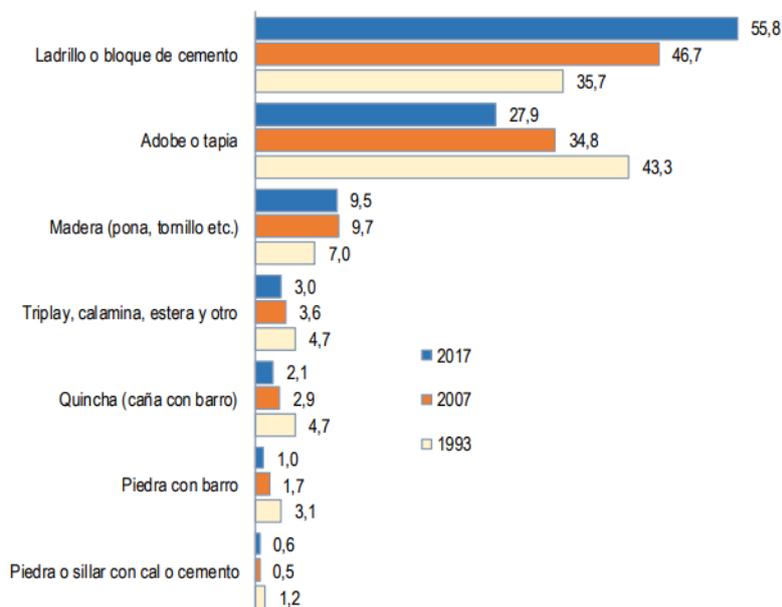


Figura 2 Material predominante en paredes exteriores (Fuente: INEI,2017)

El Perú se encuentra situado en el anillo de fuego del pacífico, por lo que es propenso a movimientos sísmicos. Por tal motivo, se debe realizar un análisis estructural exhaustivo y cumplir con los requisitos expuesto en el reglamento nacional de edificaciones (RNE).

La necesidad de vivienda está en continuo crecimiento, uno de los sistemas estructurales más económicos es la albañilería confinada, por lo que se pretende diseñar una casa campo en el distrito de Pachacamac para satisfacer la demanda de un hogar al aire libre, con áreas verdes, alejadas del tráfico y de la contaminación de la ciudad.

Justificación

Teórica

El presente informe se realiza con el fin de proporcionar conocimiento acerca del diseño estructural de una casa de campo ubicado en el distrito de Pachacamac.

Práctica

La mayoría de las personas en Lima viven en apartamentos o casas en zonas urbanas que tienen poco espacio para jardines y áreas verdes. La construcción de una casa de campo brindará a sus ocupantes una oportunidad de escapar de la ciudad y disfrutar de un ambiente más saludable.

Metodología

Implica el uso de la metodología LRFD (Load and Resistance Factor Design) para el diseño de elementos estructurales y cumplir con los requerimientos del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Problema general

¿Cómo determinar el diseño estructural óptimo de una casa de campo en el distrito de Pachacamac-Lima?

Problema específico

¿Como se determina la estructuración óptima de elementos estructurales para una casa de campo?

¿Como se determina el análisis sísmico de una casa de campo utilizando el software ETABS?

Objetivo General

Determinar el diseño estructural óptimo de una casa de campo en el distrito de Pachacamac utilizando en programa ETABS.

Objetivos específicos

Determinar el predimensionamiento y estructuración de elementos estructurales de la casa de campo

Mostrar los resultados del análisis sísmico de la casa de campo utilizando en software de diseño ETABS.

Realizar el diseño de elementos estructurales y detallarlos en planos utilizando el programa AutoCAD.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Albañilería o Mampostería:(Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019) define como Albañilería o mampostería como un material estructural conformado principalmente por unidades de albañilería apiladas y unidas con concreto líquido.

Unidad de Albañilería: “Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular”(Ministerio de Vivenda, Construcción y Saneamiento, 2019,p. 8)

Concreto: “El concreto es una mezcla de arena, grava, roca triturada, u otros agregados unidos en una masa rocosa por medio de una pasta de cemento y agua”. (McCormac & Brown, 2011, p. 14)

Acero de refuerzo: Según (McCormac & Brown, 2011) el acero de refuerzo se puede presentar en forma de varillas corrugadas y mallas electrosoldadas. Estas tienen protuberancias a lo largo de su superficie, esto con el fin de mejorar la adherencia con el concreto.

Método de Diseño por resistencia-LRFD: Por sus siglas (Load and Resistance Factor Design-Diseño por Factores de Carga y Resistencia), donde las cargas actuantes se amplifican y la resistencia de los elementos se reduce, multiplicándolos por factores definidos según el elemento estructural.

En todos los casos de diseño, se deberá cumplir con la siguiente ecuación:

$$\phi Rn \geq Ru \quad (1)$$

Donde:

ϕ : Factor de reducción

Rn: Resistencia nominal

Ru: Carga factorizada

Las combinaciones de carga consideradas en el Reglamento Nacional de Edificaciones son:

$$U=1.4CM+1.7CV$$

$$U=1.25(CM+CV\pm CV_i)$$

$$U=0.9CM\pm 1.25CV_i$$

$$U=1.25(CM+CV) \pm CS$$

$$U=0.9CM+CS$$

Donde:

CM = Carga muerta

CS= Carga sísmica

CV= Carga viva

CV_i = Carga de viento

Tabla 1

Factores de Reducción de resistencia (Fuente: Elaboración propia)

Factor de reducción de resistencia (ϕ)	Conexión
0.90	Flexión sin carga axial.
0.90	Carga de tracción con o sin flexión
0.75	Carga de compresión con o sin flexión
0.85	Cortante y torsión
0.65	Concreto estructural simple

Cargas de Diseño

Carga Muerta: “Las cargas muertas son cargas de magnitud constante que permanecen en un mismo lugar. Incluyen el peso propio de la estructura en estudio, así como también cualesquiera elementos que están permanentemente unidos a ella”(McCormac & Brown, 2011,p. 28)

Carga Muerta: “Las cargas vivas son cargas que pueden cambiar de magnitud y posición. Éstas incluyen cargas de ocupantes, cargas de materiales en bodegas, cargas de materiales de construcción, cargas de grúas viajeras, cargas de equipo en operación y muchas otras.”(McCormac & Brown, 2011)

Carga de viento: A continuación, se muestra el mapa Eólico del Perú (Ver figura 3):

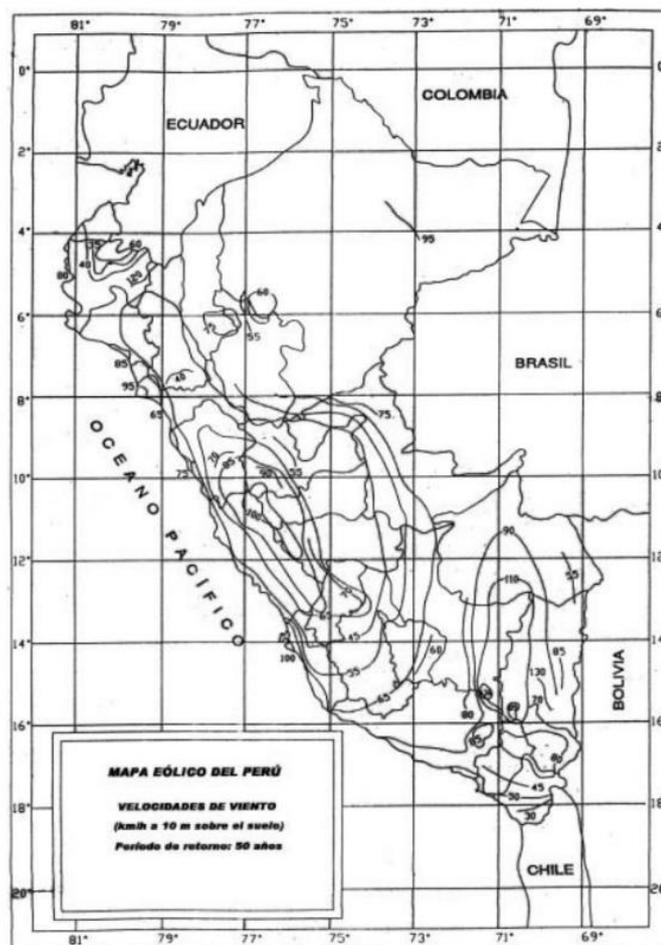


Figura 3 Mapa Eolico del Perú(Fuente:RNE-E020,2006)

Carga exterior de viento: “La carga exterior (presión o succión) ejercida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual se actúa.” (E.020 Cargas, 2006)

$$Ph = 0.005CV_h^2 \quad (2)$$

Donde:

Ph : Presión o succión del viento a una altura h en Kgf/m²

C : Factor de forma adimensional (Ver tabla 2)

V_h : velocidad de diseño a la altura h, en Km/h, definida en el Artículo 12 (12.3)

Tabla 2

Factor de forma (C) (Fuente:(E.020 Cargas, 2006)

Construcción	Barlovento	Sotavento
Superficies verticales de edificios	+0.8	-0.6
Anuncios, muros aislados	+1.5	
Tanques de agua, chimeneas de forma circular	+0.7	
Tanques de agua, chimeneas de forma rectangular	+2.0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°	±0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0.7 -0.3	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0.8	-0.6
Superficies verticales o inclinadas (planas o curvas) paralelas a la dirección del viento	-0.7	-0.7

Carga de Sismo

Factor de Zona(Z): (Reglamento Nacional de Edificaciones E020, c) divide el territorio nacional en 4 zonas (Ver figura 4), esta se basa en la distribución espacial de sismicidad.



