

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERA CIVIL Y AMBIENTAL

**COMPARACION ENTRE TRES SISTEMAS CONSTRUCTIVOS,
PÓRTICO DE HORMIGÓN, MAMPOSTERÍA CONFINADA Y
MAMPOSTERÍA REFORZADA PARA UN PROTOTIPO DE
VIVIENDA DE DOS PISOS.**

**ANALISIS Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA EN BASE A
MAMPOSTERIA REFORZADA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA EN
INGENIERIA CIVIL**

AMANDA ELIZABETH ALOMOTO YANEZ

amanda.alomoto@epn.edu.ec

DIRECTOR: FELIX POLICARPO VACA MONCAYO

felix.vacam@epn.edu.ec

DMQ, septiembre 2022

CERTIFICACIONES

Yo, AMANDA ELIZABETH ALOMOTO YANEZ declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

AMANDA ELIZABETH ALOMOTO YANEZ

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por AMANDA ELIZABETH ALOMOTO YANEZ, bajo mi supervisión.

FELIX POLICARPO VACA MONTOYA
DIRECTOR

DECLARACION DE AUTORIA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

AMANDA ELIZABETH ALOMOTO YANEZ

FELIX POLICARPO VACA MONTOYA

NOMBRE_COLABORADOR(ES)

DEDICATORIA

Este logro lo dedico a una personita tan especial que formo parte de mi vida tan solo por un corto tiempo, fuiste el motor para conseguir esta meta.

A mis padres Wilson y Etelvina por brindarme su cariño y enseñarme a ser una buena persona y con valores que me inculcaron los cuales me ayudaron a salir adelante.

A mis hermanos por permanecer siempre a mi lado.

A mis sobrinos Juliette y Nezaireth quienes con su sonrisa iluminan mi vida.

A una persona que formo parte de mi vida 4 años la cual me ha dado afecto, cariño, y amor e incluso en los días más difíciles hacia lo posible por verme y con tan solo su sonrisa me alegraba el día.

Silvia y Diana quienes me acompañaron desde el inicio de la carrera, apoyándonos por más difíciles que se pongan las cosas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme salud y vida, también a mis padres, Wilson y Etelvina por su apoyo y amor incondicional en los momentos más difíciles, los cuales con sus enseñanzas y consejos me ayudaron a sobrellevar los problemas y a cumplir uno de mis objetivos

A mis hermanos Aida, Jessica y Armando infinito agradecimiento por permanecer en los momentos que ni yo misma me soportaba

A mi tutor Felix Vaca agradezco por brindarme su confianza, tiempo y conocimiento para el proyecto se realice con éxito.

A mis compañeras con los cuales emprendimos una meta quizá difícil pero no imposible, y lo estamos logrando poco a poco gracias por la ayuda que recibí de ustedes y sus ánimos en los momentos difíciles de la carrera

Agradezco a la gloriosa Escuela Politécnica Nacional en especial a la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental por permitirme ser parte de ella y obtener conocimientos por medio de mis profesores los cuales me ayudaron a cumplir mi meta tan anhelada.

A mi compañera Valeria Reyes por ayudarme en algunas dudas que tuve en el transcurso de la carrera.

1.5.5.	Cortante basal	17
1.5.5.1	Carga horizontal	17
1.5.5.2	Periodo fundamental de vibración de estructura T_a	17
1.5.5.3	Criterio para definición de reducción R	18
1.5.5.4	Distribución vertical de las fuerzas.....	19
1.5.6.	Losas.....	20
1.5.6.1	Clasificación de losas	20
1.5.7.	Muros	21
1.5.7.1	Diseño a corte	21
1.5.7.2	Diseño a flexo compresión.....	24
1.5.8.	Cimentación.....	26
2.	METODOLOGIA.....	27
2.1	Descripción de la estructura.....	27
2.2	Generalidades	28
2.3	Prediseño de elementos estructurales	28
2.3.1	Prediseño de losa	28
2.3.2	Prediseño de muros.....	29
2.3.2.1	Ubicación de aceros	38
2.3.2.2	Hiladas en mampostería	39
2.3.2.3	Acero de refuerzo en la parte superior de la mampostería	45
2.3.3	Prediseño de gradas.....	47
2.4	Cálculo de cargas	47
2.5	Combinación de carga	50
2.6	Modelación de estructura.....	51
2.7	Diseño estructural.....	61
2.7.1	Losa.....	61
2.7.2	Muro	70
2.7.2.1	Diseño a corte	70
2.7.2.2	Diseño a flexo compresión.....	77
2.7.2.3	Gradas.....	85
2.8	Presupuesto	87
3.	RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
3.1	Resultados.....	87
3.2	Conclusiones	97
3.3	Recomendaciones	98
4.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	98

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Bloque de hormigón de acuerdo con su uso -----	4
Tabla 2. Bloques de hormigón de acuerdo con su densidad-----	4
Tabla 3. Clasificación del concreto liquido -----	6
Tabla 4. Amplificación espectral -----	14
Tabla 5. Factor usado en el espectro de diseño elástico-----	15
Tabla 6. Irregularidades en planta y elevación de la configuración estructural -----	17
Tabla 7. Cortante nominal resistido por la mampostería V_m -----	23
Tabla 8. Valor máximo para el cortante nominal V_n -----	23
Tabla 9. Datos generales de estructura-----	27
Tabla 10. Dimensiones y espesor de bloque -----	29
Tabla 11. Peso de pared -----	30
Tabla 12. Índice de densidad de muros en cada dirección -----	31
Tabla 13. Área de piso -----	32
Tabla 14. Área de cada muro-----	32
Tabla 15. Cuantía de acero mínimo-----	33
Tabla 16. dimensiones para acero horizontal-----	35
Tabla 17. Resumen de acero colocado en mampostería planta baja-----	37
Tabla 18. Resumen de acero colocado en mampostería planta alta-----	37
Tabla 19. Propiedades de los materiales-----	47
Tabla 20. Cargas verticales -----	48
Tabla 21. Coeficientes Sísmicos -----	49
Tabla 22. Distribución de cortante basal en cada piso -----	50
Tabla 23. Combinaciones de carga -----	51
Tabla 24. Carga viva y muerte -----	61
Tabla 25. Casos para coeficientes de la losa $+N_v 2,5$ -----	62
Tabla 26. Coeficientes para obtener los momentos para losa $NV+2.5$ -----	62
Tabla 27. Momentos obtenidos para losa $N_v+2.5$ -----	63
Tabla 28. Casos para obtener coeficientes de losa inaccesible -----	65
Tabla 29. Coeficientes para losa inaccesible -----	65
Tabla 30. Momentos de losa inaccesible-----	66
Tabla 31. Propiedades de materiales para diseño a corte pared 1 -----	70
Tabla 32. Resumen de diseño a corte-----	72
Tabla 33. Datos para diseño flexo compresión -----	77
Tabla 34. Momentos últimos obtenidos de etabs-----	78
Tabla 35. Valores de la carga axial y momento obtenidos de Etabs -----	80
Tabla 36. Carga muerta de descanso -----	85
Tabla 37. Carga muerta de peldaños -----	86
Tabla 38. Presupuesto de estructura -----	87
Tabla 39. Periodos y modales de estructura con gradas-----	88
Tabla 40. Periodo y modal de la estructura sin gradas-----	88
Tabla 41. Resultado de derivas -----	92
Tabla 42. Momentos y carga requerida -----	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1. Plano arquitectónico planta baja	3
Ilustración 2. Plano arquitectónico planta alta	4
Ilustración 3. Bloques comerciales y bloques en L	5
Ilustración 4. Acero Vertical	7
Ilustración 5. Mampostería reforzada con requisitos mínimos	8
Ilustración 6. Clasificación de muros según su geometría	9
Ilustración 7. Fallas en muros de mampostería	10
Ilustración 8. Mapa de zonificación	11
Ilustración 9. Zona sísmica	11
Ilustración 10. Tipo de suelo y factores de sitio F_a	12
Ilustración 11. Amplificaciones los órdenes del espectro elástico F_d	12
Ilustración 12. Comportamiento no lineal del suelo	13
Ilustración 13. Espectro elástico de diseño	13
Ilustración 14. Coeficiente de importancia	15
Ilustración 15. derivas inelásticas máxima	16
Ilustración 16. Configuración estructural recomendadas	16
Ilustración 17. Coeficientes para obtener periodo fundamental	18
Ilustración 18. Coeficiente R	19
Ilustración 19. Distribución vertical de las fuerzas	19
Ilustración 20. Clasificación de losas	20
Ilustración 21. Relación larga/ancho	21
Ilustración 22. Espesor mínimo de losa maciza	21
Ilustración 23. Resistencia mínima a la flexión	25
Ilustración 24. Módulo de ruptura de la mampostería	25
Ilustración 25. Reducción de resistencia axial por esbeltez	25
Ilustración 26. Resistencia nominal para carga axial	26
Ilustración 27. Cimentación corrida	27
Ilustración 28. Corte de cimentación	27
Ilustración 29. Bloque comercial	30
Ilustración 30. Numeración de paredes	31
Ilustración 31. Distribución de acero vertical y horizontal de pared 9	39
Ilustración 32. Hilada 1 en forma de x	40
Ilustración 33. Hilada 2 en forma de x	40
Ilustración 34. hilada 3 en forma de x	41
Ilustración 35. hilada 1 en forma de L	41
Ilustración 36. hilada 2 en forma de L	42
Ilustración 37. Hilada 3 en forma de L	42
Ilustración 38. hilada 1 en forma de T	43
Ilustración 39. hilada 2 en forma de T	44
Ilustración 40. hilada 3 en forma de T	44
Ilustración 41. Acero de refuerzo en la hilada tipo T	45
Ilustración 42. Acero de refuerzo en la hilada tipo LL	46
Ilustración 43. Acero de refuerzo en la hilada tipo x	46

Ilustración 44. Periodo fundamental-----	50
Ilustración 45. resistencia a la compresión de la mampostería -----	51
Ilustración 46. Resistencia a la compresión del concreto -----	52
Ilustración 47. Momento de inercia agrietada para la mampostería-----	52
Ilustración 48. Ingreso de datos de mampostería -----	53
Ilustración 49. ingreso de datos de losa -----	53
Ilustración 50. Ingreso de carga viva y muerta para losa entepiso -----	54
Ilustración 51. Ingreso de carga viva y muerta de la losa inaccesible-----	54
Ilustración 52. Coeficiente de cortante basal para X -----	55
Ilustración 53. Coeficiente de cortante basal en y -----	55
Ilustración 54. Ingreso de combinaciones de carga -----	56
Ilustración 55. Ingreso de coeficientes para espectro elástico de diseño -----	57
Ilustración 56. Distribución de paredes en planta -----	57
Ilustración 57. Ubicación de mamposterías en Etabs del eje 1 y 2 -----	58
Ilustración 58. Ubicación de mamposterías en Etabs del eje 3 y 4 -----	59
Ilustración 59. ubicación de mampostería en Etabs del eje 7 y 9 -----	59
Ilustración 60. Ubicación de mamposterías en Etabs del eje A y S -----	60
Ilustración 61. Ubicación de mamposterías en Etabs del eje H,L y S -----	60
Ilustración 62. Modelo matemático de Etabs-----	61
Ilustración 63. Resultado de momento en losa M11 -----	66
Ilustración 64. Resultado de momentos en losa M22-----	67
Ilustración 65. Resultado de cortante V13 -----	67
Ilustración 66. Resultado de cortante V23 -----	68
Ilustración 67. Resultados de momentos en losa inaccesible M11 -----	68
Ilustración 68. Resultados de momento en losa inaccesible M22-----	69
Ilustración 69. Resultado de cortante V13 -----	69
Ilustración 70. Resulta de cortante V23-----	70
Ilustración 71. Diagrama de momento, corte y axial muro 6 -----	73
Ilustración 72. Diagrama de momento, axial y corte del muro 8 -----	73
Ilustración 73. Diagrama de momento, cortante y axial del muro 9 -----	74
Ilustración 74. Diagrama de momento, axial y cortante del muro 11 -----	74
Ilustración 75. Diagrama de momento, axial y cortante del muro 15-----	75
Ilustración 76. Diagrama de momento, axial y cortante de muro 16 -----	75
Ilustración 77. Diagrama de momento, axial y cortante del muro 18-----	76
Ilustración 78. Diagrama de momento, axial y cortante del muro 19-----	76
Ilustración 80. Diagrama de iteración muro 6-----	81
Ilustración 81. Diagrama de iteración del Muro 8-----	81
Ilustración 82. Diagrama de iteración del muro 9-----	82
Ilustración 83. Diagrama de iteración del muro 11 -----	82
Ilustración 84. Diagrama de iteración del muro 15-----	83
Ilustración 85. Diagrama de iteración del muro 16-----	83
Ilustración 86. Diagrama de iteración del muro 18-----	84
Ilustración 87. Diagrama de iteración del muro 19-----	84
Ilustración 88. Deriva elástica en X con gradas-----	89
Ilustración 89. Deriva elástica en Y con gradas-----	90
Ilustración 90. Deriva elástica en X sin gradas-----	91
Ilustración 91. Deriva elástica en Y sin grada -----	92
Ilustración 92. Capacidad y requerimiento del corta en los muros-----	93

Ilustración 93. carga vs momento para mampostería reforzada-----	94
Ilustración 94. Presiones de suelo obtenido de Etabs-----	96

RESUMEN

El presente trabajo investigativo, se basa en el estudio de un sistema de construcción denominado mampostería reforzada el cual está tomando fuerza a nivel nacional por la efectividad en cuanto al tiempo de construcción.

Para realizar el análisis es necesario primero considera el espesor del bloque que se utilizara para poder obtener un ancho equivalente e incluso obtener el peso el cual debe considerar el enlucido, de igual manera se procede con la losa maciza la cual es necesario predimensionar de acorde a lo que estipulado en la ACI (American Concrete Institute) de esta manera se obtendrá el peso considerando los terminados, en este caso se tendrá una losa entrepiso y una losa inaccesible la cual se la debe considerar diferentes cargas vivas.

El sistema propuesto se basa en una estructura de mampostería reforzada de dos pisos de altura, ubicada en la ciudad de Quito en la cual es necesario colocar muros conformados por acero vertical y horizontal en el interior de la mampostería, e incluso se adoptara dos tipos de bloques estructurales con perforaciones verticales, uno que se encuentra con facilidad en el mercado y el otro en forma de L, el mismo que se lo propone con el objetivo de evitar problemas en las juntas, en especial en los casos críticos como es en la intersección de dos o más muros. Esta mampostería estructural soportara una losa maciza.

El modelo se lo realizara en el programa ETABS el cual debe cumplir con los requisitos de análisis y diseño estipulados en la Norma Ecuatoriana de la Construcción y el ACI con la finalidad de obtener una estructura estable y habitable.

ABSTRACT

This research work is based on the study of a construction system called reinforced masonry, which is gaining strength at the national level due to its effectiveness in terms of construction time.

To perform the analysis it is necessary to first consider the thickness of the block to be used in order to obtain an equivalent width and even obtain the weight which should consider the plaster, in the same way we proceed with the solid slab which is necessary to pre-dimension according to what is stipulated in the ACI (American Concrete Institute) in this way we will obtain the weight considering the finishes, in this case we will have a mezzanine slab and an inaccessible slab which should be considered different live loads.

The proposed system is based on a reinforced masonry structure of two stories high, located in the city of Quito, in which it is necessary to place walls made of vertical and horizontal steel inside the masonry, and even adopt two types of structural blocks with vertical perforations, one that is easily found in the market and the other in the form of L, the same that is proposed with the aim of avoiding problems in the joints, especially in critical cases such as in the intersection of two or more walls. This structural masonry will support a solid slab.

The model will be made in the ETABS program which must comply with the analysis and design requirements stipulated in the Ecuadorian Construction Standard and the ACI in order to obtain a stable and habitable structure.

1. INTRODUCCION

1.1 Descripción del componente desarrollado

Se realizará análisis estructural del prototipo de vivienda que estará ubicada en la Ciudad de Quito de dos pisos bifamiliar consta de una losa entrepiso y una losa inaccesible con un suelo tipo D , para iniciar con el proyecto se debe definir una estructura donde se visualizara la ubicación de las paredes luego se escoge un espesor del mampuesto con el cual se trabajara, cabe mencionar que es necesario proponer un tipo de mampuesto en forma de L debido a que las juntas en cada hilada no debe coincidir al momento de alzar la mampostería, este problema se puede dar en la intersección de los muros de mampostería.

Es necesario saber si el número de paredes que están definidas en el plano son las correctas para esto se verifica la densidad de muros en cada dirección, es decir, no debe ser menor de 1.5%. En cada pared es necesario conocer que cantidad de acero se colocara tanto vertical como horizontal e incluso se debe definir el espacimientto del refuerzo horizontal y nos dice que no debe ser mayor 60 cm o debe ser menor igual a 6 hiladas y el refuerzo vertical debe ser menor a 80 cm.

Para que el refuerzo funcione correcta y monolíticamente es necesario definir un relleno de concreto o grout en el cual debe incluirse cal en una porción mínima y debe ser fluido para que al momento que se le coloque no se construya y pase a la parte inferior de la mampostería.

Es importante definir la altura de la losa la cual se la debe rediseñar de acorde a lo que nos menciona la ACI, se incluirá gradas para conocer que tanto afecta en los resultado, e incluso es necesario modelar una cimentación corrida ya que este tipo de cimentación es muy efectiva en los muros de mampostería, concluyendo todo esto es necesario extraer los datos de la NEC-2015 de los coeficientes sísmicos, para luego proceder a modelar usando un software especializado, el cual estudiara el comportamiento sismo resistente como una estructura tridimensional sujeta a esfuerzos sísmico. Se obtendrá resultados tales como la deriva, los modos de vibración, momentos y cortantes en las losas, momento, cortante y axial de las paredes, y presión del suelo.

Finalmente, de acorde a los materiales que se utilizó se realizó un presupuesto

1.2 Objetivo general

Realizar una comparación entre tres sistemas constructivos, pórticos de hormigón, mampostería confinada y mampostería reforzada para un prototipo de vivienda de dos pisos realizarse en la Ciudad de Quito, de esta manera se determinará si este método de mampostería reforzada tiene mejor comportamiento.

1.3 Objetivos específicos

1. Realizar un modelamiento con el software ETABS para una vivienda bifamiliar con los aspectos o parámetros definidos en el presente proyecto de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC-SE-DS).
2. Diseñar una planta regular de dos pisos con una altura de 2,50 m como sistema de mampostería armada.
3. Realizar un detallamiento en planos que constaten la ubicación de los refuerzos horizontales y verticales en la mampostería.
4. Interpretar los resultados que se obtienen del modelo matemático como son las derivas máximas inelásticas de piso, modos de vibración, esfuerzos máximos de los muros y cortante basal de la estructura.
5. Conocer si el sistema de mampostería reforzada es el adecuado y económico para poder construir en todo el Ecuador.

1.4 Alcance

Se realizará en primera instancia un análisis estructural del prototipo de vivienda de antemano, donde se estudiar el comportamiento sismo resistente con el uso de un software especializado, como una estructura tridimensional sujeto a esfuerzo sísmico. Se obtendrá resultados tales como la deriva y los modos de vibración para conocer si la estructura modela cumple con los requisitos mínimos de la Norma Ecuatoria de la construcción y ACI (American Concrete Institute).

1.5 Marco teórico

1.5.1. Sistema estructural

Es un sistema que se constituye de varios o un elemento, de tal forma que todo el sistema sea capaz de mantener su geometría y no exista colapso ante la aplicación de una o varias cargas.

1.5.1.1 Definición arquitectónica

Este proyecto se basará en el estudio de un edificio tipo, el cual será diseñado y calculado teniendo en cuenta el sistema constructivo, a continuación, se presentará las características del proyecto:

Planta Tipo

Tiene 2 plantas cada una con una superficie de 133,65 m², distribuidas para albergar 2 departamentos dotados por cocina, baño, sala, comedor, y dormitorio. Cuenta con gradas, la altura entrepiso es de 2,5m, dándole una altura total a la estructura de 5m.

1.5.1.2 Planos Arquitectónicos

A continuación, se presentará la distribución arquitectónica de la planta tipo del proyecto y su respectivo divisor de ambientes.