Figura 4 Zonas Sísmicas (Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones E020, 2019a)

Tabla 3

Zonas Sísmicas

(Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E020, 2019a)

Zona(Z)	Valor de Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Perfil de Suelo(S): (Reglamento Nacional de Edificaciones E020, c) define los factores de suelo de la siguiente manera:

Tabla 4

Factor de Suelo (Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E020, 2019a)

Zona/Suelo	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00

Donde:

S₀: Roca dura

S₁: Roca o suelos muy rígidos

S₂: Suelos intermedios

S₃: Suelos blandos

Factor de amplificación sísmica(C): Según (Reglamento Nacional de Edificaciones E020, c) define el factor de amplificación sísmica de la siguiente forma:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T < T_p < T_L \quad C = 2.5x\left(\frac{T_p}{T_L}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5x\left(\frac{T_p x T_L}{T^2}\right)$$

Donde:

T: Periodo de la estructura

T_p, T_p: Según la tabla 5

Tabla 5

Periodos “Tp” y “TL” (Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E020, 2019a)

Perfil del suelo				
	S₀	S₁	S₂	S₃
T _p	0.3	0.40	0.6	1.0
T _L	3.0	2.5	2.0	1.6

Factor de Uso o Importancia (U): El factor de uso según (Reglamento Nacional de Edificaciones E020, c) son los siguientes(Ver tabla 6):

Tabla 6

Factor de Uso(U) (Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E020, 2019a)

Categoría	Descripción	Factor(U)
A	Edificaciones Esenciales	1.5
B	Edificaciones Importantes	1.3
C	Edificaciones Comunes	1.0
D	Edificaciones Temporales	A criterio del Proyectista

Coefficiente de reducción de fuerzas sísmicas(R): Estos se clasifican según el material empleado, en la tabla 7 se pondrán los valores correspondientes a albañilería confinada y concreto armado.(Reglamento Nacional de Edificaciones E020, c)

Tabla 7

Factor de reducción sísmica (R_o) (Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E020, 2019a)

Sistema Estructural	Coefficiente básico de reducción (R_o)
Concreto Armado	
Pórticos	8
Dual	7
Muros estructurales	6
De muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o confinada	3

Estructuración: Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019) , los criterios a tomar en cuenta para estructurar una edificación bajo el sistema estructura del albañilería son los siguientes:

Los muros portantes deberán cumplir con lo siguiente:

Para Muros

Continuidad vertical hasta la cimentación

Longitud mayor o igual 1.20m para ser considerador portantes

Los muros portantes y no portantes, de albañilería simple o albañilería confinada, serán arriostrados por elementos verticales u horizontales.

Para la estructura

Plantas simples y regulares. Las plantas con formas de L, T, etc., deberán ser evitadas o, en todo caso, se dividirán en formas simples.

Requisitos mínimos para el diseño de la albañilería confinada

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019) define los requisitos mínimos según las siguientes ecuaciones.

Espesor efectivo (t)

$$t \geq \frac{h}{20} \quad (3)$$

Donde:

h: Altura libre entre los elementos de arriostre horizontales.

Esfuerzo máximo axial (σ_m)

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \quad (4)$$

$$\sigma_m < 0.2f'm \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \quad (5)$$

$$\sigma_m \leq 0.15f'm \quad (6)$$

Donde:

P_m: Carga de gravedad máxima de servicio, incluyendo el 100% de sobrecarga.

L: Longitud total del muro (incluye el peralte de las columnas para albañilería confinada)

Densidad mínima de muros: Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019) define la cantidad mínima de muros en cada dirección de análisis según la siguiente ecuación.

$$\frac{\text{Área de corte de los muros reforzados}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{\sum L.t}{A_p} \geq \frac{Z.U.S.N}{k} \quad (7)$$

Donde:

N: Número de pisos del edificio

L: Longitud total del muro (incluyendo columnas de confinamiento)

t: Espesor efectivo del muro

k: 40 para ladrillos artesanales y 60 para ladrillos industriales

Diseño Sísmico: Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019) estos criterios solo aplican para edificaciones de máximo 5 niveles o 15 metros de altura.

Para sismos moderados:

Factor de zona (z) = Z/2

Para sismos severos:

Factor de zona (z) = Z

Límite para la distorsión de entrepiso: Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019) el límite para un sistema de albañilería será 0.005

Diseño para sismo moderado: Los muros deben verificarse para cada entrepiso, esta debe satisfacer la siguiente ecuación.

$$V_e \leq 0.55V_m = \text{Fuerza cortante admisible} \quad (8)$$

Donde:

V_e : Fuerza cortante producida por el sismo moderado

V_m : Fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de albañilería

La resistencia de corte V_m se calculará con la siguiente expresión:

$$\text{Unidades de arcilla y concreto: } V_m = 0.50v'_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23P_g \quad (9)$$

$$\text{Unidades sílico-calcárea} \quad V_m = 0.35v'_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23P_g \quad (10)$$

Donde:

v'_m : Resistencia característica a corte de la albañilería

P_g : Carga permanente y total de la edificación más un porcentaje de la carga viva

t : Espesor efectivo del muro

L : Longitud total del muro incluyendo elementos de confinamiento

H : Altura de entrepiso del muro

Factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez(α): Se calcula con la siguiente expresión:

$$\frac{1}{3} < \alpha = \frac{L}{(0.8 \cdot H)} \leq 1 \quad (11)$$

Diseño para sismo severo:

Para cada entrepiso, con el fin de garantizar la adecuada resistencia y rigidez al edificio, se deberá cumplir con la siguiente ecuación.

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei} \tag{12}$$

Donde:

$\sum V_{mi}$: Solo de incluirá aportes de muros confinados

V_{Ei} = Es la fuerza cortante actuante en el entrepiso “i” del edificio, producido por el sismo severo.

Diseño de elementos de confinamiento

Columnas de confinamiento: Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019) se definirán las fuerzas internas en columnas de confinamiento con las expresiones de la Tabla 8.

Tabla 8

Fuerzas internas en columnas (Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

Columna	V_c (fuerza cortante)	T(tracción)	C(compresión)
Interior	$\frac{V_{u1} \cdot L_m}{L(Nc + 1)}$	$V_{u1} \cdot \frac{h}{L} - Pc$	$Pc - \frac{V_{u1} \cdot h}{2L}$
Exterior	$1.5 \frac{V_{u1} \cdot L_m}{L(Nc+1)}$	$F - Pc$	$F + Pc$

Donde:

$M = M_{u1} - 1/2 V_{u1} \cdot h$ (“h” es la altura del primer entrepiso)

$F = M/L =$ fuerza axial en las columnas extremas producidas por “M”.

$N_c =$ Número de columnas de confinamiento (en muros de un paño $N_c=2$)

$L_m =$ Longitud del paño mayor o $0.5L$, se tomará mayor.

$P_c =$ Sumatoria de cargas gravitacionales siguientes: carga vertical directa sobre la columna de confinamiento, mitad de la carga axial sobre el paño y la carga proveniente de los muros transversales de acuerdo a su longitud tributaria.

Diseño de la sección de la concreto de la columna de confinamiento: El área del núcleo (A_n) se define con la siguiente expresión. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019).

$$A_n = A_s + \frac{\frac{C}{\phi} - A_s f_y}{0.85 \alpha \delta x f'_c} \quad (13)$$

Donde:

$$\phi = 0.70$$

$\delta = 0.80$, para columnas sin muros transversales

$\delta = 1.00$, para columnas confinadas por muros transversales

Refuerzo vertical: El refuerzo vertical (A_s) será la suma del refuerzo requerido por corte-fricción (A_{sf}) y el requerido por tracción (A_{st}).

$$A_{sf} = \frac{V_c}{f_y \cdot u \cdot \phi} \quad (14) \qquad A_{st} = \frac{T}{f_y \cdot \phi} \quad (15)$$

$$A_s = A_{sf} + A_{st} \geq \frac{0.1 f'_c \cdot A_c}{f_y} \quad (16)$$

Donde:

$$\emptyset=0.85$$

Estribos de confinamiento: El espaciamiento máximo será el menor de las siguientes expresiones.

$$S_1 = \frac{A_v f_y}{0.3 t_n \cdot f'c \left(\frac{A_c}{A_n} - 1 \right)} \quad (17)$$

$$S_2 = \frac{A_v f_y}{0.12 t_n \cdot f'c} \quad (18)$$

$$S_3 = \frac{d}{4} \geq 50mm \quad (19)$$

$$S_4 = 100mm \quad (20)$$

Donde:

d: Peralte de la columna

t_n : Espesor del núcleo confinado

A_v : Suma de las ramas paralelas del estribo

Diseño de las vigas de confinamiento: Las vigas soleras se diseñarán a tracción pura. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

$$T_s = V_{m1} \frac{L_m}{2L} \quad (21)$$

$$A_s = \frac{T_s}{f_y} \geq \frac{0.1 f_c A_{cs}}{f_y} \quad (22)$$

Donde:

$$\emptyset=0.90$$

A_{cs} = Área de sección transversal de la viga solera.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

El autor del presente informe ingresó a la empresa INSPIRA CREA ESPACIOS S.A.C en mes de octubre del año 2020, tuvo como funciones la supervisión de las obras de concreto armado de una cisterna de agua contra incendios de 250m³ en el distrito de Independencia. Luego de terminada la obra, fue asignado al área de proyectos de la Desde aquella fecha desempeña funciones de ingeniería estructural y costos.

Durante el 2021 se desarrollaron múltiples proyectos como la construcción de 02 cisternas contra incendios de 300m³ y 270 m³ respectivamente. El autor desarrolló labores como modelador estructural, utilizando el programa Etabs y Sap2000. Luego de terminado el proyecto, desarrolló el presupuesto de obra y cronogramas correspondientes.

En el mes de enero del 2022, llega un requerimiento de construcción de una casa de campo en el distrito de Pachacamac. Se empezó a desarrollar las especialidades, empezando con arquitectura, la cual el autor no fue participe. Cuando la arquitectura fue aprobada por el cliente. Se le asignó al autor el desarrollo integral del proyecto en la especialidad de estructuras, desarrollo de los planos, memoria de cálculo, memoria descriptiva y elaboración del presupuesto.

El proyecto estuvo dirigido por el jefe de proyectos ARQ.JOSE REYES LA ROSA, fue el encargado de coordinar con las especialidades y asignar funciones a los colaboradores.

Con fecha 15 de enero se empieza a desarrollar la especialidad de estructuras, la programación para el desarrollo de la especialidad es tal como se muestra en la Figura 5.

Item	Descripción	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
01.00	ANTEPROYECTO				
01.01	ARQUITECTURA				
01.02	ESTRUCTURAS				
01.03	INSTALACIONES ELECTRICAS Y SANITARIAS				

Figura 5 Cronograma de Especialidades

Predimensionamiento de elementos

Se presenta la configuración estructural para la definición de muros en planta.

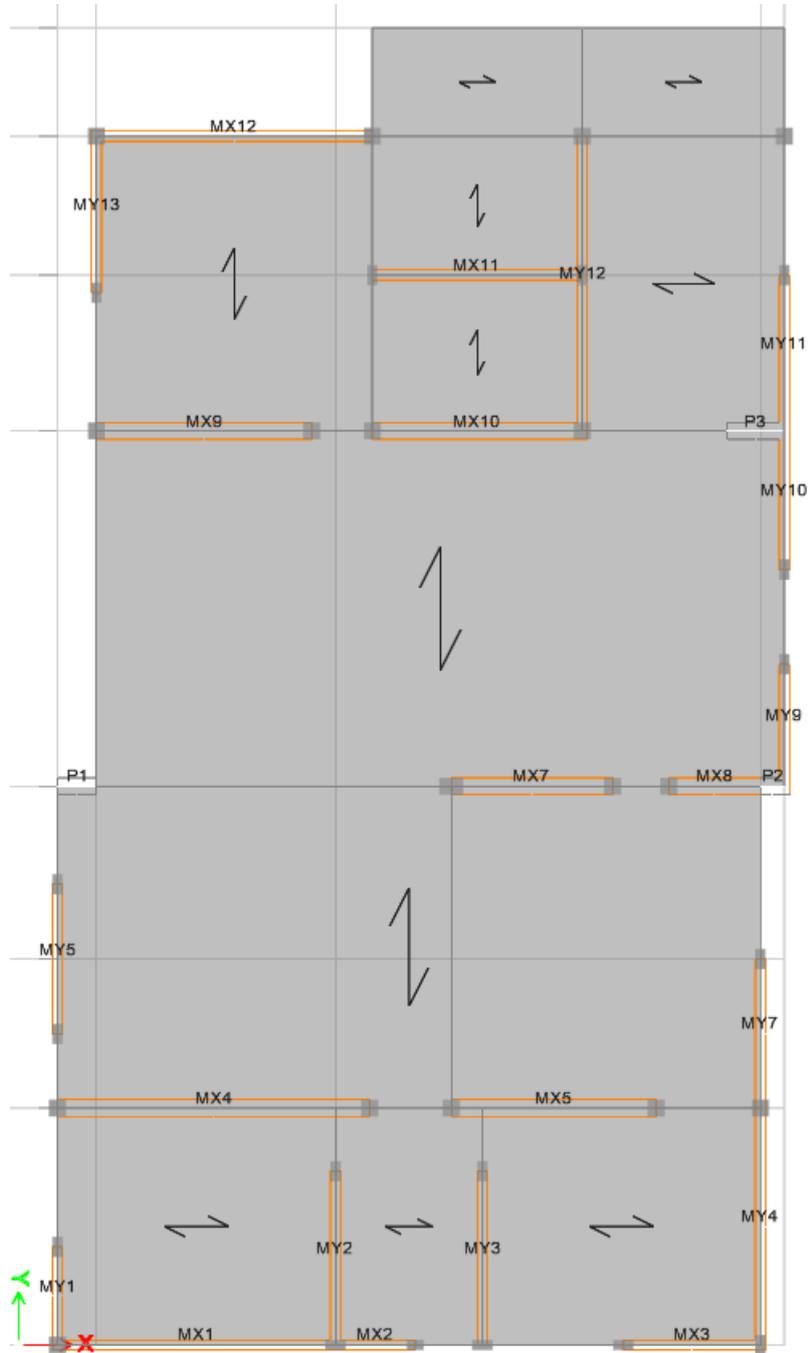


Figura 7 Configuración estructural (Fuente: Propia)

Losas Aligeradas: Según (Blanco, s. f.) , las losas aligeradas se predimensionan con el siguiente criterio.

Tabla 9

Predimensionamiento de losas aligeradas Fuente: (Blanco, s. f.)

Luz Libre(m)	Espesor de losa (h)
Menores a 4.00m	17cm
Entre 4.00 y 5.50m	20cm
Entre 5.00 y 6.50m	25cm
Entre 6.00 y 7.50m	30cm

La luz máxima del proyecto es 5.50metros, por lo que se usará 25cm.

Vigas principales: (Blanco, s. f.) muestra las siguientes consideraciones.

$$h \geq \frac{L_n}{10} \text{ a } \frac{L_n}{12} \quad (23)$$

$$0.3h \leq b_w \leq 0.5h \quad (24)$$

Donde:

h: Peralte de la viga en metros

Ln: Luz libre de la viga en metros

b_w: Ancho de viga

La viga principal se encuentra en la zona central de la casa, debido a que arquitectura solicito que la zona se encuentre libre.

Muros: Se utilizó ladrillos de arcilla industriales clase IV, con 30% de alveolos.

$$t \geq \frac{h}{20} \geq \frac{2.50}{20} = 0.125$$

Por lo tanto, se utilizará un asentado de sogá, la cual tiene un espesor efectivo de 13cm.

Densidad mínima de muros: Se deberá verificar la densidad mínima de muros para ambas direcciones.