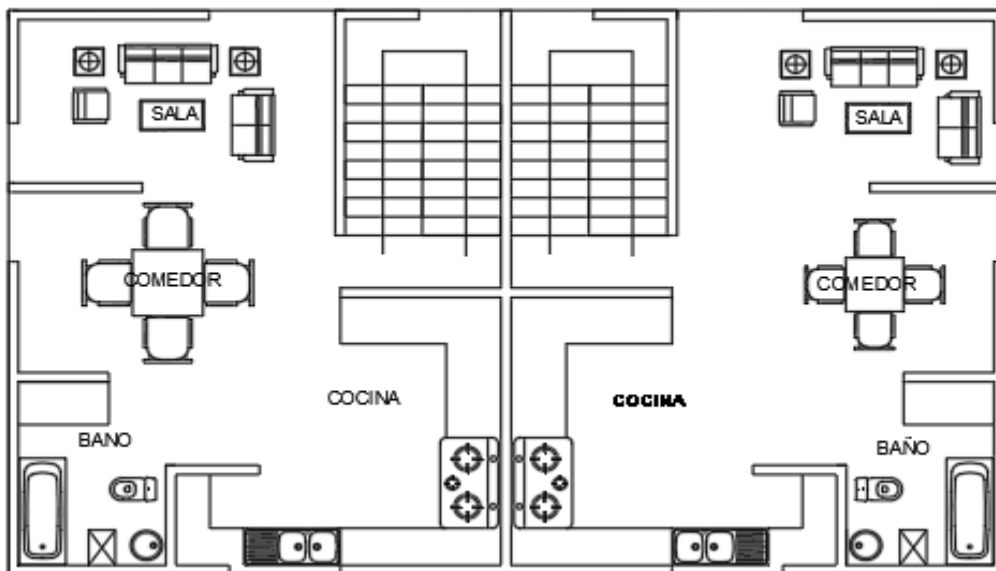


Ilustración 1. Plano arquitectónico planta baja

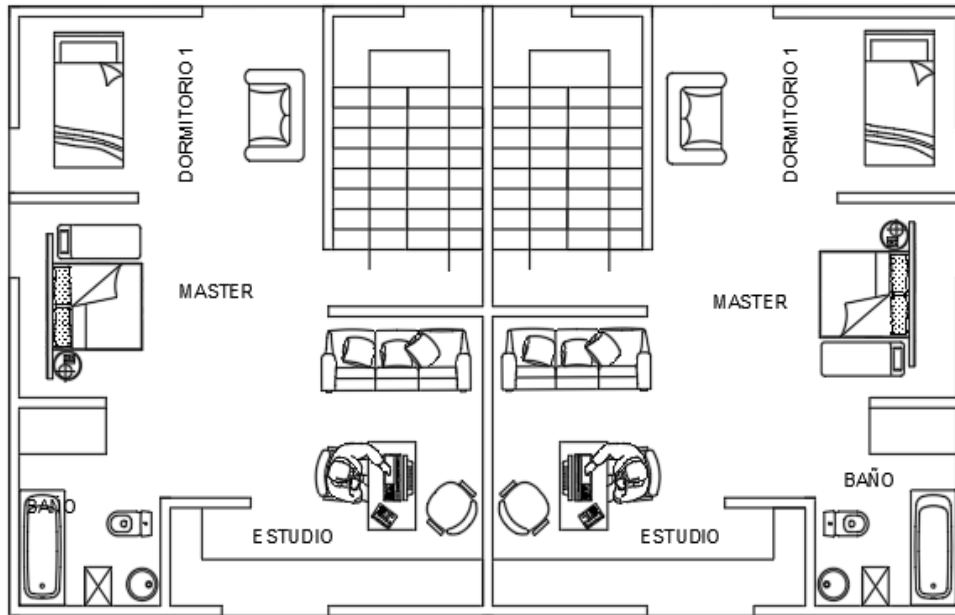


Ilustración 2. Plano arquitectónico planta alta

1.5.1.3 Mampuestos

Este tipo de mampuesto está elaborado por cemento hidráulico, agua, áridos finos y gruesos, con o sin aditivos, su forma es paralelepípedo con o sin huecos, es muy necesario considerar que el agua que se utilizara debe ser potable. (3066, 2016) (3066, 2016)

Tabla 1. Bloque de hormigón de acuerdo con su uso

Bloques de hormigón de acuerdo con su uso	
Clase	Uso
A	Mampostería estructural
B	Mampostería no estructural
C	Alivianamiento en losas

Fuente: NTE INEN 3066

Elaborado por: Amanda Alomoto

Tabla 2. Bloques de hormigón de acuerdo con su densidad

Bloques de hormigón de acuerdo con su densidad	
Tipo	Densidad del hormigón (kg/m ³)
Liviano	<1680
Mediano	1680 a 2000
Normal	>2000

Fuente: NTE INEN 3066

El tipo de mampuesto que se utiliza en el proyecto son los siguientes:

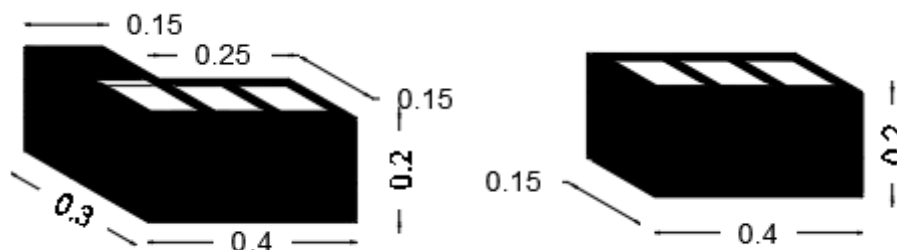


Ilustración 3. Bloques comerciales y bloques en L

En las ilustraciones 29,30,31,32,33,34,35,36,37,38 y 39 se observará la forma en la cual serán ubicados los mampuestos

1.5.1.4 Concreto liquido o grout

El mortero de relleno debe cumplir con especificación del ASTM C47, el cual nos pide que tengan buenas propiedades, la dosificación del mortero de relleno se basara en ensayos previos de laboratorio o experticias similares (NEC-SE-DS,2015)

Este hormigón tiene una densidad comprendida entre 300kg/m³ y los 1000kg/m³, por lo tanto no puede ser utilizado para elementos estructurales e incluso debe ser una mezcla fluida para tener un llenado integro, se conforma de agua, agregados, cemento y cal hidratada normalizada en una proporción que no exceda de 1/10 del volumen de cemento y el tamaño máximo de los agregado debe ser de 25 mm, de esta manera al momento de llenar los huecos se evita la obstrucción del mortero a la parte inferior de la mampostería, de esta manera el hormigón y el acero funcionan monolíticamente.

El tipo de concreto se lo selecciona de acorde a la dimensión de los alveolos del mampuesto el concreto fino se lo usara para dimensiones menores a 60 mm y el concreto grueso para alveolos igual o mayor a 60 mm. (Albañilería E. 070)

Para nuestro proyecto se usará un concreto fino con una resistencia mínima que nos menciona la norma de albañilería peruana de 140 kg/cm²

Tabla 3. Clasificación del concreto líquido

Tipo de mortero	cemento hidráulico	Agregados/Cemento			
		Fino		Grueso (Tamaño <10mm)	
		Min	Max	Min	Max
Fino	1	2,25	3,5	-	-
Grueso	1	2,25	3	1	2

Fuente: Arq. Julieta Herrera

1.5.1.5 Requisitos constructivos para mampostería estructural

El acero de refuerzo es muy esencial en este tipo de mampostería ya que ayuda a resistir esfuerzo a tensión y compresión cuando existen diferentes cargas. El acero tiene la capacidad de almacenar energía por lo tanto mejora su ductilidad ante un comportamiento sísmico. Para que todo lo anterior se cumple se debe colocar a una distancia adecuada los refuerzos cumpliendo los requerimientos de la norma.

Cuantías mínimas

- La cuantía de refuerzo evaluada sobre el área bruta de la sección del muro, en ambas direcciones no debe ser menor que 0.007.
- La cuantía en las dos direcciones no debe ser menor de 0.002

Refuerzo vertical

- La separación máxima que pueden tener los refuerzos verticales es de 1200mm
- En cada extremo del muro se debe colocar una barra de acero de 12 mm

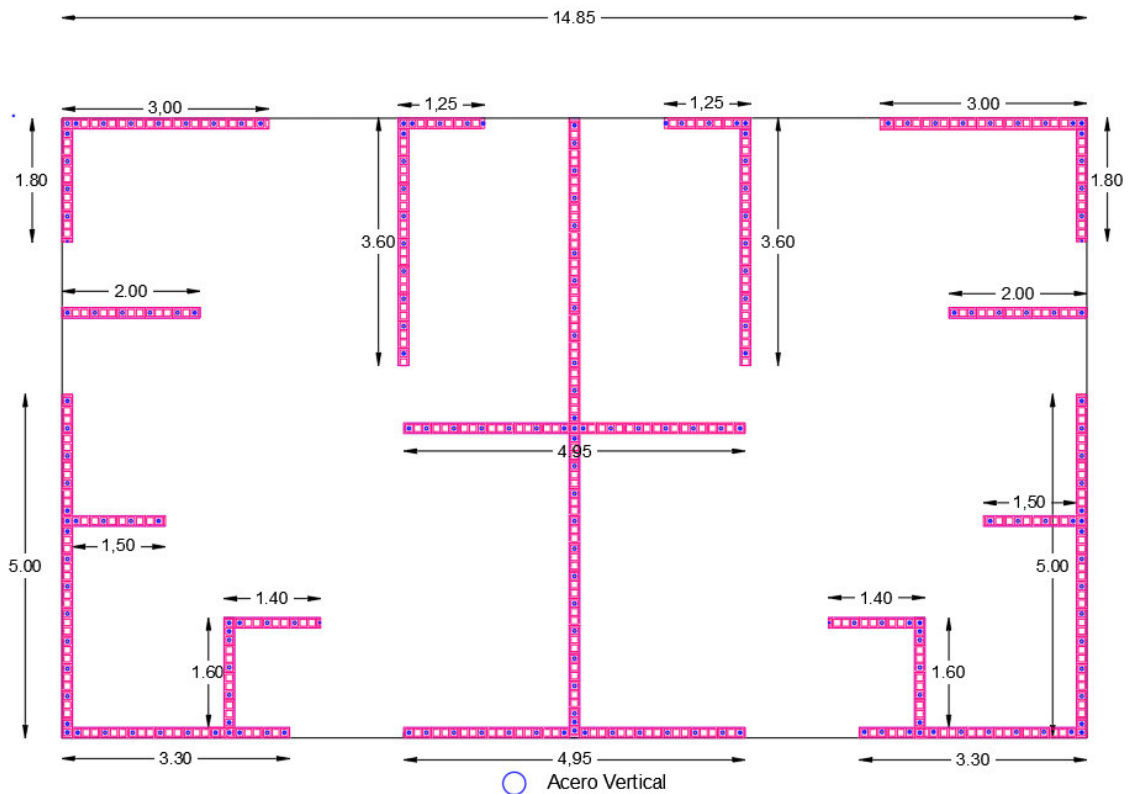


Ilustración 4. Acero Vertical

Refuerzo horizontal

- El diámetro del acero horizontal no debe ser menor de 4mm
- El acero horizontal no se lo puede colocar verticalmente a más de 800mm.
- En la parte de entre piso y el arranque el refuerzo horizontal mínimo se le debe colocar 2 barras de 10mm.

En la ilustración 9 se observa la ubicación de los aceros horizontales en todo el proyecto.

1.5.2. Mampostería reforzada

En 7350 a.C en medio Oriente inició la mampostería con la primera creación de una pieza comenzando su vida sedimentaria desde hace 8000 a.C con la utilización del bloque como un elemento constructivo. Este sistema de mampostería portante está conformado por el peso del bloque y la manera en la que se coloca, es muy esencial los parámetros nombrados anteriormente ya que se construye con el objetivo resistir vientos

y sismos moderados, todo este sistema ha sido construido de manera empírica hasta mediados del siglo XX donde aparecen las normas (Crespo, 2015)

Desde que apareció la normativa de mampostería estructural es visible que predomina la mampostería reforzada la cual resiste entre siete o nueve veces más que los muros reforzados con columnas de hormigón armado. Este tipo de sistema tiene la capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico. (Zalamea, 2013)

La mampostería se la utiliza desde varios años hasta la actualidad, con diversas formas de uso y con materiales diferentes, este sistema en la actualidad es el más utilizado en países que tiene una historia antigua, o con que no cuenta con una tecnología adecuada. (Valdivieso, H. 2021)

En Perú este sistema de mampostería reforzada con bloques estructurales es una de las opciones más exitosas, en lo que respecta a costos totales en comparación con el sistema aporticado se disminuye en el 25% lo que implica también disminución del tiempo de construcción. (Gallegos,H. & Casabonne, C,2005)

La mampostería reforzada está construida por unidades de bloque con perforación vertical en la cual se la debe colocar un acero vertical interior y acero en los extremos de la mampostería, se los debe rellenar con mortero de relleno solo los espacio que ocupan las varillas de esta manera se garantizara la disipación de energía en el caso que haya un sismo moderado. (Flores, 2020)

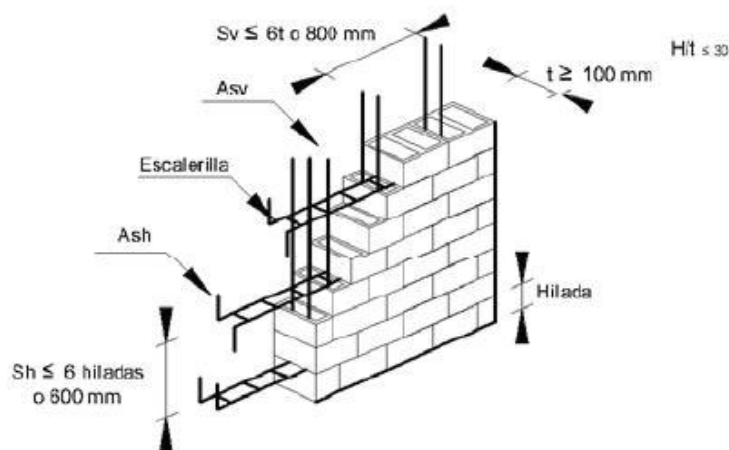


Ilustración 5. Mampostería reforzada con requisitos mínimos

Fuente: NEC-SD-ME

1.5.3. Comportamiento estructural de la mampostería estructural

Es importante conocer el comportamiento de los muros estructurales ya que nos ayuda a definir el diseño para una combinación de acciones como son: corte, carga axial y momento flexionante, se lo puede obtener con la relación entre la altura y su longitud h_w/l_w .

1.5.3.1 Clasificación de muros según su geometría

La clasificación de los muros se puede dar de acuerdo con la relación entre la altura y su longitud:

Muros altos: $\frac{h_w}{l_w} \geq 5$

Muros intermedios: $2 \leq \frac{h_w}{l_w} < 5$

Muros bajo: $\frac{h_w}{l_w} < 2$

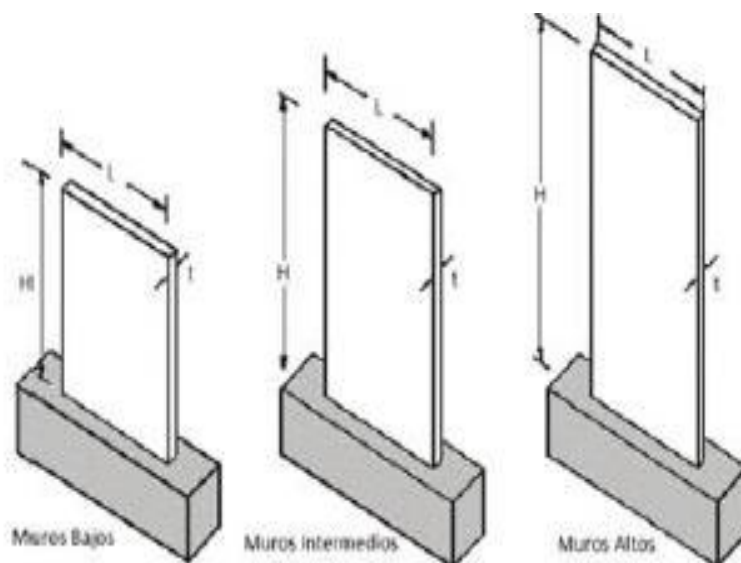


Ilustración 6. Clasificación de muros según su geometría

Falla de muros por geometría

La falla a flexo compresión se da en los muros altos ya que su comportamiento ante cargas laterales se asemeja a una viga de voladizo.

La falla a corte se da en muros bajos, ya que tiene un comportamiento similar al de una columna cuando está expuesto a cargas verticales

1.5.3.2 Clasificación de fallas en muros de mampostería

Es necesario cumplir con los parámetros y requisitos establecidos por la norma como son: la cuantía mínima de refuerzo, realizar un buen detallamiento de refuerzo, y tener un buen confinamiento en el caso que no se cumplan con los requisitos pueden desarrollarse las siguientes fallas:

- **Falla a corte por deslizamiento**

Es ocasionada por no tener una adecuada adherencia entre el mampuesto y mortero, se presenta en forma paralela a la junta horizontal del mortero.

- **Falla de corte**

Este tipo de falla se representa mediante un agrietamiento el cual se produce por tensión diagonal, se presenta a lo largo del muro de manera de escalera diagonal.

- **Falla de flexión**

Se presenta en muros esbeltos, este agrietamiento generalmente se da en las esquinas de la mampostería en forma vertical.

- **Falla de aplastamiento por compresión diagonal**

Cuando la mampostería es de calidad y resistencia baja o a su vez se utilizan paredes delgadas se presentará una falla por aplastamiento, el efecto puntal es el resultado de la falla es decir se separa el muro de los elementos confinados.

La falla a compresión se puede presentar cuando el acero de refuerzo colocado es mayor al máximo admisible calculado.

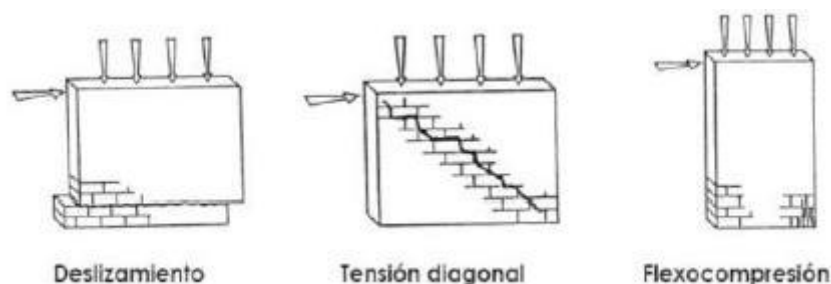


Ilustración 7. Fallas en muros de mampostería

1.5.4. Diseño sismo resistente

1.5.4.1 Zonificación sísmica

Es muy importante conocer el lugar donde se va a construir la estructura ya que cada sitio es caracterizado por el valor del factor de zona Z.

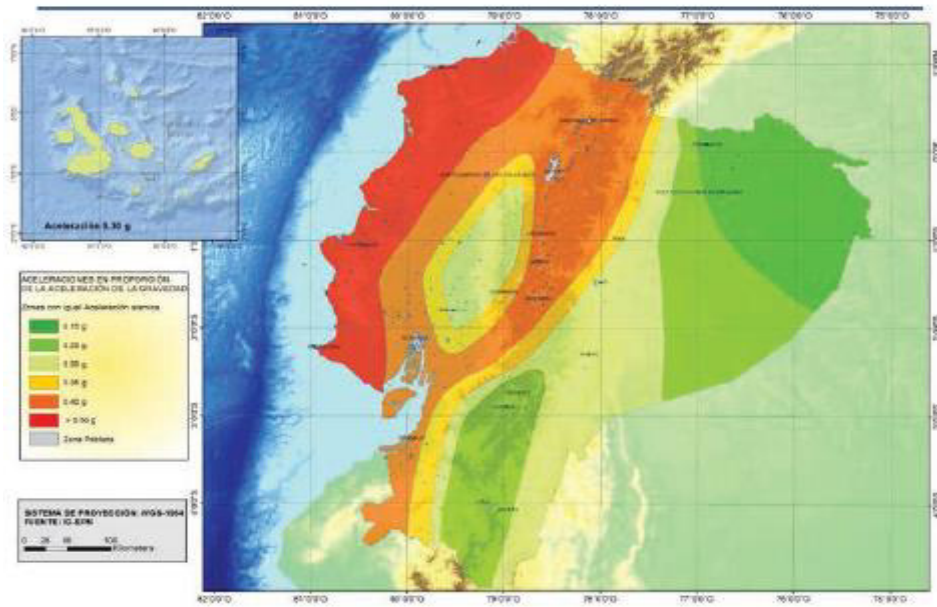


Ilustración 8. Mapa de zonificación

Fuente: NEC 2015

El estudio de peligro sismo para un 10% de excedencia en 50 años es muy importante para determinar el mapa de zonificación sísmica.

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Ilustración 9. Zona sísmica

Fuente: NEC 2015

1.5.4.2 Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto Fa

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

Ilustración 10. Tipo de suelo y factores de sitio Fa

Fuente: NEC 2015

1.5.4.3 Amplificaciones las órdenes del espectro elástico Fd

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Ilustración 11. Amplificaciones las órdenes del espectro elástico Fd

Fuente: NEC 2015

1.5.4.4 Comportamiento no lineal de los suelos Fs

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Ilustración 12. Comportamiento no lineal del suelo

Fuente: NEC 2015

1.5.4.5 Espectro elástico de diseño (Sa)

El espectro considera como base las condiciones sísmo-tectónicas regionales y la respuesta del suelo. Para realizar el diseño se requiere de espectros de respuesta a nivel de cimentación. Es necesario determinar la aceleración máxima probable en terreno firme y el área de deformaciones dominantes a partir de la microzonificación.