Tabla 10

Verificación de densidad mínima de muros X-X(Fuente: Propia)

Dirección X				
Tipo de Aparejo	Muro	Longitud L(m)	Espesor t(m)	Lxt (m ²)
Soga	MX-1	4.0800	0.13	0.53
Soga	MX-2	1.2000	0.13	0.15
Soga	MX-3	2.0000	0.13	0.26
Cabeza	MX-4	4.5700	0.23	1.05
Cabeza	MX-5	3.0100	0.23	0.69
Soga	MX-6	4.4500	0.13	0.58
Cabeza	MX-7	2.6500	0.23	0.61
Cabeza	MX-8	1.6000	0.23	0.37
Cabeza	MX-9	3.9000	0.23	0.90
Cabeza	MX-10	3.5300	0.23	0.81
Cabeza	MX-11	3.0700	0.23	0.71
Soga	MX-12	4.8800	0.13	0.63

$$\sum L.t = 7.29 \text{ m}^2$$

$$\frac{\sum L.t}{A_p} = 0.0373846$$

“DISEÑO ESTRUCTURAL DE CASA DE
CAMPO EN EL DISTRITO DE PACHACAMAC-LIMA 2022”

$$\frac{Z.U.S.N}{56} = 0.01768$$

$$\frac{\sum L.t}{Ap} \geq 0.01768$$

Por lo tanto, cumple.

Para la dirección Y-Y

Tabla 11
Verificación de densidad mínima de muros Y-Y (Fuente: Propia)

Dirección Y				
Tipo de Aparejo	Muro	Longitud L(m)	Espesor t(m)	Lxt (m ²)
Soga	MY-1	1.56	0.13	0.20
Cabeza	MY-2	2.6500	0.23	0.61
Soga	MY-3	2.6500	0.13	0.34
Soga	MY-4	3.5500	0.13	0.46
Soga	MY-5	2.2000	0.13	0.29
Soga	MY-7	2.1800	0.13	0.28
Soga	MY-9	1.8000	0.13	0.23
Soga	MY-10	1.8000	0.13	0.23
Soga	MY-11	2.3300	0.13	0.30
Cabeza	MY-12	4.1500	0.23	0.95
Soga	MY-13	2.5500	0.13	0.33

$$\sum L.t = 4.22 \text{ m}^2$$

$$\frac{\sum L.t}{Ap} = 0.02164$$

$$\frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56} = 0.01768$$

$$\frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq 0.01768$$

Por lo tanto, cumple.

Datos:

$$Z = 0.45$$

$$U = 1.00$$

$$N = 2.00$$

$$S = 1.10$$

$$A_p = 195 \text{m}^2$$

Cargas de Diseño: Los estados de carga considerados son las cargas horizontales y verticales que el proyecto va a tener que soportar y transmitir hacia la cimentación, entre las cargas se tienen:

Carga Muerta (CM)

Peso propio

$$\text{Acabados} = 100 \text{ Kg/m}^2$$

Carga Viva (CV)

$$\text{Sobrecarga} = 200 \text{ Kg/m}^2 \text{ (E.020 Cargas, 2006)}$$

Modelamiento Estructural

Se modeló utilizando el programa Etabs (Ver figura7). Se modelaron los muros de albañilería como elementos Shell Thin, columnas y vigas como elementos frame. Por último, las losas se modelaron como elementos Shell del tipo Membrane.

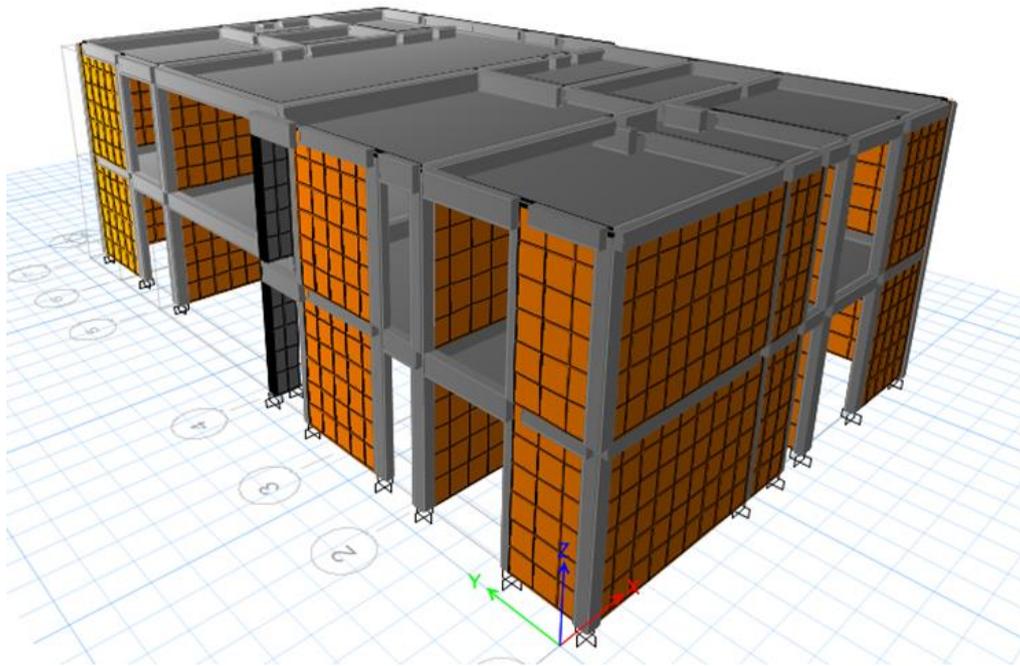


Figura 8 Modelamiento en el programa ETABS (Fuente: Propia)

DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES

Concreto

Resistencia a la compresión = 210 kg/cm²

Módulo de elasticidad= 217,370.65 Kg/cm²

Módulo de Poison= 0.15

Peso Específico= 2400 Kg/m³

Acero de refuerzo

Resistencia a la fluencia= 4200 kg/cm²

Módulo de Elasticidad= 2 000 000 kg/cm²

Albañilería

Resistencia= 65 kg/cm²

Módulo de elasticidad= 32500 Kg/cm²

Peso específico= 1800 Kg/m³

Recubrimientos mínimos

Elementos de confinamiento= 2.5 cm

Elementos de concreto armado= 4 cm

Losas= 2.5 cm

Zapatas= 7.5 cm

Diseño por gravedad

Tabla 12
Diseño por gravedad muros X-X (Fuente: Propia)

Muro	L (m)	t (m)	Pm (kg)	σ_m (kg/cm ²)	$0.2f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right]$	OBSERVACIÓN
MX-1	4.0800	0.13	7253.62	1.37	9.08	Cumple
MX-2	1.2500	0.13	1936.56	1.19	9.08	Cumple
MX-3	2.0000	0.13	2929.58	1.13	9.08	Cumple
MX-4	4.4700	0.23	19527.82	1.90	11.75	Cumple
MX-5	3.0100	0.23	9505.01	1.37	11.75	Cumple
MX-6	4.4500	0.13	11993.47	2.07	9.08	Cumple
MX-7	2.4500	0.23	12301.78	2.18	11.75	Cumple
MX-8	1.6000	0.23	3650.98	0.99	11.75	Cumple
MX-9	3.9700	0.23	15409.57	1.69	11.75	Cumple
MX-10	3.6100	0.23	15306.03	1.84	8.81	Cumple
MX-11	3.0700	0.23	7233.57	1.02	11.75	Cumple
MX-12	4.8000	0.13	8485.15	1.36	9.08	Cumple

Tabla 13
Diseño por gravedad muros Y-Y (Fuente: Propia)

Muro	L (m)	t (m)	Pm (kg)	σ_m (kg/cm ²)	$0.2f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right]$	OBSERVACIÓN
MY-1	1.46	0.13	2628.96	1.39	9.08	Cumple
MY-2	2.5600	0.23	5839.58	0.99	11.75	Cumple
MY-3	2.5600	0.13	6357.70	1.91	9.08	Cumple
MY-4	3.6000	0.13	7001.89	1.50	9.08	Cumple
MY-5	2.2000	0.13	2457.25	0.86	9.08	Cumple
MY-6	1.8900	0.13	5002.26	2.04	9.08	Cumple
MY-7	1.8900	0.13	4654.25	1.89	9.08	Cumple
MY-8	2.5400	0.13	7680.43	2.33	9.08	Cumple
MY-9	1.8000	0.13	2508.43	1.07	9.08	Cumple
MY-10	1.9200	0.13	2549.20	1.02	9.08	Cumple
MY-11	4.3500	0.13	4500.31	0.80	9.08	Cumple
MY-12	2.4500	0.23	10147.65	1.80	11.75	Cumple
MY-13	2.3200	0.13	3376.77	1.12	9.08	Cumple