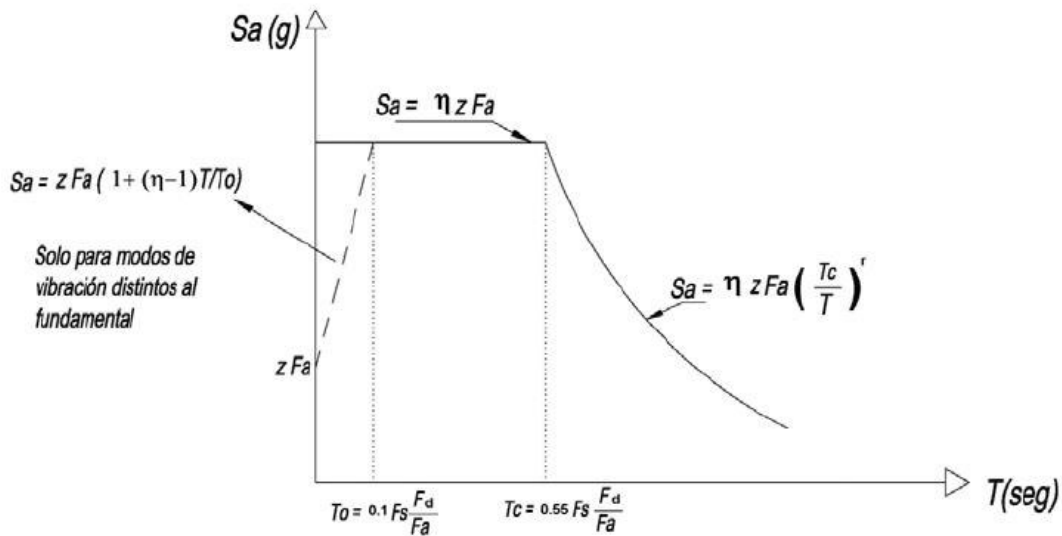


Ilustración 13. Espectro elástico de diseño

Fuente: NEC 2015

Donde:

n : Razón entre la aceleración espectral S_a ($T = 0.1s$) para el periodo de retorno

F_a : Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto.

F_d : Coeficiente de amplificación de suelo Coeficiente de amplificación de suelo

F_s : Coeficiente de amplificación de suelo. Considera el comportamiento no lineal.

S_a : Espectro de respuesta elástico de aceleraciones. Depende del periodo o modo de vibración

T : Periodo fundamental de vibración de la estructura

T_0 : Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones.

T_c : Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones

$$S_a = z * n * F_a \quad \text{para } 0 \leq T \leq T_c$$

$$S_a = z * n * F_a \left(\frac{T_c}{T}\right)^r \quad \text{para } T > T_c$$

Donde

Z : Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresado como fracción de la aceleración de gravedad g . (NEC-SE-DS,2015)

n : Razón entre la aceleración espectral S_a y el PGA para el periodo de retorno seleccionado.

Amplificación espectral

Tabla 4. Amplificación espectral

Amplificación espectral	η
Provincias de la Costa (Excepto Esmeraldas)	1,8
Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos	2,48
Provincia del Oriente	2,6

Fuente: NEC-SE-DS-2015

Elaborado por: Amanda Alomoto

r : factor usado en el espectro de diseño elástico, los valores dependerán de la ubicación geográfica del proyecto

Tabla 5. Factor usado en el espectro de diseño elástico

Tipo de suelo	r
Para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E	1
Para tipo de suelo E	1,5

Fuente: NEC-SE-DS-2015

Elaborado por: Amanda Alomoto

Los límites del periodo de T_o y T_c

$$T_o = \frac{0,1 * F_s * F_d}{F_a}$$

$$T_c = 0.55 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$$

1.5.4.6 Coeficiente de importancia I

La finalidad de este factor es amplificar al cortante basal con el objetivo de aumentar la demanda sísmica ya que es de gran importancia para que tengas daños menores durante y después de una ocurrencia sísmica de esta manera se precautela la funcionalidad de la estructura.

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras substancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras substancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Ilustración 14. Coeficiente de importancia

Fuente: NEC-SE-DS-2015

1.5.4.7 Límites permisibles de las derivas de piso

Es importante analizar si la estructura cumple con ese requisito en el caso que no se cumpla se debe cambiar las dimensiones de los elementos que conforman la estructura. Esta deriva inelástica no debe sobrepasar el límite de la deriva máxima en ningún piso de la estructura.

Estructuras de:	Δ_M máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Ilustración 15. derivas inelásticas máxima

Fuente: NEC-SE-DS-2015

1.5.4.8 Configuración estructural

Indica el adecuado desempeño sísmico de su estructura

Tabla Configuraciones estructurales recomendadas

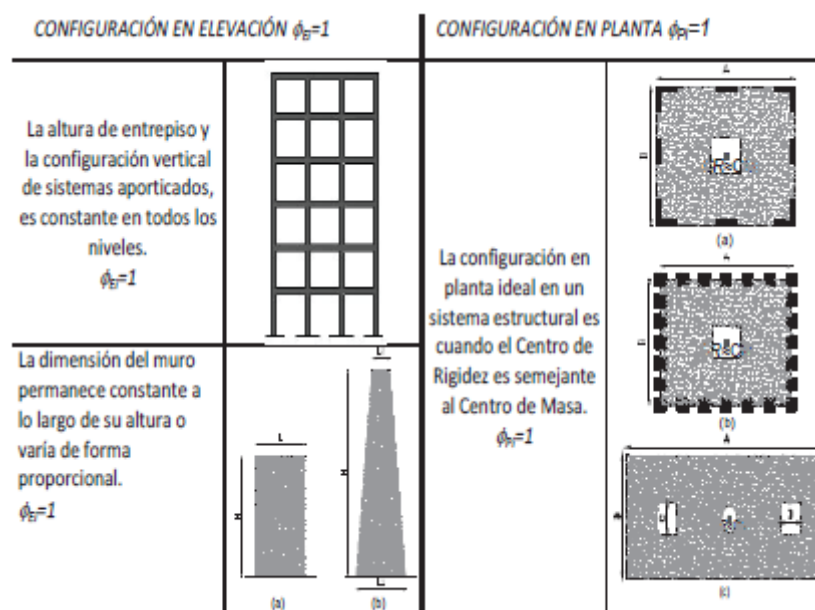


Ilustración 16. Configuración estructural recomendadas

Fuente: NEC-SE-DS-2015

1.5.4.9 Coeficiente de regularidades en planta y en elevación

Tabla 6. Irregularidades en planta y elevación de la configuración estructural

Irregularidades en planta de la configuración estructural		
Tipo	planta	Coeficiente
1	Irregularidad Torsional	0,9
2	Retrocesos excesivos en las esquinas	0,9
3	Discontinuidades en el sistema de piso	0,9
4	Ejes estructurales no paralelos	0,9
Irregularidad en elevación de la configuración estructural		
Tipo	elevación	Coeficiente
1	Piso flexible	0,9
2	distribución de masa	0,9
3	Irregularidad geométrica	0,9

Fuente: NEC-SE-DS-2015

Elaborado por: Amanda Alomoto

1.5.5. Cortante basal

El cortante basal esta dado por el 10% del peso total de la estructura y se lo calcula de la siguiendo las recomendaciones de la norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-DE-DS) 2015.

1.5.5.1 Carga horizontal

El cortante basal de diseño se calcula de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS.

$$V = \frac{I S_a}{R \phi_P \phi_E} * W$$

1.5.5.2 Periodo fundamental de vibración de estructura Ta

El periodo fundamental de vibración de la estructura es necesario establecer para identificar cuál será su respuesta ante fuerzas laterales es decir movimientos sísmicos, este periodo se lo obtiene con el método 1 que está establecido en la Norma Ecuatoriana con la siguiente expresión:

$$T = C_t * h_n^\alpha$$

Donde;

C_t : Coeficiente que depende del tipo de edificio

h_n : Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros

T : Periodo de vibración fundamental

Tipo de estructura	C_t	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Ilustración 17. Coeficientes para obtener periodo fundamental

Fuente: NEC-SE-DS-2015

1.5.5.3 Criterio para definición de reducción R

El factor de reducción nos ayuda a darle seguridad a la estructura y a los habitantes, reduciendo de esta manera las fuerzas sísmicas de diseño, lo cual es permitido siempre que las estructuras y sus conexiones se diseñen para desarrollar un mecanismo de falla previsible y con adecuada ductilidad, para es necesario considera las siguientes variables para los factores de reducción

- Tipo de estructura
- Tipo de suelo
- Periodo de vibración considerada
- Factores de ductilidad, sobre resistencia, redundancia y amortiguamiento de una estructura en condiciones limite.

Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada		R
Pórticos resistentes a momento		
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM , limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.		3
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM con armadura electrosoldada de alta resistencia		2.5
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos.		2.5
Muros estructurales portantes		
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.		1
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.		3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.		3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos.		3

Ilustración 18. Coeficiente R

Fuente: NEC-SE-DS-2015

1.5.5.4 Distribución vertical de las fuerzas

Esta distribución de fuerzas laterales totales se de distribuir en la altura de la estructura, es similar al modo fundamental de vibración dependiendo del periodo fundamental de vibración.

$V = \sum_{i=1}^n F_i ; V_x = \sum_{i=x}^n F_i ; F_x = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} V$	
Dónde:	
V	Cortante total en la base de la estructura (determinado en la sección 6.3.2)
V _x	Cortante total en el piso x de la estructura
F _i	Fuerza lateral aplicada en el piso i de la estructura
F _x	Fuerza lateral aplicada en el piso x de la estructura
n	Número de pisos de la estructura
w _x	Peso aginado al piso o nivel x de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva W (incluye la fracción de la carga viva correspondiente, según la sección 6.1.7)
w _i	Peso aginado al piso o nivel i de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva W (incluye la fracción de la carga viva correspondiente, según la sección 6.1.7)
h _x	Altura del piso x de la estructura
h _i	Altura del piso i de la estructura
k	Coefficiente relacionado con el periodo de vibración de la estructura T

Ilustración 19. Distribución vertical de las fuerzas

Fuente: NEC-SE-DS-2015

Valores de K:

Valores de T (s)	k
≤ 0.5	1
$0.5 < T \leq 2.5$	$0.75 + 0.50 T$
> 2.5	2

1.5.6. Losas

Las losas son bidimensionales ya que la tercera dimensión es muy pequeña a comparación de las dos dimensiones básicas. Es necesario considerar que las cargas que actúan sobre las losas deben estar perpendiculares al plano principal de las mismas, ya que el comportamiento de las losas es dominado por la flexión. (Romo, 2008)

1.5.6.1 Clasificación de losas

Todo tipo de losa se debe sustentar mediante vigas de gran peralte o muros de hormigón de mampostería o ya sea de cualquier material, estos elementos se pueden sustentar bajo elementos estructurales y no estructurales si se sustenta en uno de estos se los denomina losas sustentadas sobre vigas o muros. (Romo, 2008)

La geometría y el apoyo de la losa nos señalara si está en una o dos direcciones, en el caso que este en una dirección los esfuerzos son más preponderantes que los esfuerzos en la dirección ortogonal, y si es bidireccional los esfuerzos y las deformaciones en las dos direcciones ortogonales son comparables. (Romo, 2008)

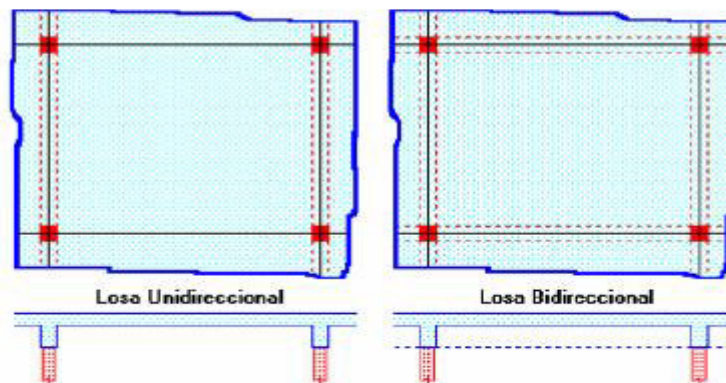


Ilustración 20. Clasificación de losas

Fuente: Romo

En el caso que una losa rectangular se apoye en los cuatro lados, y la relación largo ancho es mayor a dos, la losa trabajara específicamente en la dirección corta es decir en una dirección, no obstante, es necesario considerar un armado mínimo en la dirección larga (dirección ortogonal) principalmente en la zona cercana a los apoyos donde se desarrollan momentos flectores negativos. Los momentos generados en la dirección larga son positivos es decir pequeños, sin embargo, se los debe considerar. (Romo, 2008)

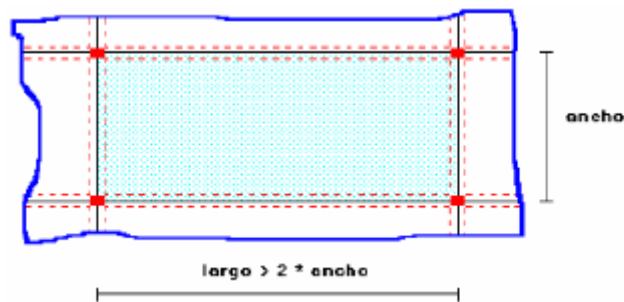


Ilustración 21. Relación larga/ancho

Fuente: Romo

Para rediseñar la losa se toma en consideración lo que menciona el ACI

Condición de apoyo	h mínimo ⁽¹⁾
Simplemente apoyadas	$l/20$
Un extremo continuo	$l/24$
Ambos extremos continuos	$l/28$
En voladizo	$l/10$

Ilustración 22. Espesor mínimo de losa maciza

Fuente: ACI 2014

1.5.7. Muros

1.5.7.1 Diseño a corte

- **Área neta del alma de la sección**

El alma de la sección recibe esfuerzos cortantes cuando la dirección de las fuerzas horizontales es paralela al plano de muro y A_{mv} es el área neta del alma de la sección

$$A_{mv} = bl_w$$

Donde:

A_{mv} Área neta del alma de la sección

B Ancho efectivo del alma

L_w Longitud horizontal total del muro

- **Valor de V_s**

El cortante nominal resistido por el refuerzo horizontal de cortante V_s , se calcula utilizando la Ecuación:

$$V_s = \rho_n * f_y * A_{mv}$$

Donde:

f_y = Resistencia a la fluencia del refuerzo cortante

ρ_n = Cuantía del refuerzo que contribuye a resistir la fuerza cortante

A_{mv} = Área efectiva para determinar esfuerzos cortantes (mm²)

$$\rho_n = \frac{A_v}{sb}$$

Donde:

A_v = Área de refuerzo horizontal que resiste cortante, espaciado una separación s media verticalmente, colocado dentro del elemento horizontales embebidos dentro del muro.

s = Separación del refuerzo de corte medida a lo largo del eje vertical del muro (mm)

b = ancho efectivo de la sección del muro para efectos de pandeo en el plano del muro (mm)

- **Valor del cortante nominal resistido por la mampostería V_m**

El cortante nominal resistido por la mampostería, V_m , se calcula utilizando las expresiones dadas en la tabla siguiente, donde M es el momento que ocurre simultáneamente con V en la sección bajo consideración, y d puede tomarse como $0.8l_w$ en ausencia de un análisis de compatibilidad de deformación, A_{mv} .

Tabla 7. Cortante nominal resistido por la mampostería V_m

$\frac{M}{Vd}$	V_m
$0.25 \geq \frac{M}{Vd}$	$V_m = 0.20A_{mv}\sqrt{f_m}$
$0.25 < \frac{M}{Vd} < 1.00$	$V_m = \left[0.23 - 0.13\left(\frac{M}{Vd}\right)\right]A_{mv}\sqrt{f_m}$
$\frac{M}{Vd} \geq 1.00$	$V_m = 0.10A_{mv}\sqrt{f_m}$

Fuente: NEC-SE-MP-2015

Elaborado por: Amanda Alomoto

- **Valor máximo para el cortante nominal, V_n**

El cortante nominal V_n , no puede exceder valores dados en la siguiente tabla

Tabla 8. Valor máximo para el cortante nominal V_n

$\frac{M}{Vd}$	V_n
$0.25 \geq \frac{M}{Vd}$	$V_m = 0.20A_{mv}\sqrt{f_m}$
$0.25 < \frac{M}{Vd} < 1.00$	$V_m = \left[0.23 - 0.13\left(\frac{M}{Vd}\right)\right]A_{mv}\sqrt{f_m}$
$\frac{M}{Vd} \geq 1.00$	$V_m = 0.10A_{mv}\sqrt{f_m}$

Fuente: NEC-SE-MP-2015

Elaborado por: Amanda Alomoto

- **Resistencia a cortante en la dirección paralela al plano del muro**

Se debe cumplir la siguiente condición con respecto a la fuerza cortante que actúa en la dirección perpendicular al plano del muro

$$V_u \leq \phi V_n$$

Donde:

V_u Fuerza cortante mayorada solicitada de diseño del muro (en N)

V_n Fuerza cortante resistente nominal del muro (en N)

V_s Resistencia nominal para fuerza cortante contribuida por el refuerzo cortante (en N)

$$V_n = V_m + V_s$$

V_n Fuerza cortante resistente nominal del muro (en N)

V_s Resistencia nominal para fuerza cortante contribuida por el refuerzo cortante (en N)

V_m Resistencia nominal para fuerza cortante contribuida por la mampostería (en N)

1.5.7.2 Diseño a flexo compresión

- **Resistencia a flexo compresión**

El momento de diseño solicitado M_u , que acompaña la carga axial P_u debe cumplir la condición anterior para el nivel de carga P_u .

$$M_u \leq \phi M_n$$

M_u Momento mayorado solicitado de diseño del muro

M_n Momento resistencia nominal del muro

M_n se obtiene en cuenta la iteración entre momento y carga axial, de acuerdo con los principios enunciados, los cuales permiten calcular un diagrama de interacción del muro

empleado el coeficiente de reducción de resistencia, ϕ apropiado y que depende del nivel de carga axial.

- **Resistencia mínima a la flexión**

$$M_n \geq \alpha M_{cr}$$

$$M_{cr} = \frac{bl^2_w}{6} f_r$$

Dónde:

M_{cr} Momento de agrietamiento que viene dado por la ecuación.

M_n Momento resistente nominal del muro.

α 1.8 para mampostería con todas sus celdas inyectadas con mortero de relleno.

α 3.0 para mampostería donde solo están inyectadas las celdas que contienen refuerzo.

f_r Módulo de ruptura de la mampostería y que se obtiene así:

Ilustración 23. Resistencia mínima a la flexión

Fuente: NEC-SE-MP-2015

- **Módulo de ruptura de la mampostería**

$$f_r = 0.21 \sqrt{f'_m} \leq 0.8 \text{MPa}$$

Dónde:

f_r Módulo de ruptura de la mampostería

f'_m Resistencia nominal a la compresión de la mampostería (MPa).

Ilustración 24. Módulo de ruptura de la mampostería

Fuente: NEC-SE-MP-2015

- **Reducción de resistencia axial por esbeltez**

$$R_e = 1 - \left[\frac{h'}{40t} \right]^3$$

Dónde:

R_e Coeficiente utilizado para tener en cuenta los efectos de esbeltez en elementos a compresión

h' Longitud de la diagonal del paño de muro entre elementos de confinamiento, o altura efectiva del elemento para evaluar efectos de pandeo (mm).

t Espesor efectivo del elemento para evaluar efectos de pandeo, en mm.

Ilustración 25. Reducción de resistencia axial por esbeltez

Fuente: NEC-SE-MP-2015

- **Resistencia nominal para carga axial**

$$P_n = 0.80 P_o R_e$$

Dónde:

P_n Resistencia nominal a carga axial (en N)

P_o Máxima resistencia axial teórica, N.