Diseño para sismo moderado: Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:

$$V_e \leq 0.55V_m = \text{Fuerza cortante admisible}$$

Tabla 14
Verificación de Fisuramiento en muros X-X (Fuente: Propia)

Muro	Pg (kg)	Ve (kg)	Me (kg-m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	α	Vm (kg)	$V_e \leq 0.55V_m$
MX-1	6633.45	4184.55	2525.5	6.76	1.00	23006.89	No fisurado
MX-2	1750.46	969.31	374.04	3.23	1.00	6983.85	No fisurado
MX-3	2717.40	1418.47	1014.61	2.79	1.00	11155.00	No fisurado
MX-4	16881.83	7251.82	9191.5	3.52	1.00	45520.87	No fisurado
MX-5	8548.19	4207.65	4047.53	3.12	1.00	30004.23	No fisurado
MX-6	10392.46	4840.50	4173.86	5.16	1.00	25819.51	No fisurado
MX-7	10143.14	3037.08	2571.11	2.89	1.00	25154.62	No fisurado
MX-8	3163.03	1053.81	693.43	2.43	1.00	15631.49	No fisurado
MX-9	12948.36	4909.01	5381.3	3.62	1.00	39958.67	No fisurado
MX-10	13026.87	6080.93	11891.4	1.84	1.00	36623.33	No fisurado
MX-11	6261.14	3229.69	2899.8	3.41	1.00	30037.11	No fisurado
MX-12	7455.70	5352.13	3102.52	8.28	1.00	26986.81	No fisurado

Tabla 15

Verificación de Fisuramiento en muros Y-Y (Fuente: Propia)

Muro	Pg (kg)	Ve (kg)	Me (kg-m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	α	Vm (kg)	$V_e \leq 0.55V_m$
MY-1	2298.57	1795.46	1004.72	2.609	1.000	8215.5711	No fisurado
MY-2	5032.34	3652.20	2619.87	3.569	1.000	25003.8382	No fisurado
MY-3	5352.77	3221.70	2620.66	3.147	1.000	14709.5371	No fisurado
MY-4	6261.78	4775.13	2762.02	6.224	1.000	20394.2094	No fisurado
MY-5	2380.08	3162.70	2477.93	2.808	1.000	12130.4184	No fisurado
MY-7	4106.74	2881.18	1130.61	4.816	1.000	10895.4002	No fisurado
MY-9	2247.60	1501.62	963.55	2.805	1.000	9993.948	No fisurado
MY-10	2318.61	1864.49	1176.55	3.043	1.000	10642.0803	No fisurado
MY-11	3933.02	3975.22	3842.34	4.500	1.000	23807.3446	No fisurado
MY-12	8727.33	5870.00	5719.17	2.515	1.000	24829.0359	No fisurado
MY-13	3123.48	3466.07	2367.75	3.396	1.000	12933.2004	No fisurado

Donde:

Pg: Peso sísmico 100%CM+25%CV

Ve: Cortante en el muro debido a sismo moderado

Me: Momento en el muro debido a sismo moderado

Vm: Fuerza cortante admisible

Diseño por sismo severo: Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

Tabla 16

Fuerza cortante debido a sismo severo en muros X-X (Fuente: Propia)

Muro	V _m (kg)	VE _i -X (kg)	VE _i -Y (kg)
MX-1	23006.8935	8369.1	454.04
MX-2	6983.8558	1938.62	119.38
MX-3	11155.002	2836.94	118.68
MX-4	45520.8709	14503.64	613.64
MX-5	30004.2337	8415.3	615.22
MX-6	25819.5158	9681	440.32
MX-7	25154.6722	6074.16	521.86
MX-8	15631.4969	2107.62	97.46
MX-9	39958.6728	9818.02	321.8
MX-10	36623.3301	12161.86	1811.36
MX-11	30037.1122	6459.38	199.44
MX-12	26986.811	10704.26	387.98

Tabla 17

Fuerza cortante debido a sismo severo en muros Y-Y (Fuente: Propia)

Muro	V _m (kg)	VE _i -X (kg)	VE _i -Y (kg)
MY-1	8215.5711	76.34	3590.92
MY-2	25003.8382	110.62	7304.4
MY-3	14709.5371	80.26	6443.4
MY-4	20394.2094	229.98	9550.26
MY-5	12130.4184	60.28	6325.4
MY-7	10895.4002	113.94	5762.36
MY-9	9993.948	12.9	3003.24
MY-10	10642.0803	33.2	3728.98
MY-11	23807.3446	198.58	7950.44
MY-12	24829.0359	271.4	11740
MY-13	12933.2004	117.6	6932.14

Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, $\Sigma V_{mi} = 331221.1251 \text{ Kg}$

Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, $\Sigma V_{mi} = 199376.5176 \text{ Kg}$

Cortante por Sísmo Severo en Dirección X, $V_{Ei} = 97342.82 \text{ Kg}$

Cortante por Sísmo Severo en Dirección Y, $V_{Ei} = 61829.56 \text{ Kg}$

Para cada dirección de análisis la resistencia al corte es mayor al cortante por sismo severo, por lo tanto, cumple.

Donde:

V_{Ei-X} : Cortante en el muro debido a sismo severo en la dirección X

V_{Ei-Y} : Cortante en el muro debido a sismo severo en la dirección Y

V_m : Fuerza cortante admisible

Verificación de derivas:

Deriva elástica para la dirección X

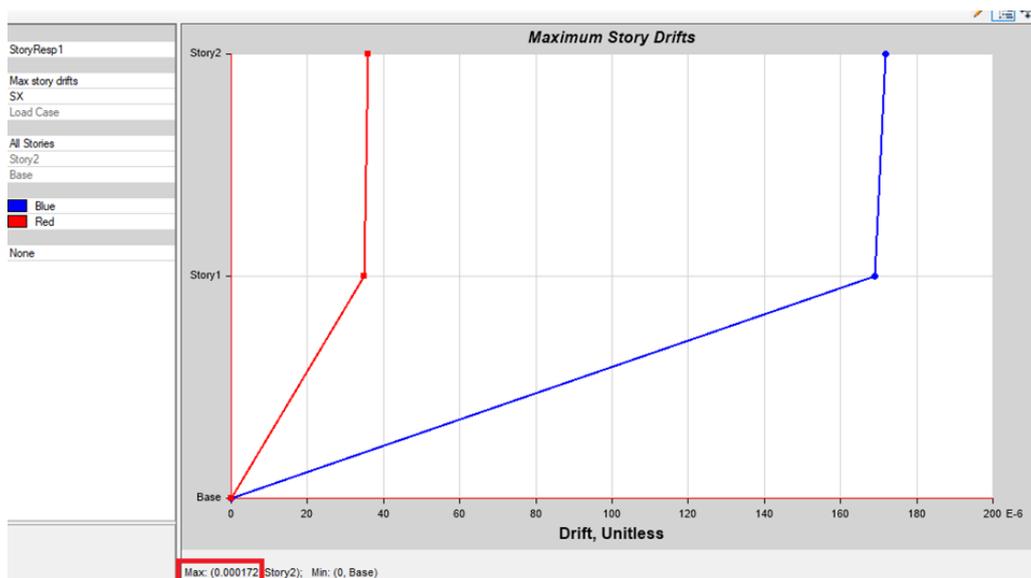


Figura 9 Deriva elástica para la dirección X (Fuente: Propia)

Deriva elástica para la dirección Y



Figura 10 Deriva elástica para la dirección Y (Fuente: Propia)

Tabla 18
Distorsiones de la estructura (Fuente: Propia)

<i>DIRECCIÓN</i>	<i>Máxima deriva elástica</i>	<i>(Deriva inelástica) 0.75*DERIVA*R</i>	<i>Máxima distorsión</i>
X-X	0.000172	0.000387	0.005
Y-Y	0.000258	0.0005805	0.005

Por lo tanto, cumple.