R_e Coeficiente utilizado para tener en cuenta los efectos de esbeltez en elementos a compresión

Ilustración 26. Resistencia nominal para carga axial

Fuente: NEC-SE-MP-2015

1.5.8. Cimentación

La cimentación se la debe diseñar con el fin de soportar el peso de los elementos de la estructura e incluso las reacciones del terreno, la resistencia del suelo no debe exceder al momento que las y fuerzas y el momento se transfiera, para esto es necesario no sobrepasar los asentamientos permisibles. (Flores, 2020)

Para nuestro proyecto se utilizará una cimentación corrida ya que se emplea para cimentar muros portantes, estructuralmente funcionan como viga flotante la cual recibirá cargas lineales, e incluso esta cimentación funciona como arriostramiento para reducir la presión sobre el suelo. Este tipo de cimentación pueden tener varias secciones como son rectangular, escalonada o estrechamente cónica. Para poder diseñar esta cimentación es necesario tomar en consideración que carga soportara, la resistencia del material y la presión admisible sobre el terreno. (Montoya, J. & Pinto, F. 2010)

Es importante considerar que el acero vertical se debe extender hasta la cimentación corrida para que de esa manera se genere un apoyo de empotramiento, se debe realizar un anclaje que alcance el esfuerzo especificado de fluencia a tensión. Este acero vertical se lo debe rematar con un dobléz de 90 grados cerca del fondo de la cimentación cumpliendo los recubrimientos mencionados en la norma. (Flores, 2020)

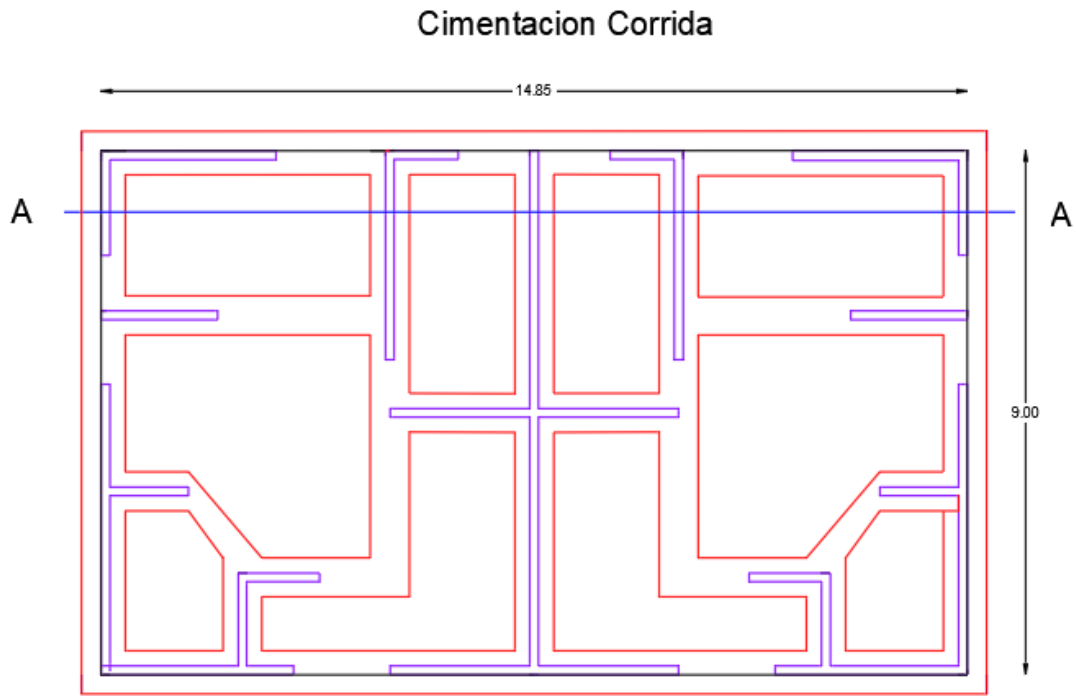


Ilustración 27. Cimentación corrida

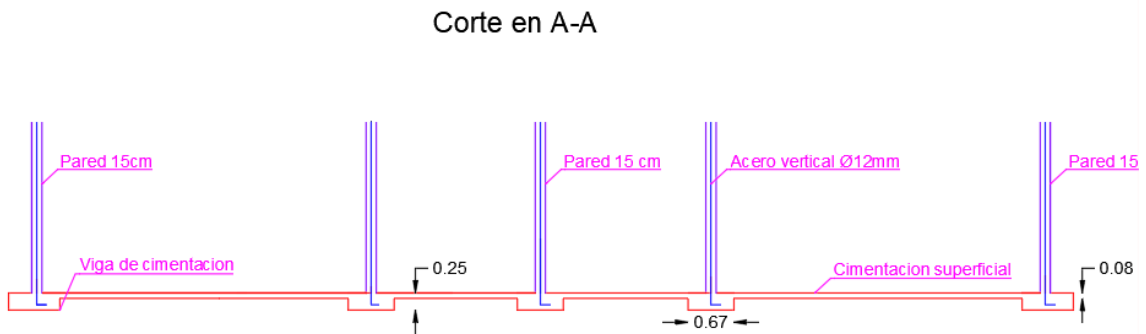


Ilustración 28. Corte de cimentación

2. METODOLOGIA

2.1 Descripción de la estructura

El presente proyecto de planta regular cuenta con la siguiente información

Tabla 9. Datos generales de estructura

Parámetro	Dato
Ubicación	Quito

Tipo de suelo	D
Número de pisos	2
Losa de Cubierta	Inaccesible
Uso de vivienda	Residencial bifamiliar
Altura entrepiso	2,50m
Esfuerzo portante del suelo	10 T/m ²

Elaborado por: Amanda Alomoto

2.2 Generalidades

La configuración estructural de la casa consta de un sistema de mampostería reforzada, el entrepiso es una losa maciza la cual entregara la carga gravitacional a la mampostería en las dos direcciones.

Uso de los niveles de piso

La vivienda consta de dos pisos la cual se divide entre una losa de entrepiso y una losa de cubierta inaccesible

Planta alta de estructura N +2.50: Uso residencial bifamiliar

Cubierta N +5.00: Terraza inaccesible

2.3 Prediseño de elementos estructurales

Es importante obtener estos datos ya que son de suma importancia para comenzar a tener idea de cuáles serán las dimensiones de la estructura en especial nos ayuda para la modelación de esa manera tener resultados.

2.3.1 Prediseño de losa

Para el proyecto se va a considerar ambos extremos continuos

$$h_{min} = \frac{l}{28}$$

$$h_{min} = \frac{3,15}{28}$$

$$h_{min} = 11cm$$

La altura minima que se adopta para la losa maciza es de 15 cm

Se considera que la losa maciza será diseñada en dos direcciones de acuerdo con la relación largo/ancho

$$Relacion = \frac{5}{3,15} = 1,58$$

En el Aci nos menciona que si la relacion es menor a 2, la losa se la diseña en las 2 direcciones

2.3.2 Prediseño de muros

Para este proyecto se optó por un bloque de 15 cm, también es muy importante considerar que se tendrá un problema con las juntas por ende es necesario proponer un bloque en tipo L con las mismas caracterizas del bloque comercial.

- **Datos de bloque**

Tabla 10. Dimensiones y espesor de bloque

DATOS DE BLOQUES DE 15 cm		
Descripción	Cantidad	Unidad
Bloque (a)	20	cm
Bloque (b)	40	cm
Bloque (c)	15	cm
Espesor de la pared	15	cm
espesos de altura	2,5	cm
alto huecos	12,5	cm
Longitud huecos	30	cm
Área bruta	600	cm ²
Área neta	375,00	cm ²
Área bruta/Área Neta	0,63	-
Espesor Neto/espesor Bruto	0,63	-
Espesor equivalente	9,375	cm
Enlucido	4	cm
b enlucido	2	cm
e enlucido	2	cm
Espesor pared enlucida	13,375	cm

Elaborado por: Amanda Alomoto

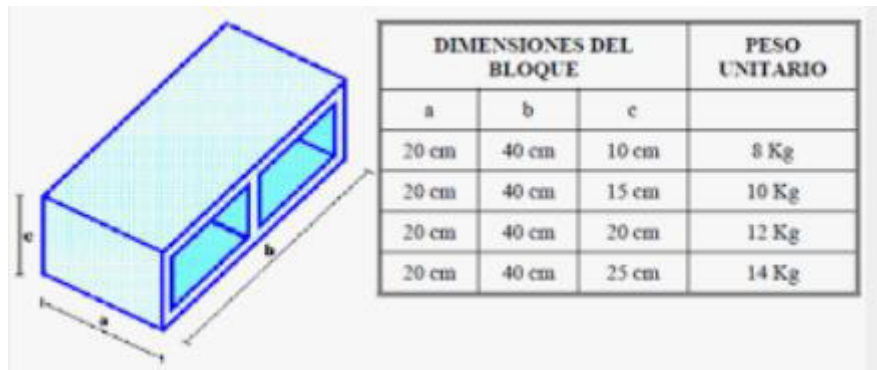


Ilustración 29. Bloque comercial

Fuente: Google

Se asume una pared de 15 cm de ancho con 2 cm de enlucido a cada lado

Tabla 11. Peso de pared

Área de piso		
Descripción	Cantidad	Unidad
b de losa	14,85	m
l de losa	9,00	m
Espesor paredes	0,13	m
espesor neto	0,09	m
Peso de paredes		
Descripción	cantidad	unidad
Cuántía de paredes asumido	0,02	-
Ancho equivalente de pared	0,09	cm
Ancho asumido de enlucido	0,04	cm
Peso	0,23	T/m ²
Alto libre de la pared	2,50	m
Peso de pared	0,58	m
Área en planta	133,65	m ²
Área de paredes en planta	3,11	m ²
Espesor equivalente de paredes	0,13	m
Longitud de paredes	23,29	m
Peso T paredes por 100 m ²	13,39	T/m ²
Peso Total	0,10	T/m ²

Elaborado por: Amanda Alomoto

- **Cuántía mínima en cada dirección**

Una edificación construida con mampostería reforzada es necesario que tenga la cantidad suficiente de muros estructurales en cada una de la dirección, en las dos direcciones debe cumplir con la cuantía mínima $d\% \geq 1.5\%$

Tabla 12. Índice de densidad de muros en cada dirección

Número de pisos	sistema constructivo	Índice de Densidad de muros en cada dirección en planta
2	Muros portantes reforzados	1,50%
1	Muros portantes reforzados	1%
1 y 2	Sistemas portantes livianos	1%

Fuente: NEC-SE-MP-2015

Elaborado por: Amanda Alomoto

Donde:

$d\%$ = índice de densidad de muros en cada dirección

A_w = Sumatoria de las secciones transversal de los muros confinados en la dirección de análisis

A_p = Área total en planta de la vivienda

$$\text{cuantía de muros} = \frac{A_w}{A_p}$$

Distribución de paredes

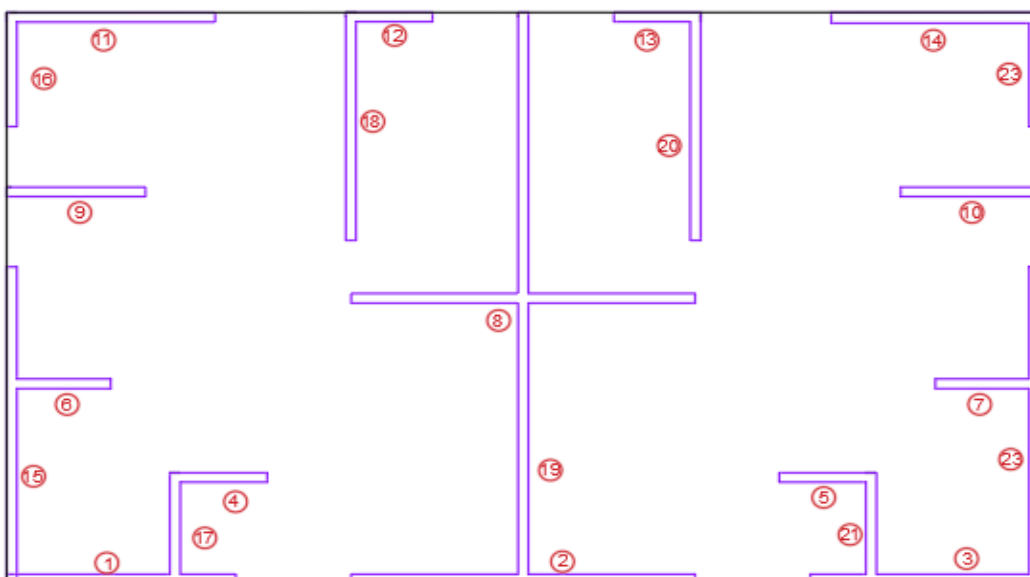


Ilustración 30. Numeración de paredes

Tabla 13. Área de piso

Área de piso	
b (m)	14,85
l (m)	9
Espesor paredes (m)	0,13375
espesor neto (m)	0,09375

Elaborado por: Amanda Alomoto

Tabla 14. Área de cada muro

Pared	Espesor (m)	Longitud x (m)	Longitud y (m)	Area x (m2)	Area Y (m2)
1	0,09375	3,225		0,30	
2	0,09375	4,95		0,46	
3	0,09375	3,225		0,30	
4	0,09375	1,325		0,12	
5	0,09375	1,325		0,12	
6	0,09375	1,425		0,13	
7	0,09375	1,425		0,13	
8	0,09375	4,95		0,46	
9	0,09375	1,925		0,18	
10	0,09375	1,925		0,18	
11	0,09375	2,925		0,27	
12	0,09375	1,25		0,12	
13	0,09375	1,25		0,12	
14	0,09375	2,925		0,27	
15	0,09375		4,925		0,46
16	0,09375		1,725		0,16
17	0,09375		1,6		0,15
18	0,09375		3,525		0,33
19	0,09375		8,85		0,83
20	0,09375		3,525		0,33
21	0,09375		1,6		0,15
22	0,09375		4,925		0,46
23	0,09375		1,725		0,16
Total 1er piso		34,05	32,4	3,19	3,04
Total 2do piso				6,38	6,08

Elaborado por: Amanda Alomoto

Cuantía mínima en X

$$\text{cuantía de muros} = \frac{A_w}{A_p}$$

$$\text{cuantía de muros } X = \frac{3,19 \text{ m}^2}{133,65 \text{ m}^2}$$

$$\text{Cuantía de muros en } X = 0.0239 = 2,39\%$$

$$2,39 \% > 1,5 \% \text{ ok}$$

Cuantía mínima en Y

$$\text{cuantía de muros} = \frac{A_w}{A_p}$$

$$\text{cuantía de muros } Y = \frac{3,04 \text{ m}^2}{133,65 \text{ m}^2}$$

$$\text{Cuantía de muros en } Y = 0.0227 = 2.21 \%$$

$$2,27 \% > 1,5 \% \text{ ok}$$

De acuerdo a lo establecido en la NEC-SE-DG, cumple con las condiciones de cuantías adecuada.

Acero vertical y horizontal

Tabla 15. Cuantía de acero mínimo

DATOS	
b total (cm)	15
beq (cm)	13,375
L (cm)	300
d' (cm)	5
H (cm)	250
ρ ver min	0,0007
ρ hor min	0,0007
ρ tot min	0,002

Elaborado por: Amanda Alomoto

Acero vertical mínimo

$$A_{\text{min vertical}} = \rho_{\text{vert min}} * beq * L$$

$$A_{\text{min vertical}} = 0.0007 * 13,375 * 300$$

$$A_{\text{min vertical}} = 2,81 \text{ cm}^2$$

Acero horizontal mínimo

$$A_{\text{min horizontal}} = \rho_{\text{hor min}} * b_{\text{eq}} * L$$

$$A_{\text{min vertical}} = 0.0007 * 13,375 * 250$$

$$A_{\text{min vertical}} = 2,34 \text{ cm}^2$$

Acero total mínimo

$$A_{\text{min horizontal}} = \rho_{\text{hor min}} * b_{\text{eq}} * L$$

$$A_{\text{min vertical}} = 0.002 * 13,375 * 250$$

$$A_{\text{min vertical}} = 8,03 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento de acero vertical

- Límites de acorde a la norma

$$s_1 = 6 * t$$

$$s_1 = 6 * 15 = 90 \text{ cm}$$

$$s_2 = 80 \text{ cm}$$

$$s_{\text{final}} = 80 \text{ cm}$$

$$\# \text{ espacios} = \frac{L - 2d''}{s_{\text{final}}}$$

$$\# \text{ espacios} = \frac{200 - 2 * 5}{80 \text{ cm}}$$

$$\# \text{ espacios} = 2,38 \approx 3$$

$$\# \text{ espacios asumidos} = 5$$

$$\# \text{ varillas asumidos} = 6$$

$$s_{\text{calculado}} = \frac{L - 2d''}{\# \text{ espacios asumidos}}$$

$$s_{\text{calculado}} = \frac{200 \text{ cm} - 2 * 5 \text{ cm}}{5}$$

$$s_{\text{calculado}} = 40 \text{ cm}$$

$$s \text{ final} < s \text{ calculado}$$

$$80 \text{ cm} < 40 \text{ cm OK}$$

- **Espaciamiento de acero vertical**

$$\text{espaciamento 1 (s1)} = 800 \text{ mm}$$

$$\text{espaciamento 2 (s2)} = 3 \text{ hiladas} = 600 \text{ mm}$$

$$\# \text{ espaciamento asumido} = 3 \text{ mm}$$

$$s \text{ calculado} = \frac{250 \text{ cm} - 2 * 20 \text{ cm}}{3}$$

$$s \text{ calculado} = 70 \text{ cm}$$

- **Acero vertical**

$$\rho \text{ vertical asumido} = 0.001$$

$$As \text{ vertical requerido} = \rho \text{ vertical asumido} * b_{eq} * L$$

$$As \text{ vertical requerido} = 0.001 * 13,375 * 200$$

$$As \text{ vertical requerido} = 2,68 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ vertical asumido} = 9,05 \text{ cm}^2 = 5 \text{ } \varnothing 12 \text{ mm}$$

$$As \text{ vertical final} = \frac{As \text{ vertical asumido}}{b_{eq} * L}$$

$$\rho \text{ vertical final} = \frac{9,05 \text{ cm}^2}{13,375 \text{ cm} * 200 \text{ cm}}$$

$$\rho \text{ vertical final} = 0,0039$$

$$0,00338 > 0,001 \text{ OK}$$

- **Acero horizontal**

Tabla 16. dimensiones para acero horizontal

DATOS	
f'c (kg/cm ²)	210
fy (kg/cm ²)	4200
b (cm)	15

h (cm)	20
A (cm ²)	300

Elaborado por: Amanda Alomoto

$$\rho_{min} = 0,20 * \frac{210}{4200} = 0.01$$

$$A_{min} = 0,15 * 20 * 0,01 = 3 \text{ cm}^2 = 4\emptyset 10\text{mm}$$

$$\text{diametro asumido} = 12\text{mm}$$

$$A_{s \text{ calculado}} = 4,52 \text{ mm}$$

$$A_{s \text{ calculado}} > A_{min}$$

$$4,52 \text{ cm}^2 > 3 \text{ cm}^2 \text{ OK}$$

$$\rho_{horizontal \text{ asumido}} = 0.001$$

$$A_{s \text{ vertical requerido}} = \rho_{vertical \text{ asumido}} * b_{eq} * H$$

$$A_{s \text{ vertical requerido}} = 0.001 * 13,375 * 250$$

$$A_{s \text{ vertical requerido}} = 3,34 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ horizontal existente}} = 9,04 \text{ cm}^2$$

- **Escalerilla**

$$\text{diametro asumido} = 5,5 \text{ mm segun catalago}$$

$$A_{s \text{ escalerilla}} = \pi * 0,55 * 0,55$$

$$A_{s \text{ escalerilla}} = 0,95 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ hor total}} = 9,04 + 0,95$$

$$A_{s \text{ hor total}} = 9,99 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{horizontal \text{ final}} = \frac{9,99 \text{ cm}^2}{13,375 \text{ cm} * 200\text{cm}}$$

$$\rho_{horizontal \text{ final}} = 0,0029$$

$$\rho_{total \text{ final}} = \rho_{hor} + \rho_{vert}$$

$$\rho \text{ total final} = 0.0039 + 0.0029$$

$$\rho \text{ total final} = 0.0068$$

$$0,0068 > 0,002 \text{ OK}$$

Tabla 17. Resumen de acero colocado en mampostería planta baja

ACERO COLOCADO EN MAMPOSTERIA PLANTA BAJA							
Pared	Long (m)	# Acero vert	φ	# Acero hor	φ	# Escalerilla	φ
1	3,225	9	12	3	12	2	5,5
2	4,95	14	12	3	12	2	5,5
3	3,225	9	12	3	12	2	5,5
4	1,325	4	12	3	12	2	5,5
5	1,325	4	12	3	12	2	5,5
6	1,425	4	12	3	12	2	5,5
7	1,425	4	12	3	12	2	5,5
8	4,95	14	12	3	12	2	5,5
9	1,925	6	12	3	12	2	5,5
10	1,925	6	12	3	12	2	5,5
11	2,925	8	12	3	12	2	5,5
12	2,475	3	12	3	12	2	5,5
13	2,475	3	12	3	12	2	5,5
14	2,925	8	12	3	12	2	5,5
15	1,725	15	12	3	12	2	5,5
16	4,925	6	12	3	12	2	5,5
17	1,6	7	12	3	12	2	5,5
18	3,525	10	12	3	12	2	5,5
19	8,85	25	12	3	12	2	5,5
20	3,525	10	12	3	12	2	5,5
21	1,6	7	12	3	12	2	5,5
22	1,725	6	12	3	12	2	5,5
23	4,925	15	12	3	12	2	5,5

Elaborado por: Amanda Alomoto

Tabla 18. Resumen de acero colocado en mampostería planta alta

ACERO COLOCADO EN MAMPOSTERIA PLANTA ALTA							
Pared	Long (m)	# Acero vert	φ	# Acero hor	φ	# Escalerilla	φ

1	3,225	9	12	3	12	2	5,5	
2	4,95	14	12	3	12	2	5,5	
3	3,225	9	12	3	12	2	5,5	
4	1,325	4	12	3	12	2	5,5	
5	1,325	4	12	3	12	2	5,5	
6	1,425	4	12	3	12	2	5,5	
7	1,425	4	12	3	12	2	5,5	
8	4,95	14	12	3	12	2	5,5	
9	1,925	6	12	3	12	2	5,5	
10	1,925	6	12	3	12	2	5,5	
11	2,925	8	12	3	12	2	5,5	
12	2,475	3	12	3	12	2	5,5	
13	2,475	3	12	3	12	2	5,5	
14	2,925	8	12	3	12	2	5,5	
15	1,725	15	12	3	12	2	5,5	
16	4,925	6	12	3	12	2	5,5	
17	1,6	7	12	3	12	2	5,5	
18	3,525	10	12	3	12	2	5,5	
19	8,85	25	12	3	12	2	5,5	
20	3,525	10	12	3	12	2	5,5	
21	1,6	7	12	3	12	2	5,5	
22	1,725	6	12	3	12	2	5,5	
23	4,925	15	12	3	12	2	5,5	

Elaborado por: Amanda Alomoto

2.3.2.1 Ubicación de aceros

En el siguiente grafico se observa la ubicación de los aceros tanto vertical y horizontal que se colocara en la mampostería.