Diseño de Columnas

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019) las columnas se calcularán con las siguientes expresiones:

Tabla 8

Fuerzas internas en columnas (Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

Columna	V_c(fuerza cortante)	T(tracción)	C(compresión)
Interior	$\frac{V_{u1} \cdot L_m}{L(Nc + 1)}$	$V_{u1} \cdot \frac{h}{L} - P_c$	$P_c - \frac{V_{u1} \cdot h}{2L}$
Exterior	$1.5 \frac{V_{u1} \cdot L_m}{L(Nc+1)}$	$F - P_c$	$F + P_c$

Tabla 19

Fuerzas internas en columnas de confinamiento de muros X-X (Fuente: Propia)

Muro	L (m)	M (kg-m)	F (kg)	N _c	P _c (kg)	V _c (kg)	T (kg)	C (kg)
MX-1	4.08	-21182.12	5191.70	2.00	3316.73	11503.45	1874.97	8508.42
MX-2	1.25	-7607.70	6086.16	2.00	875.23	3491.93	5210.93	6961.39
MX-3	2.00	-10899.92	5449.96	2.00	1358.70	5577.50	4091.26	6808.66
MX-4	4.47	-29326.59	6560.76	2.00	8440.92	22760.44	-1880.16	15001.67
MX-5	3.01	-25362.70	8426.15	2.00	4274.10	15002.12	4152.05	12700.24
MX-6	4.45	-19752.81	4438.83	2.00	5196.23	12909.76	-757.40	9635.06
MX-7	2.45	-23730.01	9685.72	2.00	5071.57	12577.34	4614.15	14757.29
MX-8	1.60	-17459.08	10911.93	2.00	1581.52	7815.75	9330.41	12493.44
MX-9	3.97	-33804.44	8514.97	2.00	6474.18	19979.34	2040.79	14989.15
MX-10	3.61	-10104.96	2799.16	2.00	6513.44	18311.67	-3714.28	9312.59
MX-11	3.07	-28846.99	9396.41	2.00	3130.57	15018.56	6265.84	12526.98
MX-12	4.80	-24425.95	5088.74	3.00	2485.23	10120.05	2603.51	7573.97

Tabla 20

Fuerzas internas en columnas de confinamiento de muros Y-Y (Fuente: Propia)

Muro	L (m)	M (kg-m)	F (kg)	Número de Columnas N _c	P _c (kg)	V _c (kg)	T (kg)	C (kg)
MY-1	1.46	-7255.30	4969.39	2.00	1149.29	4107.79	3820.10	6118.67
MY-2	2.56	-23395.19	9138.75	2.00	2516.17	12501.92	6622.58	11654.92
MY-3	2.56	-10524.94	4111.31	2.00	2676.39	7354.77	1434.92	6787.69
MY-4	3.60	-17206.70	4779.64	2.00	3130.89	10197.10	1648.75	7910.53
MY-5	2.20	-7729.23	3513.29	2.00	1190.04	6065.21	2323.25	4703.33
MY-7	1.89	-10227.42	5411.33	2.00	2053.37	5447.70	3357.96	7464.70
MY-9	1.80	-9601.79	5334.33	2.00	1123.80	4996.97	4210.53	6458.13
MY-10	1.92	-9772.95	5090.08	2.00	1159.31	5321.04	3930.77	6249.38
MY-11	4.35	-18232.16	4191.30	2.00	1966.51	11903.67	2224.79	6157.81
MY-12	2.45	-13878.78	5664.81	3.00	2909.11	9310.89	2755.70	8573.92
MY-13	2.32	-9063.25	3906.57	2.00	1561.74	6466.60	2344.83	5468.31

Tabla 21

Sección de columna requerida en muros X-X (Fuente: Propia)

Muro	Vc (kg)	C (kg)	An (cm ²)	Acf (cm ²)	An.Requerida (cm ²)	D final (cm)	t (cm)	An.final (cm ²)	OBSERVACIÓN
MX-1	11503.45	8508.42	27.95	322.23	325.00	30.00	13.00	338.00	CUMPLE
MX-2	3491.93	6961.39	12.48	97.81	325.00	30.00	13.00	338.00	CUMPLE
MX-3	5577.50	6808.66	10.95	156.23	325.00	30.00	13.00	338.00	CUMPLE
MX-4	22760.44	15001.67	92.91	637.55	637.55	35.00	23.00	713.00	CUMPLE
MX-5	15002.12	12700.24	69.89	420.23	575.00	30.00	23.00	598.00	CUMPLE
MX-6	12909.76	9635.06	39.22	361.62	361.62	35.00	13.00	403.00	CUMPLE
MX-7	12577.34	14757.29	90.47	352.31	575.00	30.00	23.00	598.00	CUMPLE
MX-8	7815.75	12493.44	67.82	218.93	575.00	30.00	23.00	598.00	CUMPLE
MX-9	19979.34	14989.15	92.79	559.65	575.00	30.00	23.00	598.00	CUMPLE
MX-10	18311.67	9312.59	36.00	512.93	575.00	30.00	23.00	598.00	CUMPLE
MX-11	15018.56	12526.98	68.16	420.69	575.00	30.00	23.00	598.00	CUMPLE
MX-12	10120.05	7573.97	18.61	283.47	325.00	30.00	13.00	338.00	CUMPLE

Tabla 22

Sección de columna requerida en muros Y-Y (Fuente: Propia)

Muro	Vc (kg)	C (kg)	An (cm ²)	Acf (cm ²)	An.req (cm ²)	D final (cm)	t (cm)	An.final (cm ²)	OBSERVACIÓN
MY-1	4107.79	6118.67	4.05	115.06	325.00	30.00	13.00	338.00	CUMPLE
MY-2	12501.92	11654.92	59.43	350.19	575.00	30.00	23.00	598.00	CUMPLE
MY-3	7354.77	6787.69	10.74	206.02	325.00	30.00	13.00	338.00	CUMPLE
MY-4	10197.10	7910.53	21.97	285.63	325.00	30.00	13.00	338.00	CUMPLE
MY-5	6065.21	4703.33	10.11	169.89	325.00	30.00	13.00	338.00	CUMPLE
MY-7	5447.70	7464.70	17.51	152.60	325.00	30.00	13.00	338.00	CUMPLE
MY-9	4996.97	6458.13	7.44	139.97	325.00	31.00	13.00	351.00	CUMPLE
MY-10	5321.04	6249.38	5.35	149.05	325.00	32.00	13.00	364.00	CUMPLE
MY-11	11903.67	6157.81	4.44	333.44	333.44	33.00	13.00	377.00	CUMPLE
MY-12	9310.89	8573.92	28.61	260.81	575.00	34.00	23.00	690.00	CUMPLE
MY-13	6466.60	5468.31	-2.46	181.14	325.00	35.00	13.00	403.00	CUMPLE

Diseño de refuerzo longitudinal y estribos:

Tabla 23

Diseño de estribos y refuerzo longitudinal en columnas (Fuente: Propia)

Muro	As.req (cm ²)	Distribución Refuerzo	
		Longitudinal	Distribución Refuerzo de Estribos
MX-1	4.553	4φ1/2"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-2	2.682	4 φ3/8"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-3	3.099	4 φ1/2"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-4	8.496	4 φ5/8"+2 φ3/8"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-5	6.416	6φ1/2"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-6	4.732	4 φ1/2"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-7	5.696	4φ1/2"+2φ3/8"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-8	5.350	4φ1/2"+2φ3/8"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-9	7.567	6φ1/2"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-10	7.452	6φ1/2"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-11	7.014	6φ1/2"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-12	4.273	4 φ1/2"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-1	2.508	4 φ3/8"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-2	6.232	4φ1/2"+2φ3/8"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-3	2.977	4 φ3/8"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-4	4.032	4 φ1/2"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-5	2.774	4 φ3/8"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-7	2.848	4 φ1/2"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-9	2.929	4 φ1/2"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-10	2.964	4 φ1/2"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-11	4.791	4 φ1/2"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-12	4.032	4 φ1/2"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-13	2.921	4 φ1/2"	□3/8",2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E

Diseño de vigas de confinamiento: Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019) las vigas de confinamiento se calcularán con las siguientes expresiones:

Tabla 24

Diseño de estribos y refuerzo longitudinal en vigas de confinamiento (Fuente: Propia)

Muro	As.instal (cm ²)	Distribución Refuerzo Longitudinal	Distribución Refuerzo de Estribos
MX-1	3.04	4 ϕ 1/2"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-2	1.15	4 ϕ 3/8"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-3	1.48	4 ϕ 3/8"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-4	6.02	4 ϕ 1/2"+2 ϕ 3/8"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-5	3.97	4 ϕ 1/2"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-6	3.42	4 ϕ 1/2"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-7	3.33	4 ϕ 1/2"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-8	2.07	4 ϕ 3/8"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-9	5.29	4 ϕ 1/2"+2 ϕ 3/8"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-10	4.84	4 ϕ 1/2"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-11	3.97	4 ϕ 1/2"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MX-12	3.57	4 ϕ 1/2"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-1	1.11	4 ϕ 3/8"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-2	3.31	4 ϕ 1/2"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-3	1.95	4 ϕ 3/8"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-4	2.70	4 ϕ 3/8"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-5	1.60	4 ϕ 3/8"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-7	1.44	4 ϕ 3/8"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-9	1.32	4 ϕ 3/8"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-10	1.41	4 ϕ 3/8"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-11	3.15	4 ϕ 1/2"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-12	3.28	4 ϕ 1/2"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E
MY-13	1.71	4 ϕ 3/8"	\square 1/4mm,2@5cm,4@10cmRto@25cm C/E

Diseño de muro de corte: El diseño del muro de corte se realizará directamente usando la herramienta computacional. Esta fue diseñada según la norma americana ACI.

Tabla 25

Fuerzas internas en Muro de corte (Fuente: Propia)

Station Location	ID	Rebar cm ² /cm	Shear Combo	Axial (kg)	Momento (kg-cm)	Cortante (kg)	ϕV_c (kg)	ϕV_n (kg)
			CA:					
Top	Leg 1	0.0625	Envolvente	2574.79	26331.71	905.78	5782.7	13718.34
			CA:					
Bottom	Leg 2	0.0625	Envolvente	811.63	103812.92	2003.75	8701.31	16636.94

Área de acero necesaria = 0.0625cm²/cm

Entonces:

Asumiendo fierros de 3/8’’doble malla $A_s=1.42\text{cm}^2$

El espaciamiento será:

$X=22.72\text{ cm}$

Finalmente

Distribución: Fierro de 3/8 doble malla@20cm

Diseño de Losas Aligeradas: Para el diseño del aligerado se cambió el elemento de tipo membrane a tipo Shell Thin. En la siguiente figura se muestra los strip de diseño de ancho 40cm.

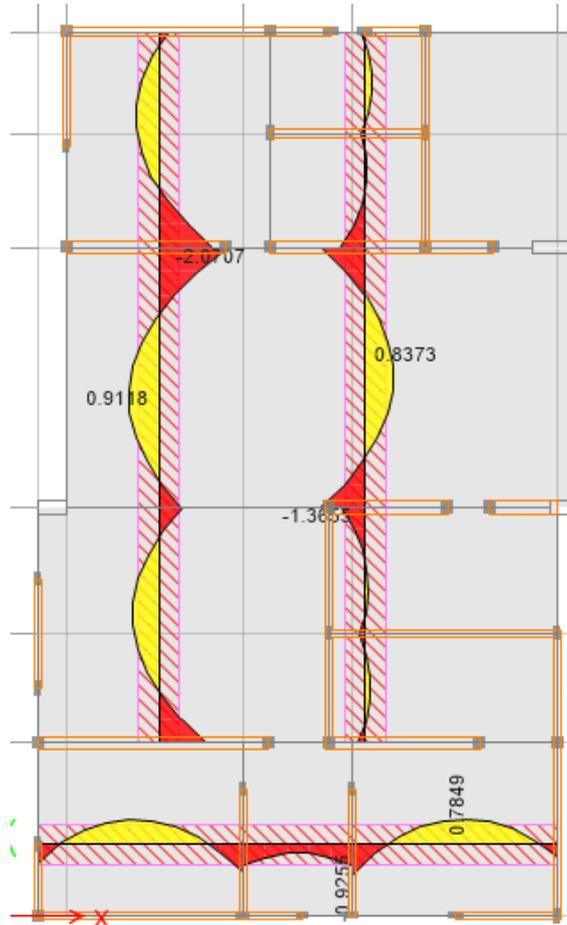


Figura 11 Strip de diseño y momentos flectores en viguetas (Fuente: Propia)

Tabla 26

Fuerzas internas losa aligerada (Fuente: Propia)

Tipo de elemento	Sección (cm)	Momento Máximo (-) (Ton-m)	Momento Máximo (+) (Ton-m)	Acero negativo	Acero positivo
Losa aligerada en 1 sentido	25	2.07	0.91	1φ1/2''+ bastón 1φ5/8''	1φ1/2''

Diseño de columna de concreto armado: Solo se ha considerado una columna de concreto por el motivo que esta soporta una viga peraltada ubicada en la zona central de la casa.

El diseño se hará con la ayuda de la herramienta computacional. Esta fue diseñada según la norma americana ACI.

Tabla 27

Fuerzas internas en columna de concreto armado (Fuente: Propia)

Design Pu (kg)	Design Mu2(kg-cm)	Design Mu3(kg-cm)	Minimum M2 (kg-cm)	Minimum M3 (kg-cm)	Rebar Area cm ²	Rebar (%)
7072.2	509324.36	25805.76	18203.84	16082.18	9.18	1.05

Acero necesario: 9.18 cm²

Se propone $4\phi 5/8'' + 2\phi 1/2'' = 10.58\text{cm}^2$

Diseño de viga peraltada: En la siguiente figura se muestra las fuerzas internas de la viga central.

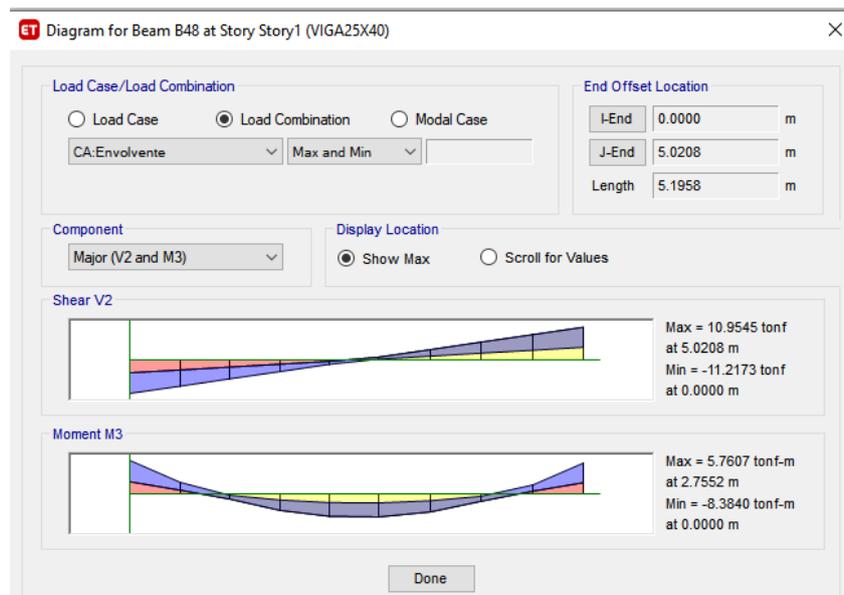


Figura 12 Fuerzas interna en Viga peraltada (Fuente: Propia)

Tabla 28

Fuerzas internas en viga y diseño (Fuente: Propia)

Tipo de elemento	Momento Máximo (-) (Ton-m)	Momento Máximo (+) (Ton-m)	Acero negativo	Acero positivo	Estribos
Viga 25x40	8.38	5.76	3φ5/8’’+ bastón φ1/2’’	3φ5/8’’+ bastón φ1/2’’	□3/8’’,2@5cm,5@10cm, Rto@20cm C/E

Diseño de cimentaciones

Tabla 29

Diseño de cimentación corrida X-X (Fuente: Propia)

Muro	At	Metrado de cargas (kg/m)	Ancho de Cimentación (m)	Peralte (m)
MX-1	1.81	4982.8	0.6	1.00
MX-2	1.59	4807.8	0.6	1.00
MX-3	1.56	4607.8	0.6	1.00
MX-4	4.26	8657.8	0.9	1.00
MX-5	4.26	8657.8	0.9	1.00
MX-6	4.13	8354.4	0.9	1.00
MX-7	4.75	9392.8	0.9	1.00
MX-8	4.75	9392.8	0.9	1.00
MX-9	4.08	8762.8	0.9	1.00
MX-10	4.01	8282.8	0.9	1.00
MX-11	3.21	7082.8	0.9	1.00
MX-12	2.22	5597.8	0.6	1.00

Tabla 30

Diseño de cimentación corrida Y-Y (Fuente: Propia)

Muro	At	Metrado de cargas (kg/m)	Ancho de Cimentación (m)	Peralte (m)
MY-1	1.20	4067.80	0.60	1.00
MY-2	2.86	6557.80	0.60	1.00
MY-3	3.25	7142.80	0.60	1.00
MY-4	1.90	5117.80	0.60	1.00
MY-5	3.13	6962.80	0.70	1.00
MY-7	1.99	5252.80	0.60	1.00
MY-9	2.31	5732.80	0.60	1.00
MY-10	2.31	5732.80	0.60	1.00
MY-11	1.19	4052.80	0.60	1.00
MY-12	2.55	6092.80	0.60	1.00
MY-13	2.44	5927.80	0.60	1.00

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Se determinó el diseño estructural óptimo para una casa de campo ubicada en el distrito de Pachacamac, el diseño de muros y sus verificaciones se muestran en la Tabla N°12 para el sentido X-X y la Tabla N°13 para la dirección Y-Y.