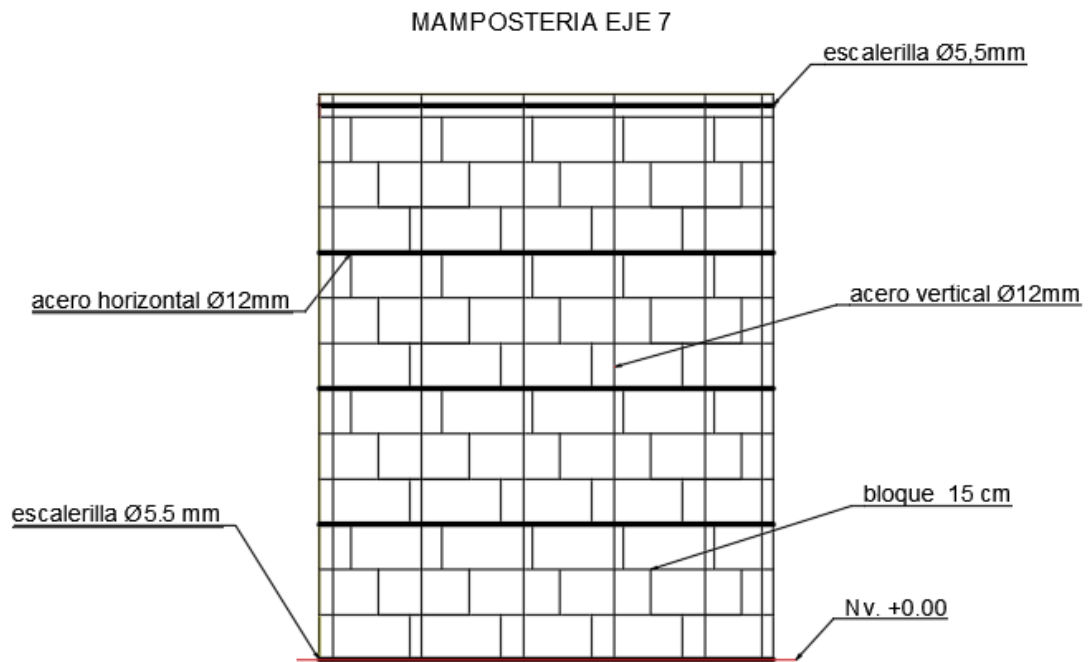


Ilustración 31. Distribución de acero vertical y horizontal de pared 9

2.3.2.2 Hiladas en mampostería

Es de suma importancia tener en cuenta las hiladas ya que se evitará que las juntas sean iguales en las diferentes hiladas, en especial cuando se tiene intersecciones de muros.

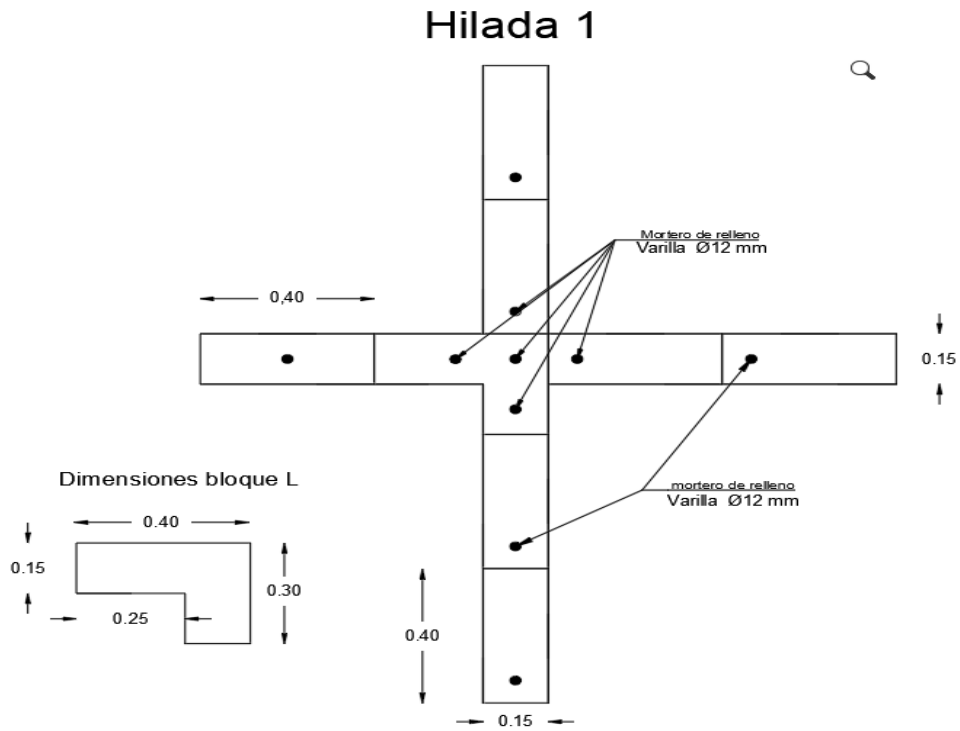


Ilustración 32. Hilada 1 en forma de x

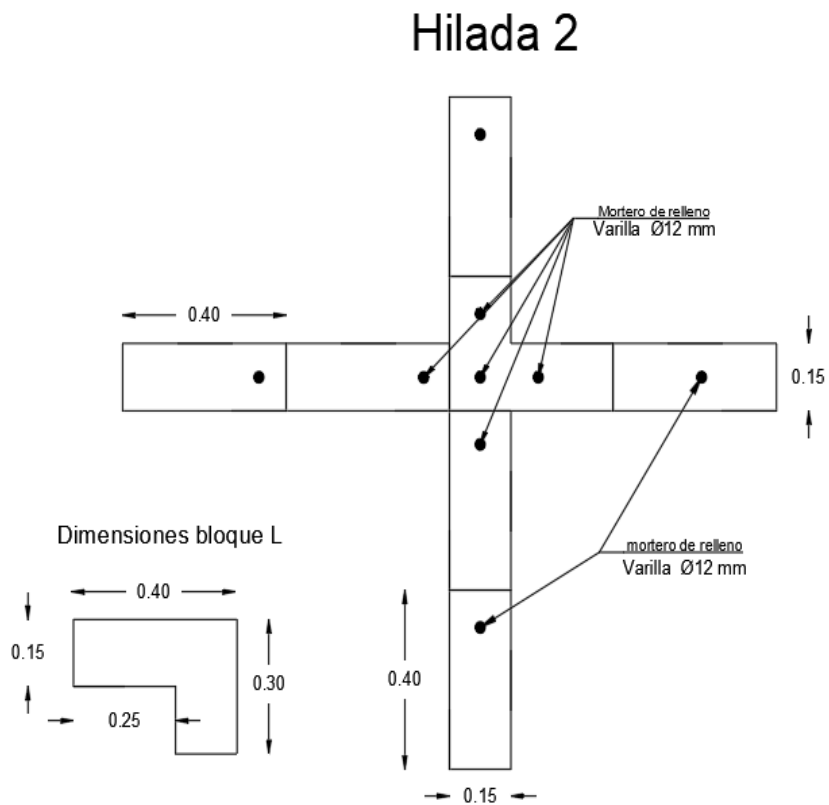


Ilustración 33. Hilada 2 en forma de x

Hilada 3

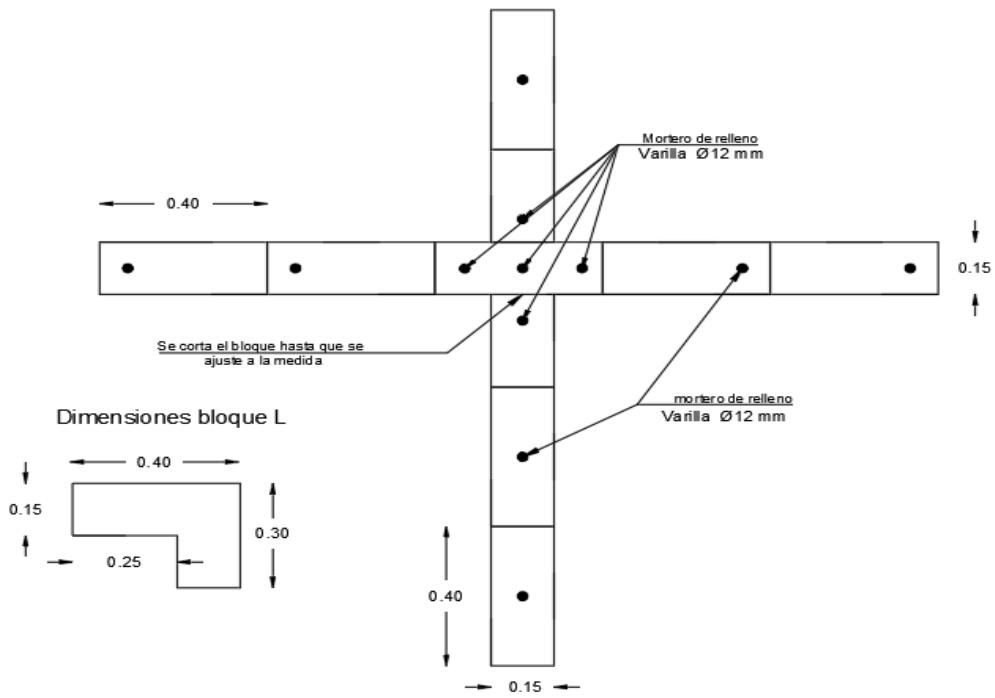


Ilustración 34. hilada 3 en forma de x

Hilada 1

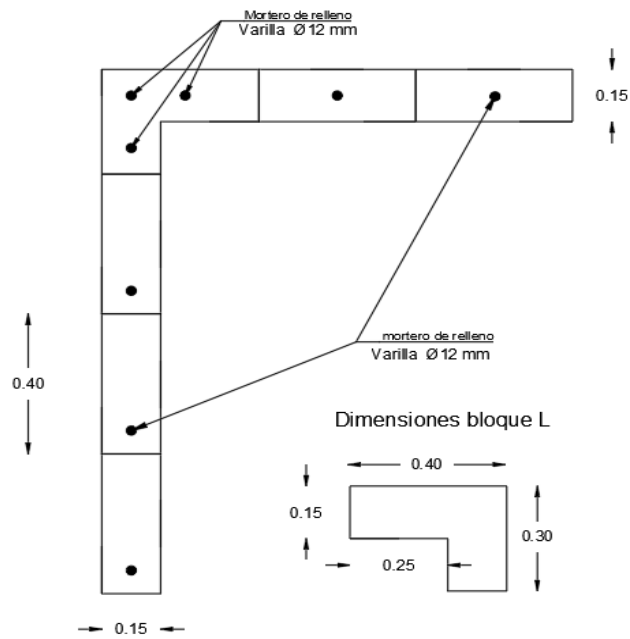


Ilustración 35. hilada 1 en forma de L

Hilada 2

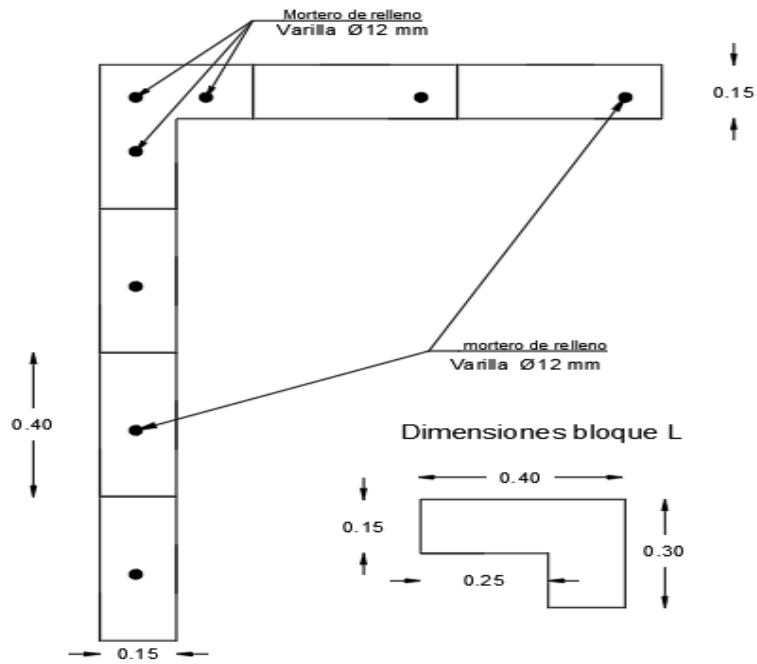


Ilustración 36. hilada 2 en forma de L

Hilada 3

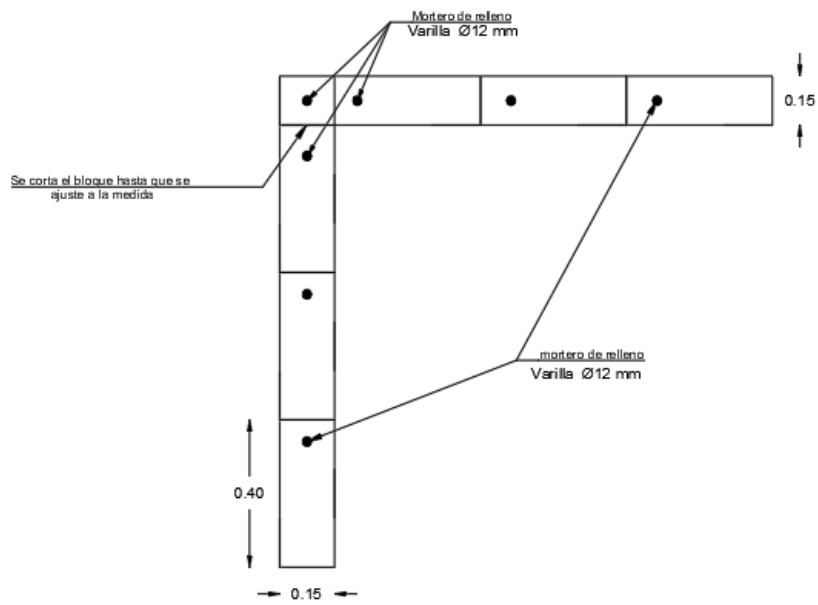


Ilustración 37. Hilada 3 en forma de L

Hilada 1

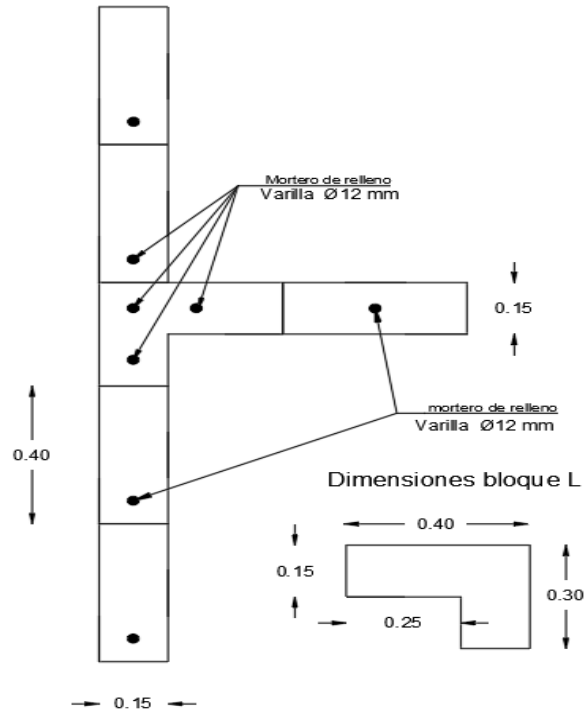


Ilustración 38. hilada 1 en forma de T

Hilada 2

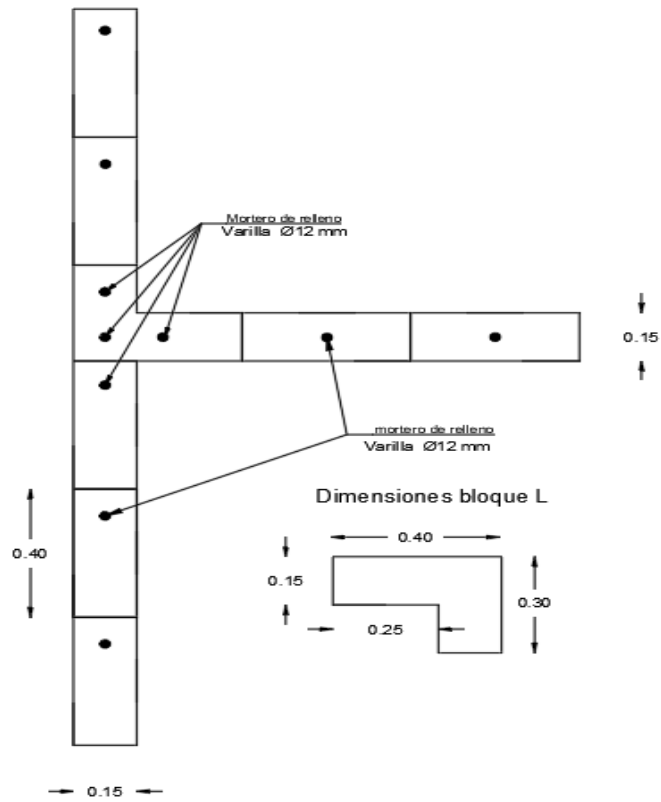


Ilustración 39. hilada 2 en forma de T

Hilada 3

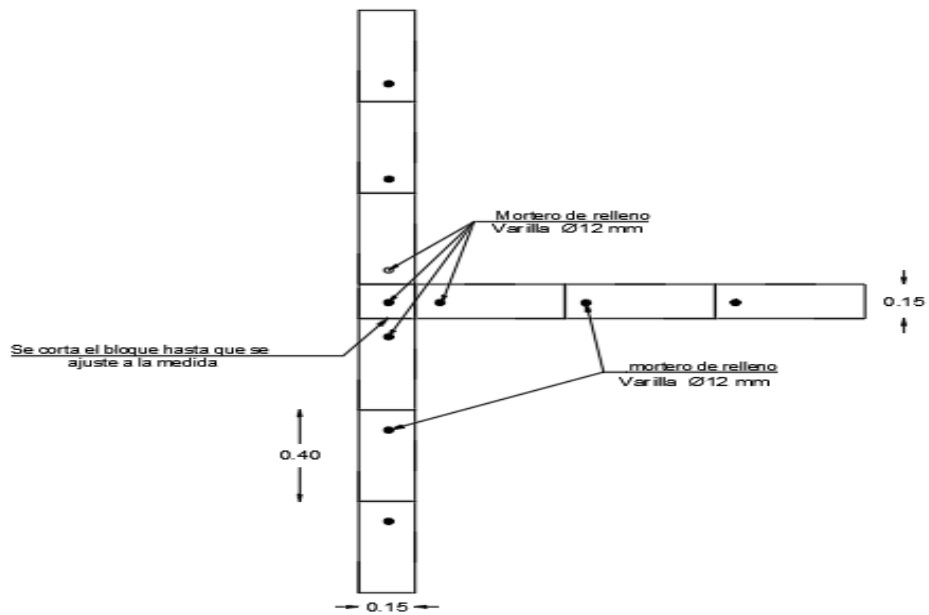


Ilustración 40. hilada 3 en forma de T

2.3.2.3 Acero de refuerzo en la parte superior de la mampostería

Acero de refuerzo en la parte del entre piso para que tenga un mejor confinamiento.

Acero de refuerzo

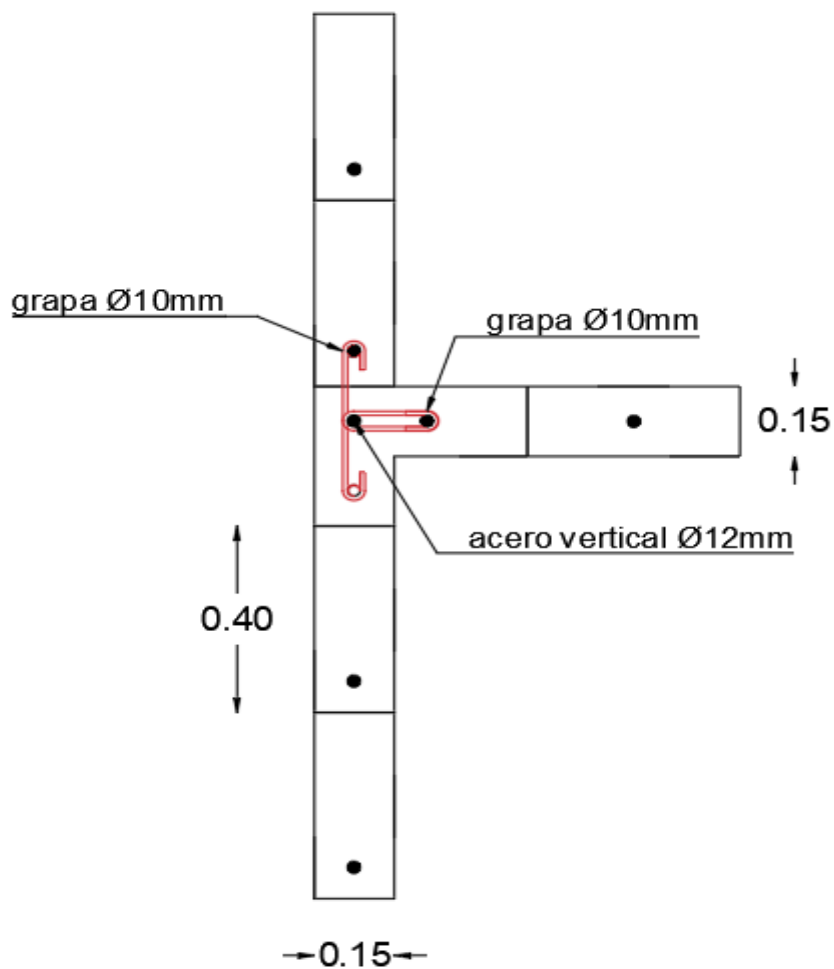


Ilustración 41. Acero de refuerzo en la hilada tipo T

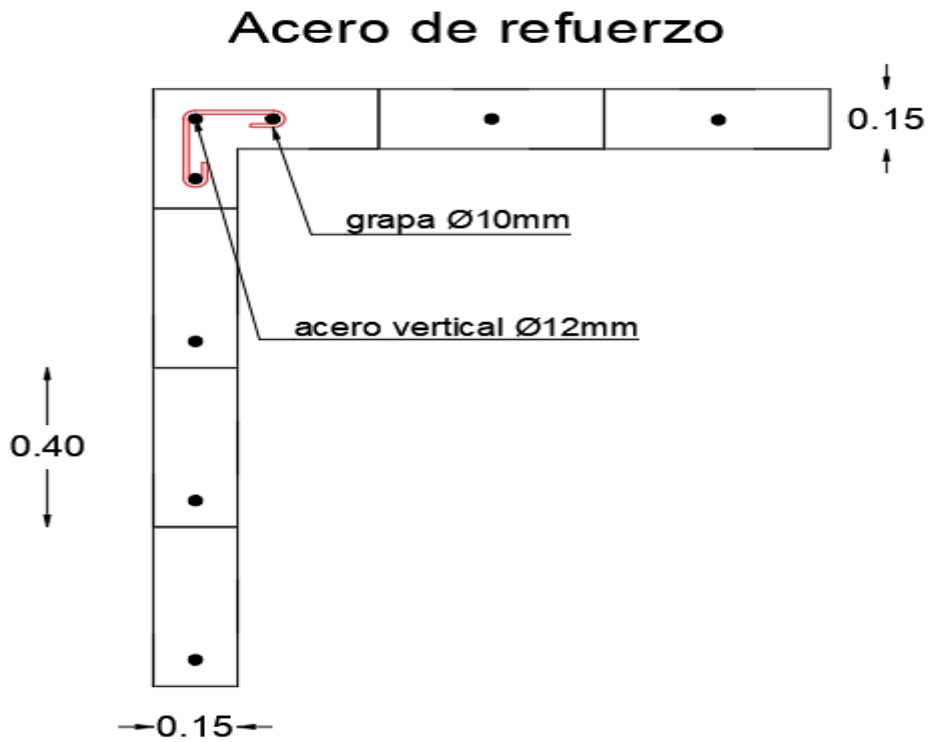


Ilustración 42. Acero de refuerzo en la hilada tipo LL

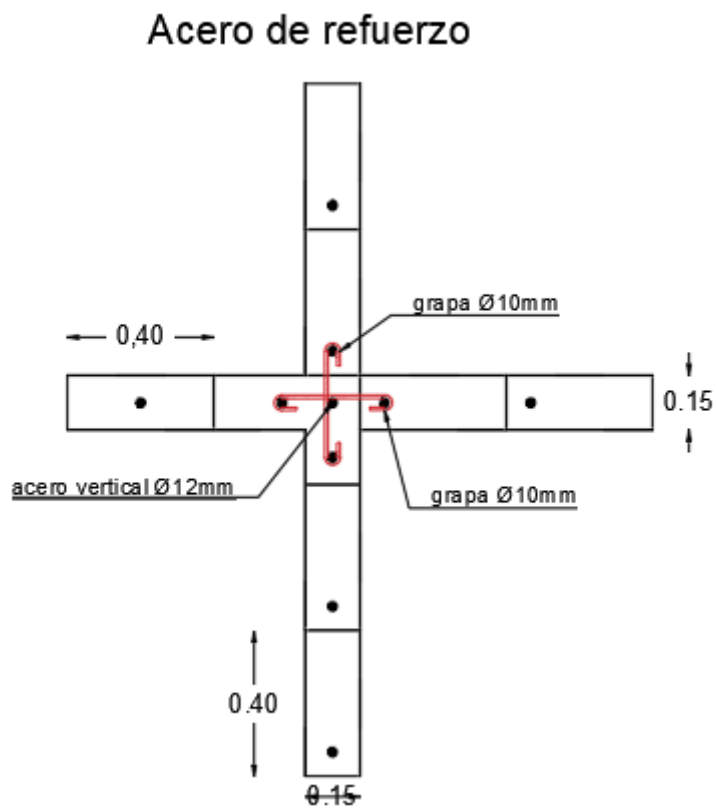


Ilustración 43. Acero de refuerzo en la hilada tipo x

2.3.3 Prediseño de gradas

- Altura entrepiso = 2,50 m
- Altura de descanso = $\frac{2,50}{2} = 1,25\text{m}$
- Carga Viva según la NEC-15 = 200 kg/m²

La NTE INEN 2249 nos recomienda una huella mínima de 280 mm para el proyecto se escoge una huella de 300 mm

La NTE INEN 2249 la dimensión máxima de la contrahuella es de 180mm para el proyecto se opta por una dimensión de 150 mm

$$\text{numero de contrahuellas en la estructura} = \frac{1,25}{0,15} = 8$$

Para obtener la altura mínima de la losa para las gradas se debe considerar la siguiente expresión:

$$h_{min} = \frac{\ln(800 + 0.0721fy)}{36000}$$
$$h_{min} = \frac{360 * (800 + 0.0721fy)}{36000}$$
$$h_{min} = 11,02 \text{ cm}$$

La altura mínima que se adopta para la losa maciza es de 12 cm

2.4 Cálculo de cargas

2.4.1 Cargas verticales

Para el cálculo de las cargas verticales se toma en consideración las siguientes propiedades de los materiales que se van a utilizar en la estructura

Tabla 19. Propiedades de los materiales

Mampostería Reforzada	
Resistencia a la compresión concreto f_c (kg/cm ²)	210
Resistencia a la compresión del acero f_y (kg/cm ²)	4200
Resistencia a la compresión de la mampostería f_m (kg/cm ²)	30

Peso específico de bloque de muro portante (T/m ³)	1,6
Módulo de elasticidad del bloque (MPa)	2700

Fuente: NEC-SE-MP-2015

Elaborado por: Amanda Alomoto

Peso Propio de la losa: Este peso se lo considera de acuerdo con la geometría que tiene la planta con el peso específico del concreto

Carga Permanente: Estima los pesos de los elementos no estructurales, este valor se lo ingresara al modelo matemático como carga distribuida en la losa.

Mampostería no estructural: Considera la mampostería de bloque hueco no estructural se lo utiliza como divisor de habitaciones.

Instalaciones: Se estima el peso de instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.

Recubrimiento: Estima el peso de acabados como enlucidos.

Carga Viva: esta carga es recomendada por la NEC-SE-CG, de acuerdo con el uso que se le dará a la estructura, para nuestro trabajo se dará un uso residencial y losa inaccesible.

Tabla 20. Cargas verticales

Cargas Verticales		
Peso losa	0,36	T/m ²
Acabados	0,12	T/m ²
Peso de paredes	0,1	T/m ²
Carga Viva residencia unifamiliar	0,2	T/m ²
Carga Viva losa inaccesible	0,07	T/m ²
Carga muerta	0,58	T/m ²

Elaborado por: Amanda Alomoto

2.4.2 Cargas horizontales

Se realizará el cálculo de la carga horizontal mediante los coeficientes sísmicos es necesario basarnos en la NEC-SE-DS-Peligro-sísmico sección 3.2.2 Mediante esta información se obtendrá los siguientes resultados.

Tabla 21. Coeficientes Sísmicos

Coeficientes sísmicos		
Fa	1,2	Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto
Fd	1,19	Para un suelo tipo D y una zona sísmica V
Fs	1,28	Comportamiento no lineal de los suelos
I	1	Coeficiente de importancia
Z	0,4	Factor de zona sísmico: Quito: zona V
n	2,48	Relación de amplificación espectral: Para provincias de la Sierra
R	3	Mampostería reforzada ilimitada a 2 pisos
hn	5	Altura
r	1,5	Para todos los suelos Tipo D
Ct	0,049	Coeficiente tipo de estructura: Mampostería estructural
ϕ_E	1	Estructura regular en planta
ϕ_P	1	Estructura regular en elevación
α	0,75	Coeficiente tipo de estructura: Mampostería estructural

Fuente: NEC-SE-DS-2015

Elaborado por: Amanda Alomoto

$$T_o = \frac{0,1 * F_s * F_d}{F_a} = \frac{0,1 * 1,28 * 1,19}{1,2} = 0,126s$$

$$T_c = 0,55 * F_s * \frac{F_d}{F_a} = \frac{0,55 * 1,28 * 1,19}{1,2} = 0,698s$$

$$V = \frac{I S_a}{R \phi_P \phi_E} * W$$

$$S_a = z * n * F_a$$

$$S_a = 0,4 * 2,48 * 1,2$$

$$S_a = 1,19$$

$$V = \frac{1 * 1,19}{3 * 1 * 1} * W$$

$$V = 0,396 * W$$

$$T = C_t h_n^{\alpha}$$

Dónde:

C_t Coeficiente que depende del tipo de edificio

h_n Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros.

T Periodo de vibración

Ilustración 44. Periodo fundamental

$$T = C_t * h_n^{\alpha}$$

$$T = 0,055 * 5^{0,75}$$

$$T = 0.183s$$

$$T_{max} = 1,3 * T$$

$$T_{max} = 1,3 * 0,183s$$

$$T_{max} = 0.2379s$$

2.4.3 Distribución de la carga lateral

La distribución de la carga lateral se la obtiene mediante la siguiente ecuación que considera la carga muerta de cada uno de los niveles en función del área de cada nivel con su respectiva altura.

$$F_i = \frac{W_i * h_i}{\sum W_i * h_i} * V$$

Tabla 22. Distribución de cortante basal en cada piso

Distribución de cortante basal en cada piso							
Piso	Área	peso/m2	peso	hi	wi hi	Fx	Fx acum
2	133,65	0,58	77,517	5	387,59	40,90	40,90
1	125,26	0,58	72,651	2,5	181,63	19,166	60,07
Total	267,3		150,17		569,21	60,06	

Elaborado por: Amanda Alomoto

$$W=150,17 \text{ Ton}$$

$$V=60,06 \text{ Ton}$$

2.5 Combinación de carga

La estructura para la envolvente es necesario analizar y calcular la siguiente combinación como se indica en la NEC-SE-CM

Tabla 23. Combinaciones de carga

Combinaciones de carga	
Combinacion1	U=1.4D
combinación 2	U2=1,2D+1,6L
combinación 3	U3=1,2D+L+SX
combinación 4	U4=1,2D+L-SX
combinación 5	U3=1,2D+L+SY
combinación 6	U3=1,2D+L-SY
combinación 7	U7=0,9D+SX
combinación 8	U8=0,9D-SX
combinación 9	U7=0,9D-SY
combinación 10	U7=0,9D+SY

Elaborado por: Amanda Alomoto

2.6 Modelación de estructura

- Ingreso de propiedades de materiales

Para comenzar el diseño en el programa es necesario ingresar resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y la resistencia a la compresión de la mampostería $f_m = 30 \text{ kg/cm}^2$

Ilustración 45. resistencia a la compresión de la mampostería

Fuente: Etabs

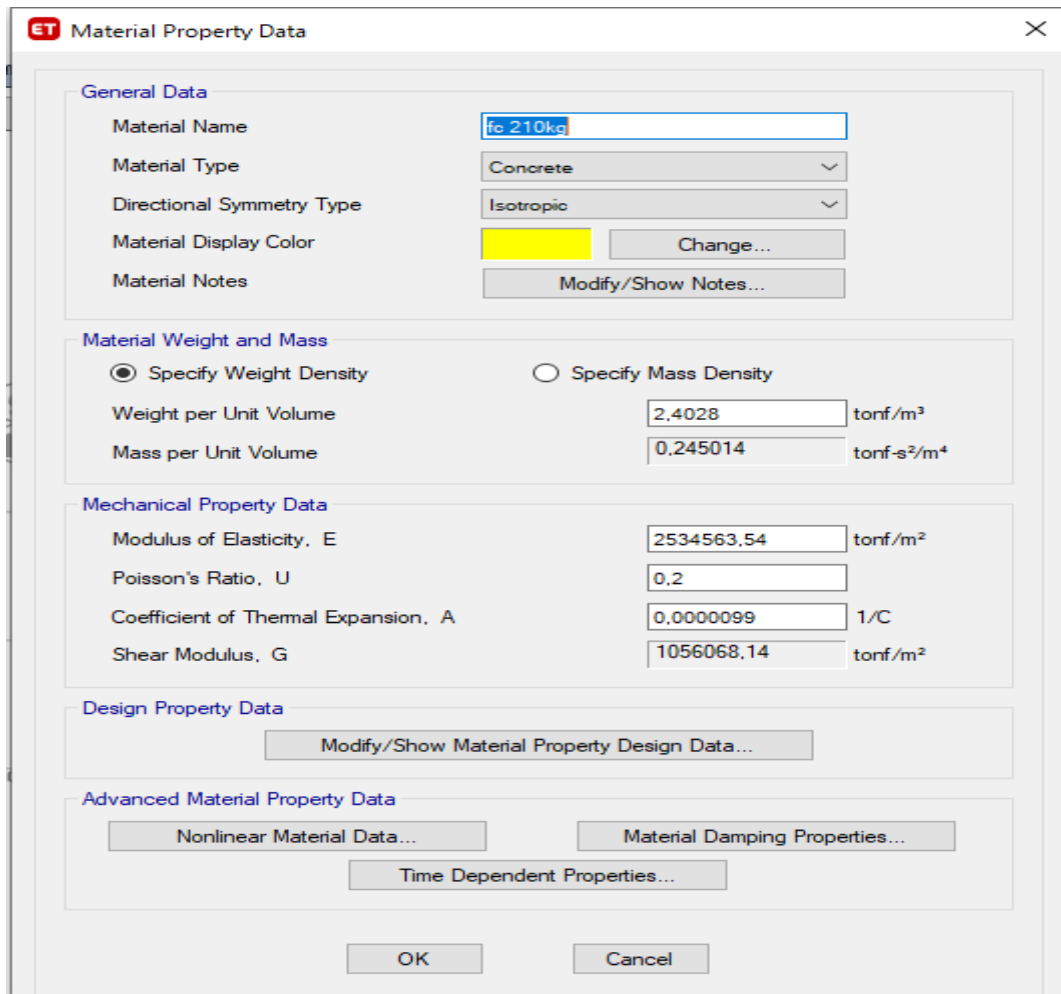


Ilustración 46. Resistencia a la compresión del concreto

Fuente: Etabs

- Ingreso de propiedades de los elementos estructurales

En necesario determinar los valores de inercia agrietada para los elementos estructurales de acuerdo con la ACI 318-05.

Member and condition	Moment of inertia	Cross-sectional area for axial deformations	Cross-sectional area for shear deformations
Columns	$0.70I_g$	$1.0A_g$	$\delta_v h$
Walls	Uncracked $0.70I_g$		
	Cracked $0.35I_g$		
Beams	$0.35I_g$		
Flat plates and flat slabs	$0.25I_g$		