Asimismo, se muestran en la Tabla N°21 y Tabla N°22 las verificaciones y el diseño de la sección de columnas de confinamiento. En la Tabla 23 se muestran los refuerzos longitudinales y estribos correspondientes para el confinamiento vertical de cada muro.

Las vigas de confinamiento se diseñaron tal y como se muestra en la Tabla N°24, se muestran el refuerzo longitudinal y los estribos correspondientes.

En la Tabla N°25 se muestra el diseño del muro de corte, se presenta el reporte del programa ETABS y se calcula el espaciamiento de los aceros de refuerzo.

Se calcularon las distorsiones de las estructuras según la norma E.030 del Reglamento Nacional de edificaciones dando como resultado una distorsión de 0.000387 para la dirección X y 0.0005805 para la dirección Y, estos resultados se consideran aceptables dados que son menores a 0.005, que es lo que la norma establece como máximo para estructuras de albañilería confinada.

El diseño de la losa aligerada en una dirección de 25 cm de espesor se muestra en la Tabla N°26. Se aplicaron franjas de diseño (Strips) de 40cm de ancho para el cálculo de momentos flectores y cortantes.

Correspondiente a la columna de concreto armado ubicada en el centro de la vivienda, se diseño siguiendo la normativa E.060, los resultados se muestran en la Tabla N°27.

En la Tabla N°28 se presenta el diseño de la viga peraltada, está se diseño bajo la normativa E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Por ultimo se presenta el diseño de la cimentación corrida, tal y como se muestra en la Tabla

N°29 para los muros en el sentido X-X y Tabla N°30 para los muros en el sentido Y-Y.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El trabajo de suficiencia profesional desarrolla el diseño eficiente de una casa de campo que cumple con los estándares del Reglamento Nacional de Edificaciones correspondiente al apartado E070 Albañilería. y E030 Diseño sismorresistente.

Se mostró el diseño sísmico de elementos estructurales y se presentan las distorsiones para cada nivel. Estas distorsiones no sobrepasan el límite propuesto en el artículo 32 del Reglamento Nacional de Edificaciones, en su apartado E.030 Diseño Sismorresistente.

Se mostraron los criterios para el correcto predimensionamiento y estructuración de elementos estructurales, aplicadas a la realidad de una casa de campo ubicada en el distrito de Pachacamac.

Como tercera conclusión, se muestran los planos estructurales donde se detallan todos los elementos estructurales para el desarrollo del proyecto estructural.

Recomendaciones

Se recomienda que, antes de empezar a desarrollar un proyecto estructural. Se debe tener el proyecto arquitectónico aprobado por el cliente. Dado que, al no tener un proyecto arquitectónico aprobado provoca que el diseño estructural se modifique múltiples veces durante su desarrollo. Esto puede causante de futuras incompatibilidades.

Se recomienda utilizar concreto con impermeabilizante para proyectos que se encuentren en zonas con alta concentración de humedad como Pachacamac.

Se recomienda leer manual del usuario del programa Etabs, este nos muestra el procedimiento de calculo para cada uno de elementos estructural, este realiza los cálculos según normativa americana.

Se recomienda a los constructores utilizar el tipo de ladrillo estructural propuesto en los planos, este deberá ser industrial y no tener más de 30% de alveolos.

REFERENCIAS

Blanco, A. (s. f.). Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado (Vol. 9na). Colegio de Ingenieros del Perú.

E.020 Cargas. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones E020. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366640/50%20E.020%20CARGAS.pdf>

Gibu, P., Honma, C., Anicama, O., Gallardo, J., Zavala, C., Chang, L., Huaco, G., Bautista, G., & Cárdenas, L. (2005). CONSTRUCTION OF MASONRY BUILDINGS WITH APPROPRIATED TECHNOLOGIES. 2005.

Hernández, L. (2012). DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA [Universidad Católica del Perú].
https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1450/HERNANDEZ_PINEDO_LUIS_ALBA%20C3%91ILERIA_CONFINADA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

INEI. (2017). Características de las viviendas particulares censadas.
https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/parte01.pdf

Martínez, S., Cesín, J., Flores, L., Granados, R., Hernández, O., Perrilliat, R., Pérez-Gavilán, J., Pérez, A., Rangel, J., Taveras, M., Terán, A., & Zúñiga, O. (2012). Guía para el Análisis de Estructuras de Mampostería (pp. 77-95).

McCormac, J., & Brown, R. (2011). Diseño de Concreto Reforzado (Octava). Alfaomega. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). NORMA E.070 ALBAÑILERÍA. <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-alba-ileria-sencico.pdf>

Ramírez, E. Y. F. (2009). RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO EN MAMPOSTERÍA DE VIVIENDAS MÍNIMAS, MENORES A 50 m². 2009, 1.

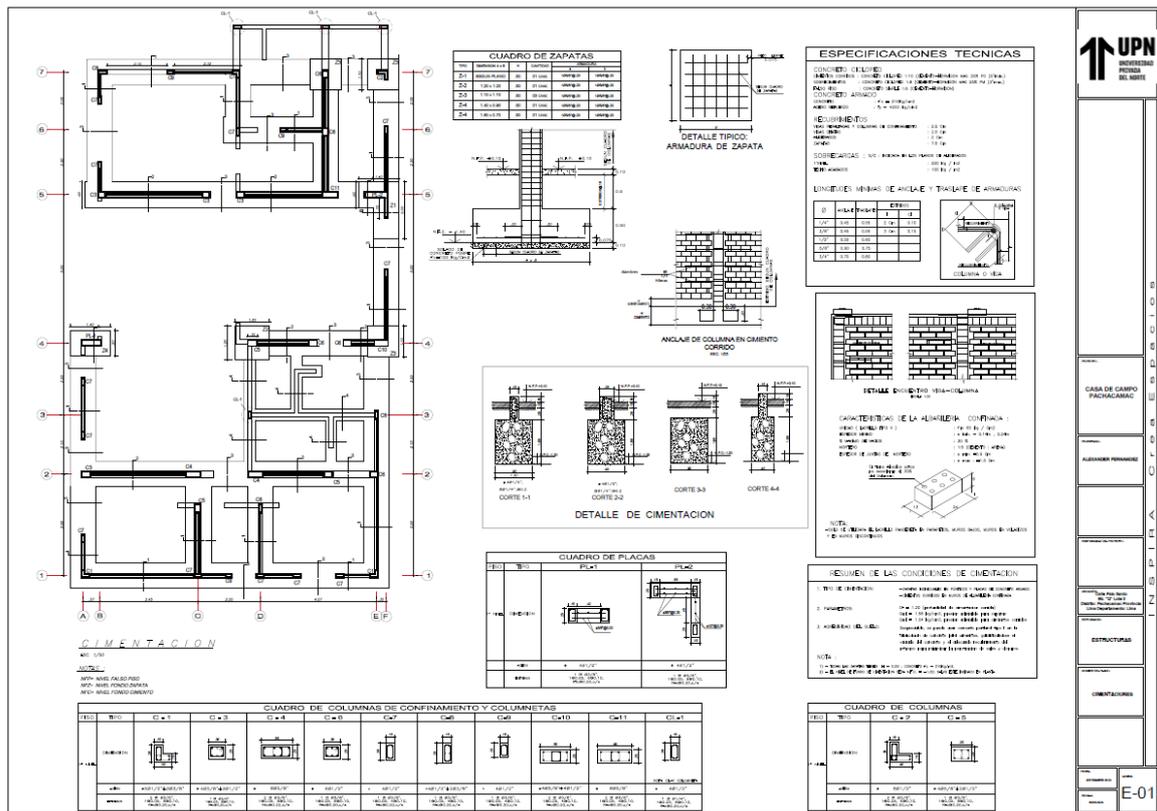
Reglamento Nacional de Edificaciones E020. (c). Reglamento Nacional de Edificaciones E.030.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366641/51%20E.030%20DISE%20C3%91O%20SISMORRESISTENTE%20RM-043-2019-VIVIENDA.pdf>

Rivas Torres, D. (2005). Planeación, espacios verdes y sustentabilidad en el Distrito Federal [México]. <http://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/2362>

Takeuchi, C. (2013). Diseño de vigas y muros en mampostería reforzada. Universidad Nacional de Colombia.

ANEXOS

ANEXO N° 1. Plano de cimentaciones



ANEXO N° 2. Plano de aligerado y desarrollo de vigas