Ilustración 47. Momento de inercia agrietada para la mampostería

- Ingreso de datos de mampostería

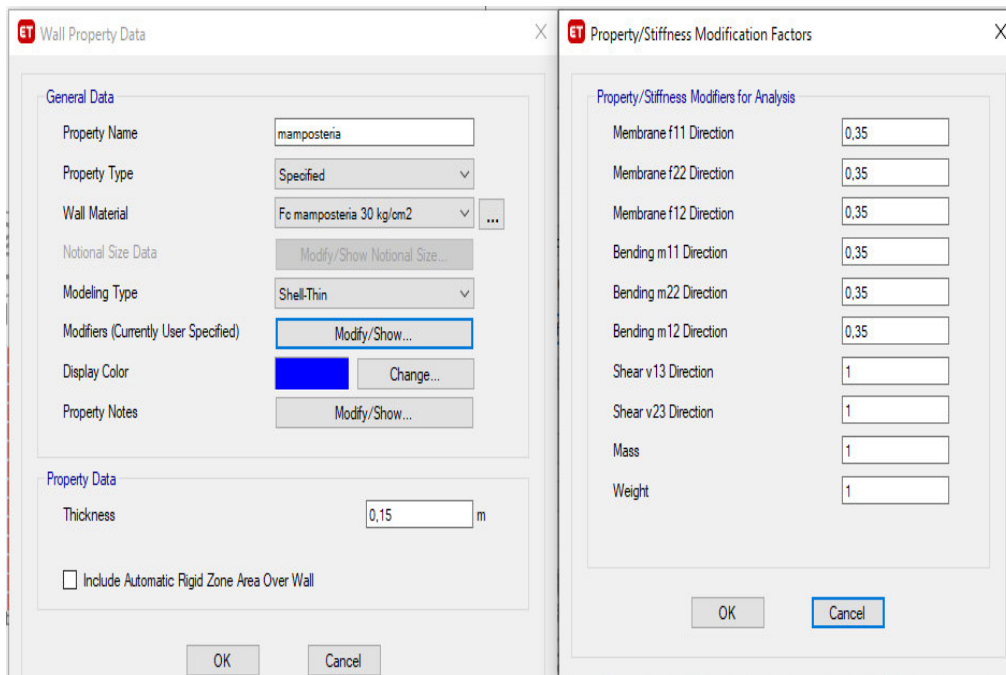


Ilustración 48. Ingreso de datos de mampostería

Fuente: Etabs

- Ingreso de losa maciza con una altura de 15 cm

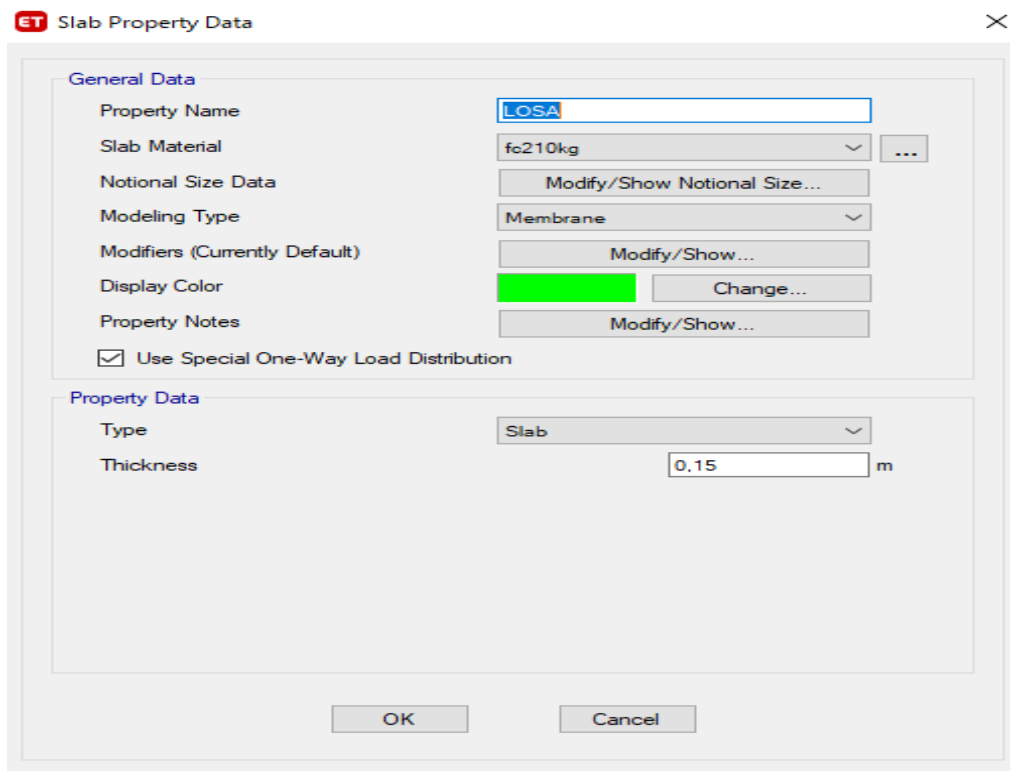


Ilustración 49. ingreso de datos de losa

- **Ingreso de Cargas verticales según la (NEC 2015 apartado 4.2**

Carga Viva para residencia unifamiliar o bifamiliar = $0.2T/m^2$

Carga muerta para residencia unifamiliar o bifamiliar = $0.12 T/m^2$

Carga viva para residencia unifamiliar (cubierta)= $0.07 T/m^2$

- **Asignación de cargas uniforme viva o muerta para losa de entrepiso**

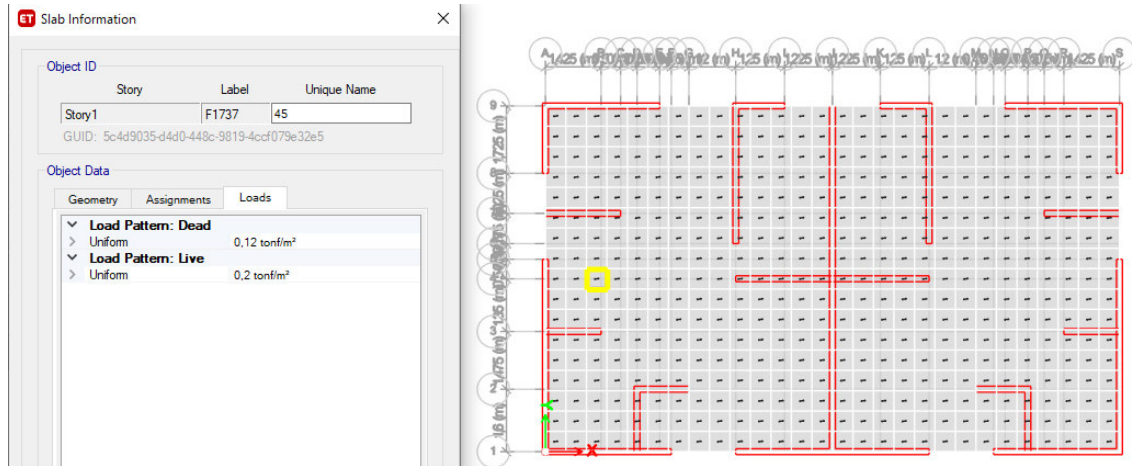


Ilustración 50. Ingreso de carga viva y muerta para losa entrepiso

Fuente: Etabs

- **Asignación de cargas uniforme viva y muerta para cubierta de la vivienda**

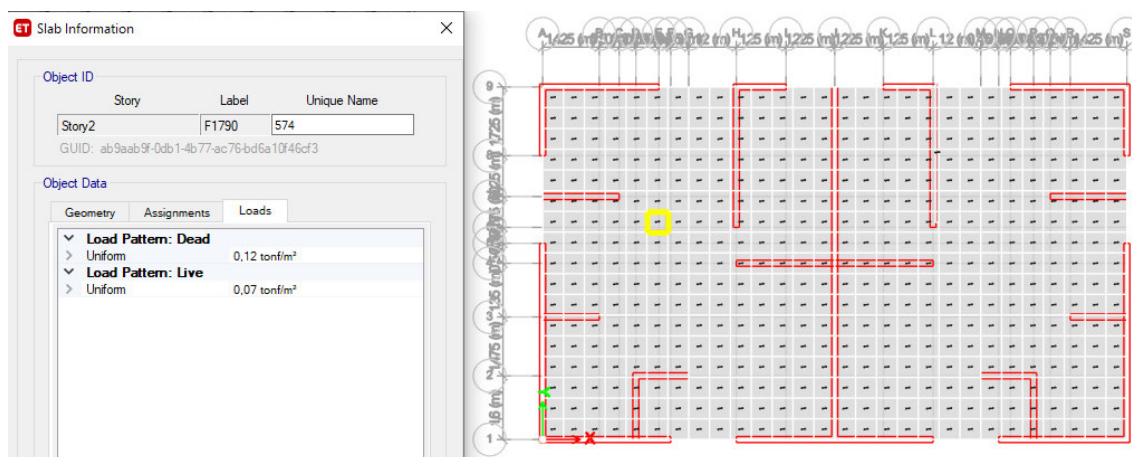


Ilustración 51. Ingreso de carga viva y muerta de la losa inaccesible

Fuente: Etabs

- **Coefficiente cortante basal**

coeficiente de cortante basal en “ X” y “Y” en estructura calculo en la tabla o colocar Excel considerando la dirección y la dirección más la excentricidad más critica

Coeficiente de cortante basal en dirección X

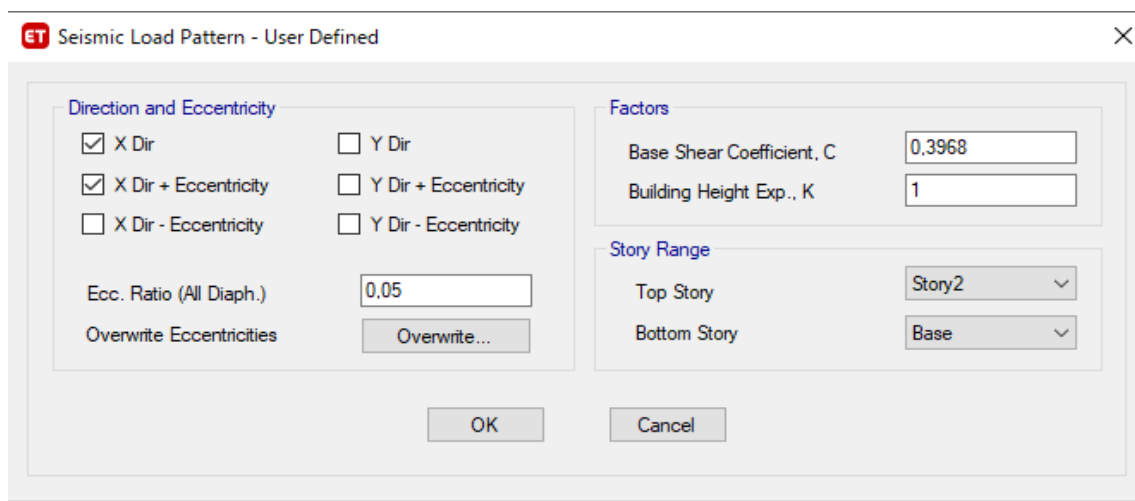


Ilustración 52. Coeficiente de cortante basal para X

Fuente: Etabs

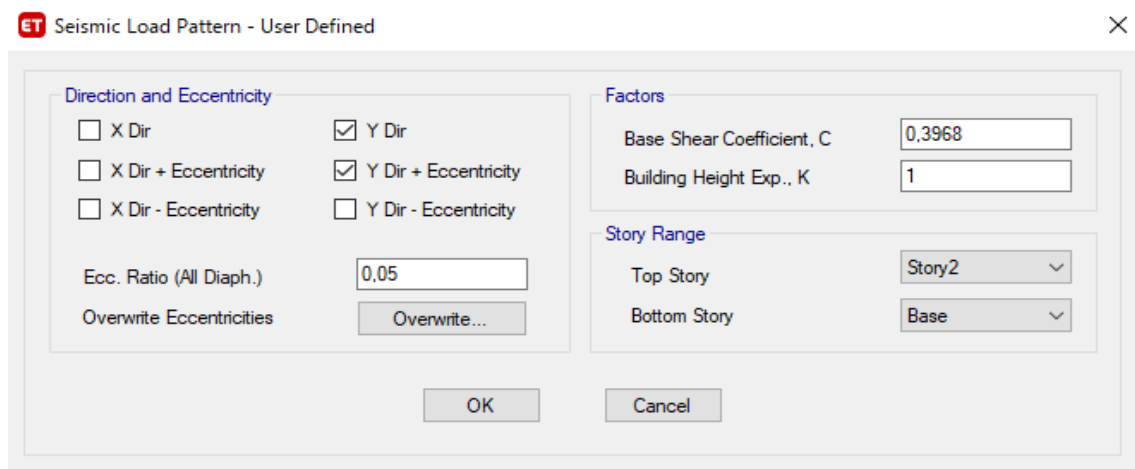


Ilustración 53. Coeficiente de cortante basal en y

Fuente: Etabs

- **Ingreso de combinaciones básicas de carga según (NEC-SE-DS 2015)**

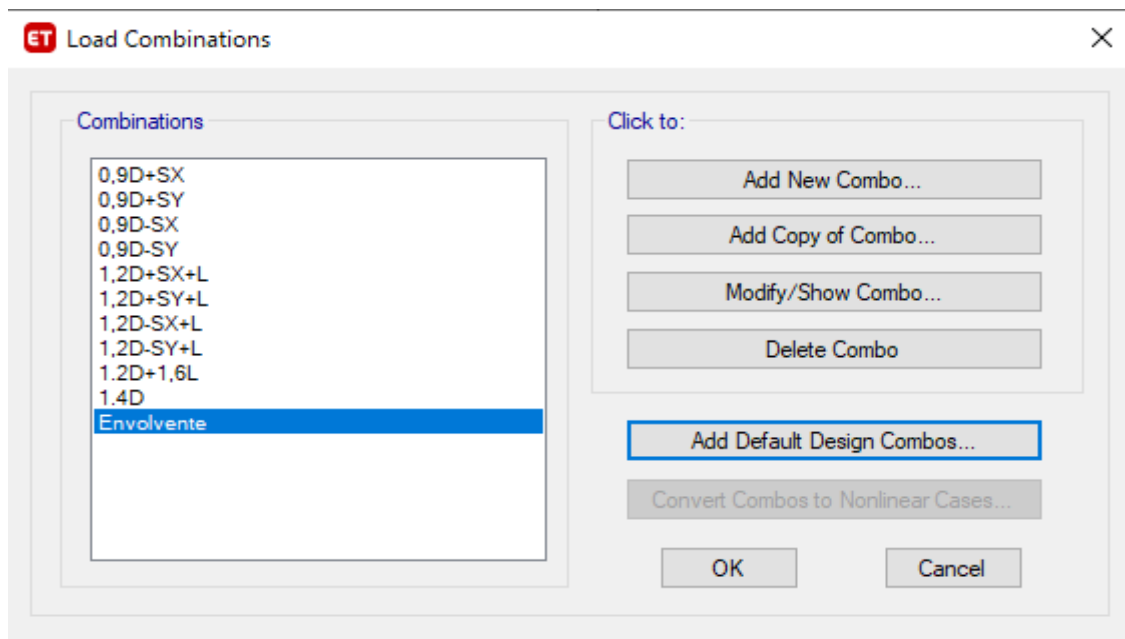


Ilustración 54. Ingreso de combinaciones de carga

Fuente: Etabs

- **Ingreso de espectro de diseño**

Para este ítem es necesario saber que la vivienda será construida en Quito con un tipo de suelo D.

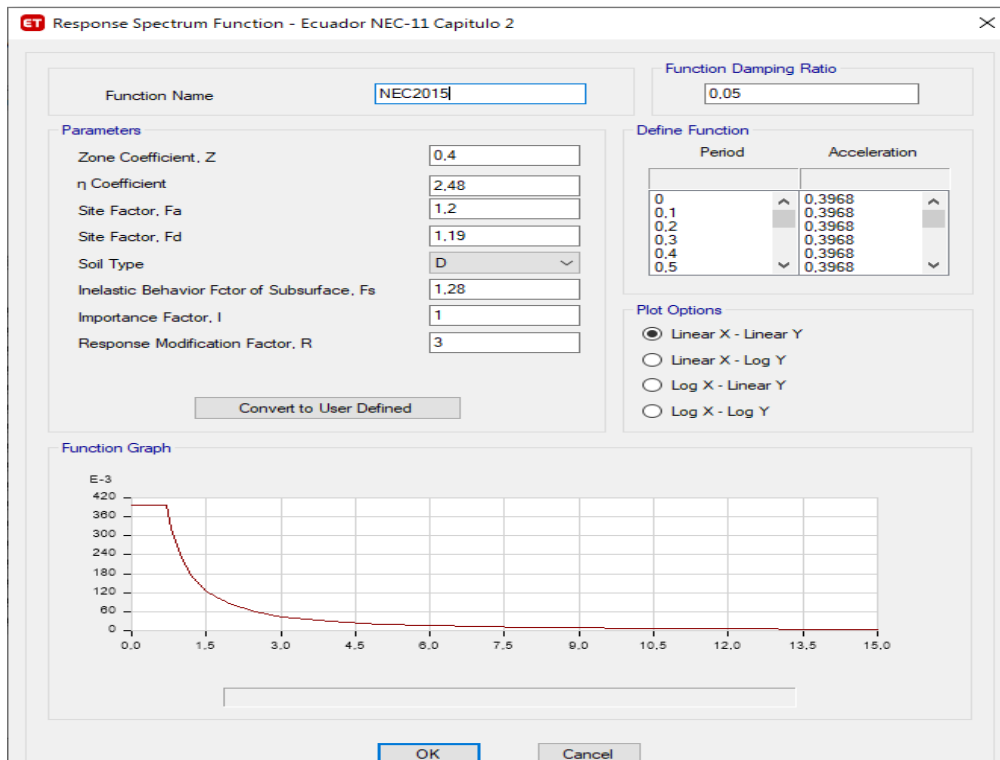


Ilustración 55. Ingreso de coeficientes para espectro elástico de diseño

Fuente: Etabs

- Distribución de paredes en Etabs

Planta tipo A y B

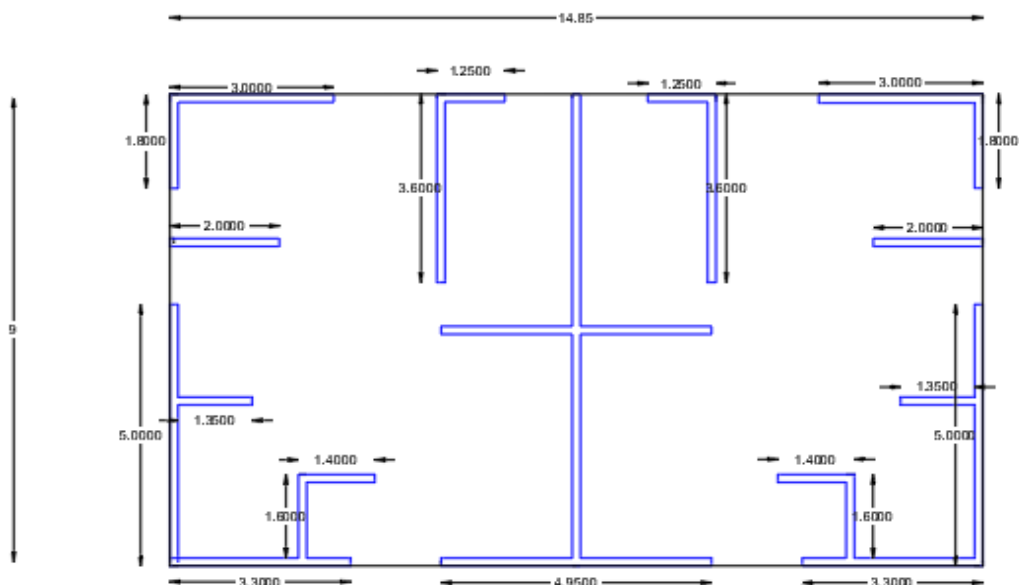


Ilustración 56. Distribución de paredes en planta

En la ilustración 53. se observa la distribución adecuada y simétrica de las paredes del cual es modelado en el programa ETABS con los ejes estructurales adecuados y estratégicos para la determinación de los muros.

La configuración estructural se lo define como el tamaño y forma del edificio, para el proyecto se tendrá muros de mampostería de 15 cm distribuidos adecuadamente para que tenga un buen funcionamiento ante fuerzas laterales cumplió con la cuantía requerida.

- **Sentido Y: Eje 1 y 2**

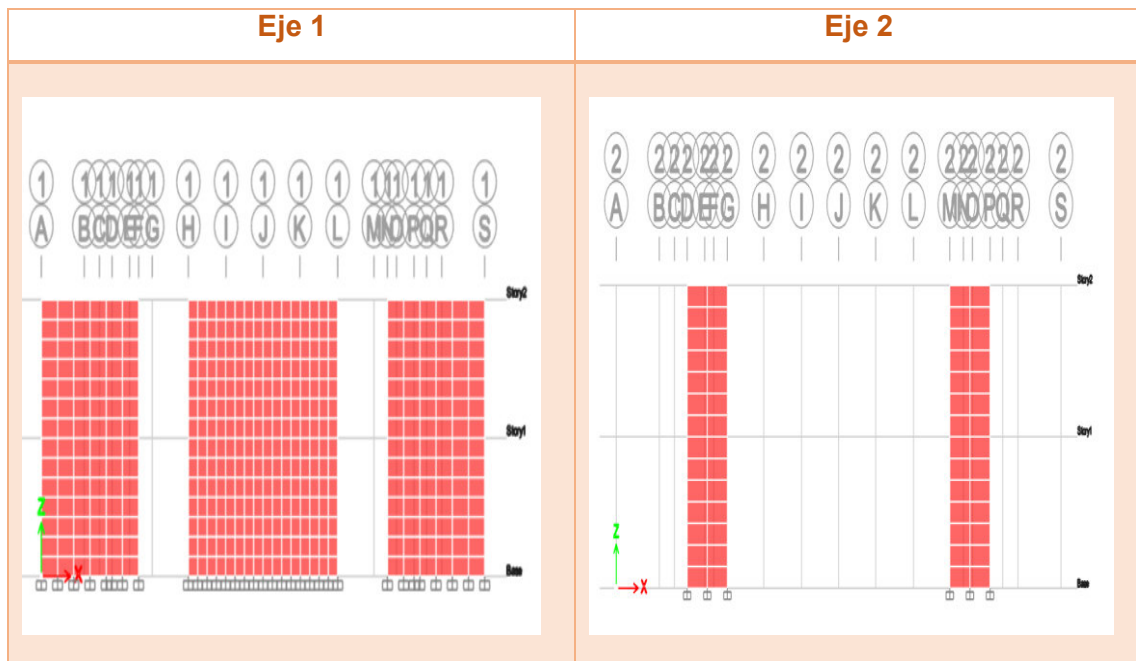


Ilustración 57. Ubicación de mamposterías en Etabs del eje 1 y 2

Fuente: Etabs

- **Sentido Y : eje 3 y 4**



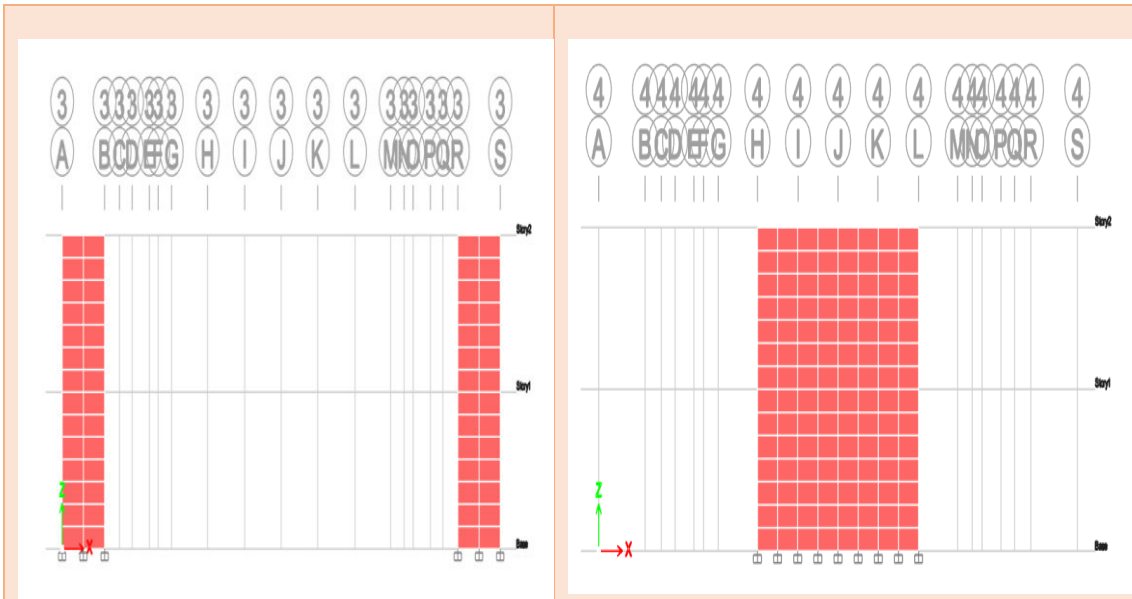


Ilustración 58. Ubicación de mamposterías en Etabs del eje 3 y 4

Fuente: Etabs

- Sentido Y: eje 7 y eje 9

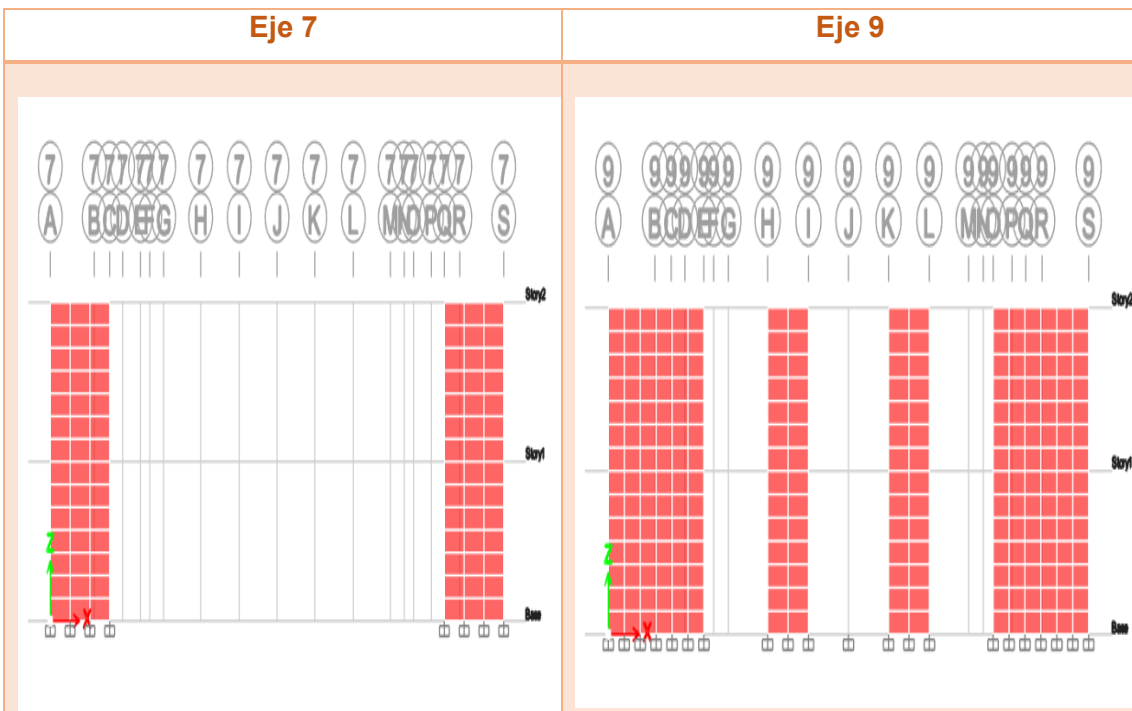


Ilustración 59. Ubicación de mampostería en Etabs del eje 7 y 9

Fuente: Etabs

- Sentido X : eje A y eje S

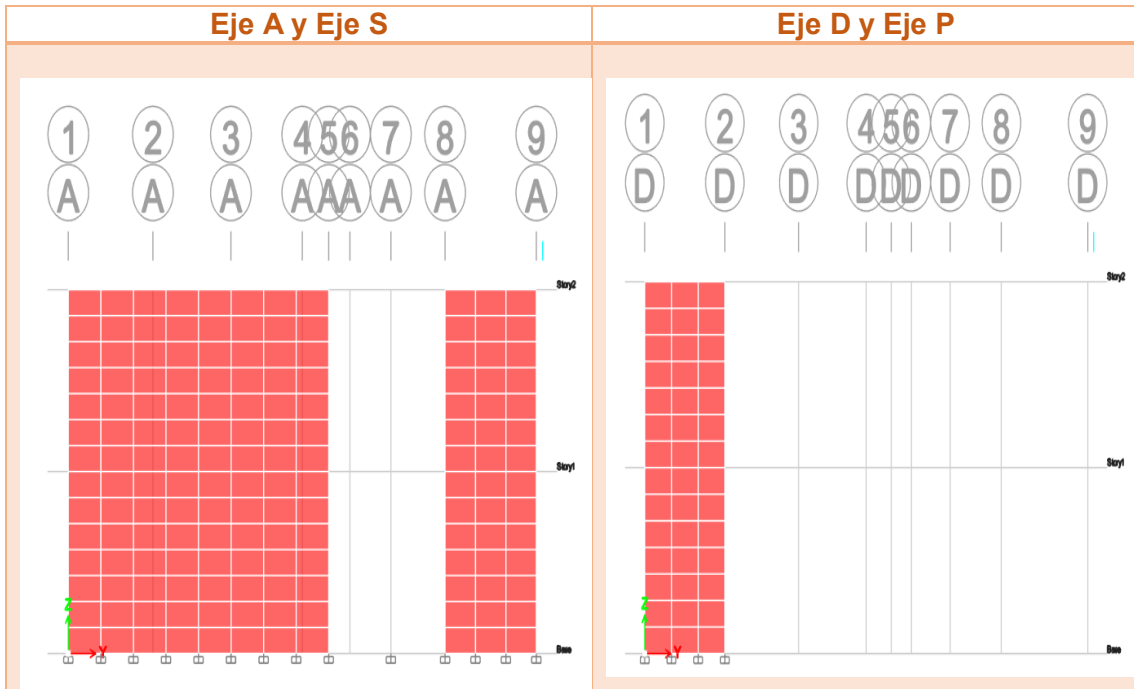


Ilustración 60. Ubicación de mamposterías en Etabs del eje A y S

Fuente: Etabs

- Sentido X : eje H, L y S

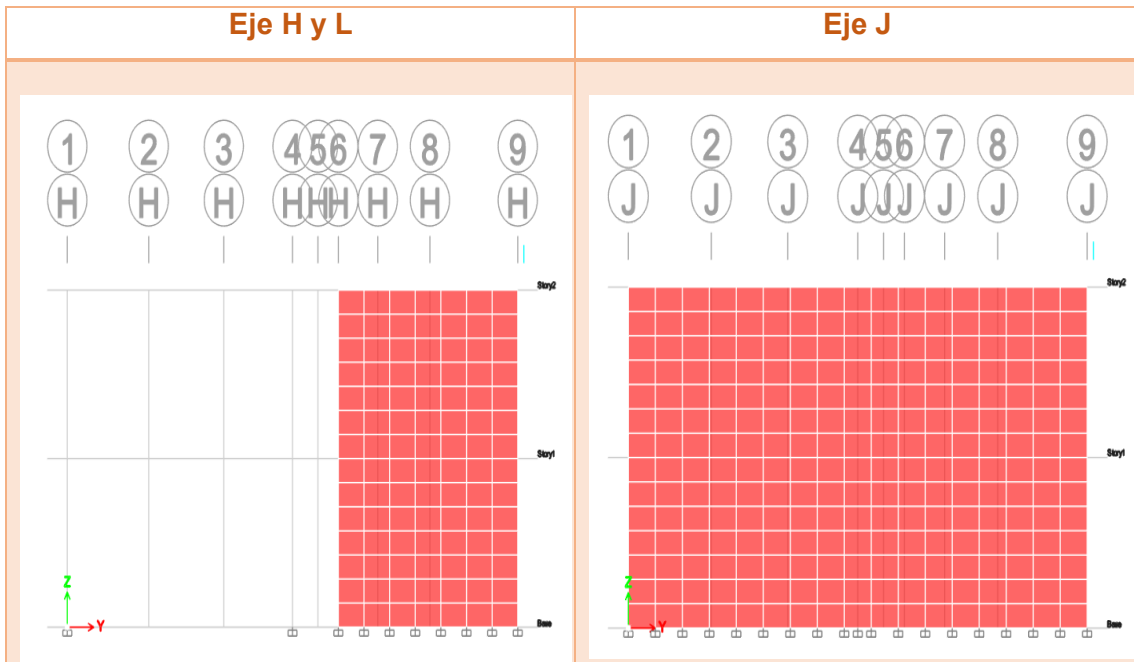


Ilustración 61. Ubicación de mamposterías en Etabs del eje H,L y S

Fuente: Etabs

- **Modelo de la estructura**

Modelo matemático de una vivienda de 2 pisos

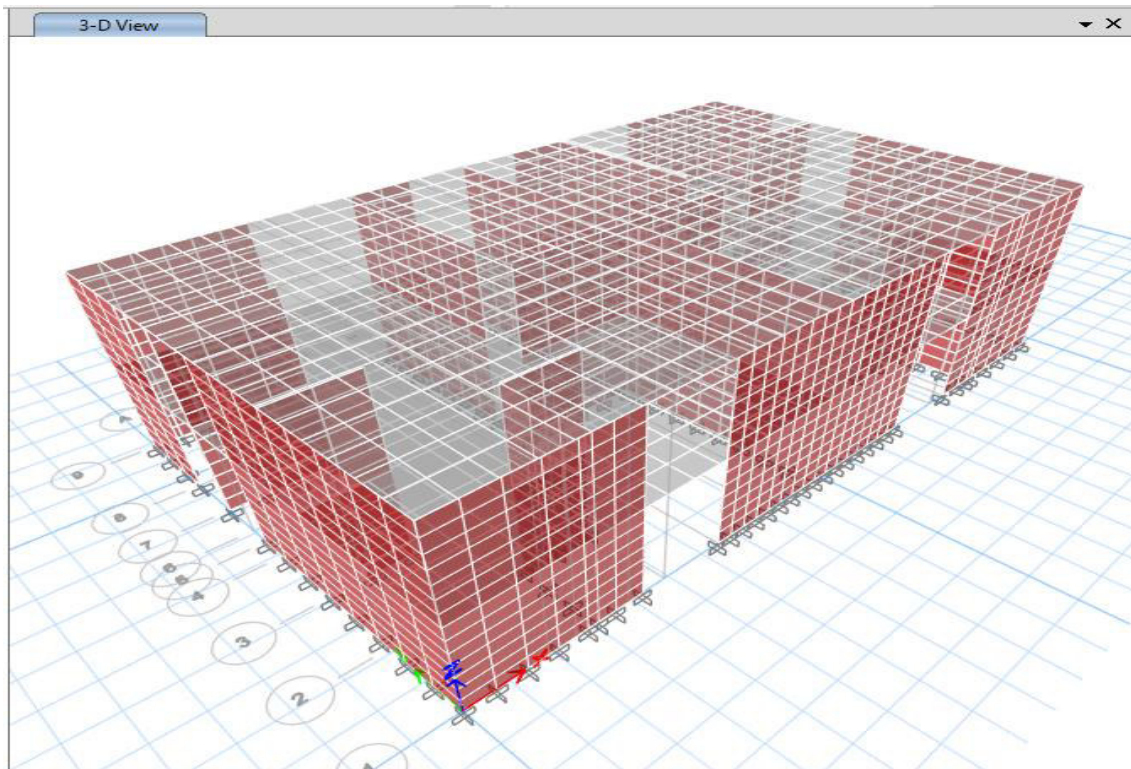


Ilustración 62. Modelo matemático de Etabs

Fuente: Etabs

2.7 Diseño estructural

2.7.1 Losa

- **Datos generales**

Con estos datos ya obtenidos anteriormente se debe realizar el cálculo de los momentos en la losa, y de esa manera diseñar.

Tabla 24. Carga viva y muerte

Carga muerta y Viva		
Peso losa	0,36	T/m ²
Acabados	0,12	T/m ²
Peso de bloque	0,1	T/m ²
Carga Viva residencia unifamiliar	0,2	T/m ²
Carga Viva losa inaccesible	0,07	T/m ²
Carga de servicio (D+L)	0,85	T/m ²
Carga muerta total	0,48	T/m ²

Carga muerta mayorada 1.2D (CMU)	0,58	T/m2
Carga viva mayorada unifamiliar 1.6 L	0,32	T/m2
Carga viva mayorada inaccesible 1.6 L	0,11	T/m2
Carga mayorada total unifamiliar (CU)	0,90	T/m2
Carga mayorada total inaccesible (CU)	0,69	T/m2

Elaborado por: Amanda Alomoto

Dimensión de los paneles necesarios para obtener los coeficientes mediante unas tablas observar ANEXO 1

Tabla 25. Casos para coeficientes de la losa +Nv 2,5

PLANTA BIFAMILIAR				
Paneles	A (lado corto)	B (lado largo)	m=A/B	Casos
1	2,825	4,95	0,57	4,00
2	2,475	2,825	0,88	8,00
3	3,025	4,95	0,61	9,00
4	2,475	3,025	0,82	2,00
5	2,42	3,15	0,77	4,00
6	3,15	5,005	0,63	8,00
7	2,475	2,825	0,88	8,00
8	2,825	4,95	0,57	4,00
9	2,475	3,025	0,82	2,00
10	3,025	4,95	0,61	9,00
11	3,15	5,005	0,63	8,00
12	2,42	3,15	0,77	4,00

Elaborado por: Amanda Alomoto

Coeficientes obtenidos mediante interpolación los cuales se utilizara para sacar los momentos de la losa y realizar su debido diseño, debido a que no existe en la tabla en la que nos basamos

Tabla 26. Coeficientes para obtener los momentos para losa NV+2.5

Coeficientes					
Cof. M(-) de losas		Cof. M (+) de losas D		Cof. M (+) de losas L	
CA (-)	CB (-)	CA (+)	CB (+)	CA (+)	CB (+)
0,0908	0,0092	0,0548	0,0058	0,064	0,0078
0,0454	0,0496	0,0266	0,0182	0,037	0,024
0,0846	0,0064	0,0356	0,0042	0,058	0,0074
0,063	0,0286	0,0252	0,0114	0,0394	0,0178
0,074	0,026	0,0414	0,0142	0,0504	0,0176
0,0764	0,0216	0,0456	0,0082	0,0614	0,0102

0,0454	0,0496	0,0266	0,0182	0,037	0,024
0,0908	0,0092	0,0548	0,0058	0,064	0,0078
0,063	0,0286	0,0252	0,0114	0,0394	0,0178
0,0846	0,0064	0,0356	0,0042	0,058	0,0074
0,0764	0,0216	0,0414	0,0142	0,0614	0,0102
0,074	0,026	0,0414	0,0142	0,0504	0,0176

Elaborado por: Amanda Alomoto

Momentos obtenidos con la carga ultima y coeficientes

Tabla 27. Momentos obtenidos para losa Nv+2.5

Momentos				
MA (-) interior(kgm)	MB (-) interior (Kg/m)	MA (+) (kg m)	MB (+) (kg m)	MB (-) exterior
586,67	182,50	377,56	130,74	43,58
225,15	320,47	152,30	132,40	44,13
626,75	126,96	329,33	108,41	36,14
312,44	211,88	152,81	103,20	34,40
350,86	208,86	213,16	124,87	41,62
613,74	438,06	416,48	182,33	60,78
225,15	320,47	152,30	132,40	44,13
586,67	182,50	377,56	130,74	43,58
312,44	211,88	152,81	103,20	34,40
626,75	126,96	329,33	108,41	36,14
613,74	438,06	396,08	255,92	85,31
350,86	208,86	213,16	124,87	41,62

Elaborado por: Amanda Alomoto

Cálculo de momentos

$$M_A(-)interior = CA(-) * CU * A^2$$

$$M_A(-)interior = 0,0908 * 0,90 * 2,825^2$$

$$M_A(-)interior = 652,18 \text{ kgm}$$

$$M_B(-)interior = CB(-) * CU * B^2$$

$$M_B(-)interior = 0,0092 * 0,90 * 4,95^2$$

$$M_B(-)interior = 202,88 \text{ Kg.m}$$

$$M_A(+) = (CA * CMU + CA * CVU) * A^2$$

$$M_A(+) = (0,0548 * 0,58 + 0,064 * 0,32) * 2,825^2$$

$$M_A(+) = 417,099 \text{ Kg.m}$$

$$M_B (+) = (CB * CMU + CB * CVU) * B^2$$

$$M_A (+) = (0,0058 * 0,58 + 0,0078 * 0,32) * 4,95^2$$

$$M_A (+) = 143,58 \text{ Kg.m}$$

$$M_B (-)_{\text{exterior}} = \frac{1}{3} M_A (+)$$

$$M_B (-)_{\text{exterior}} = \frac{1}{3} * 143,58$$

$$M_B (-)_{\text{exterior}} = 47,86 \text{ kg.m}$$

Acero mínimo

$$A_{smin} = \frac{14}{f_y} * b * d$$

$$A_{smin} = \frac{14}{4200} * 100 * 12$$

$$A_{smin} = 4 \text{ cm}^2$$

Se colocará 3Ø12mm@30cm en la losa +N 2,5

Momento

$$M_u = \phi A_s * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f_c * b} \right)$$

$$M_u = 0,9 * 3,39 * 4200 * \left(12,5 - \frac{3,39 * 4200}{1,7 * 210 * 100} \right)$$

$$M_u = 1550,66 \text{ kg.m OK}$$

Cortante

$$\phi V_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f_c} * b_w * d$$

$$\phi V_c = 0,75 * 0,53 * \sqrt{210} * 100 * 12,5$$

$$\phi V_c = 7200,40 \text{ kg}$$

$$V_u < \phi V_c \text{ OK}$$

Dimensiones de los paneles necesarios para obtener los coeficientes

Tabla 28. Casos para obtener coeficientes de losa inaccesible

LOSA INACCESIBLE				
Paneles	A (lado corto)	B (lado largo)	m=A/B	Casos
1	2,825	4,95	0,57	4,00
2	2,475	2,825	0,88	8,00
3	3,025	4,95	0,61	9,00
4	2,475	3,025	0,82	2,00
5	2,42	3,15	0,77	4,00
6	3,15	5,005	0,63	8,00
7	2,475	2,825	0,88	8,00
8	2,825	4,95	0,57	4,00
9	2,475	3,025	0,82	2,00
10	3,025	4,95	0,61	9,00
11	3,15	5,005	0,63	8,00
12	2,42	3,15	0,77	4,00

Elaborado por: Amanda Alomoto

Coeficientes obtenidos mediante interpolación debido a que no existe en la tabla en la que nos basamos, estos coeficientes nos ayudasen a obtener los momentos para realizar el diseño de la losa,

Tabla 29. Coeficientes para losa inaccesible

Coeficientes					
Cof. M(-) de losas		Cof. M (+) de losas D		Cof. M (+) de losas L	
CA (-)	CB (-)	CA (+)	CB (+)	CA (+)	CB (+)
0,0908	0,0092	0,0548	0,0058	0,064	0,0078
0,0454	0,496	0,0266	0,0182	0,037	0,024
0,0846	0,0064	0,0356	0,0042	0,058	0,0074
0,063	0,0286	0,0252	0,0114	0,0394	0,0178
0,074	0,026	0,0414	0,0142	0,0504	0,0176
0,0764	0,0216	0,0456	0,0082	0,0614	0,0102
0,0454	0,496	0,0266	0,0182	0,037	0,024
0,0908	0,0092	0,0548	0,0058	0,064	0,0078
0,063	0,0286	0,0252	0,0114	0,0394	0,0178
0,0846	0,0064	0,0356	0,0042	0,058	0,0074
0,0764	0,0216	0,0414	0,0142	0,0614	0,0102
0,074	0,026	0,0414	0,0142	0,0504	0,0176

Elaborado por: Amanda Alomoto

Momentos obtenidos con la carga ultima y coeficientes

Tabla 30. Momentos de losa inaccesible

Momentos				
MA (-) interior(kgm)	MB (-) interior	MA (+) (kg m)	MB (+) (kg m)	MB (-) exterior
435,94	135,61	271,33	90,98	30,33
167,31	238,14	105,16	92,57	30,86
465,72	94,34	218,94	70,69	23,56
232,17	157,44	102,61	69,32	23,11
260,72	155,20	151,76	88,54	29,51
456,06	325,51	289,76	129,19	43,06
167,31	238,14	105,16	92,57	30,86
435,94	135,61	271,33	90,98	30,33
232,17	157,44	102,61	69,32	23,11
465,72	94,34	218,94	70,69	23,56
456,06	325,51	269,36	202,77	67,59
260,72	155,20	151,76	88,54	29,51

Elaborado por: Amanda Alomoto

Del modelo matemático de la estructura se obtendrá los momentos y cortantes con la combinación 1.2D+1.6L de planta baja, es necesario considerar que el acero que se utilizara en la losa inaccesibles es de $3\phi 12mm$.

M11

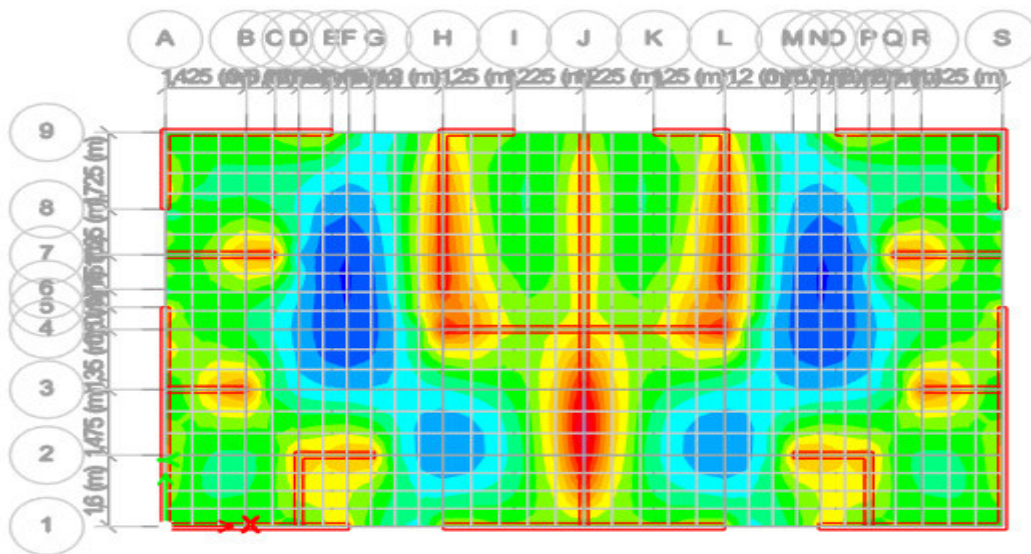


Ilustración 63. Resultado de momento en losa M11

Fuente: Etabs

Momento máximo de M11 de 681,7 Kg-m/m

M22

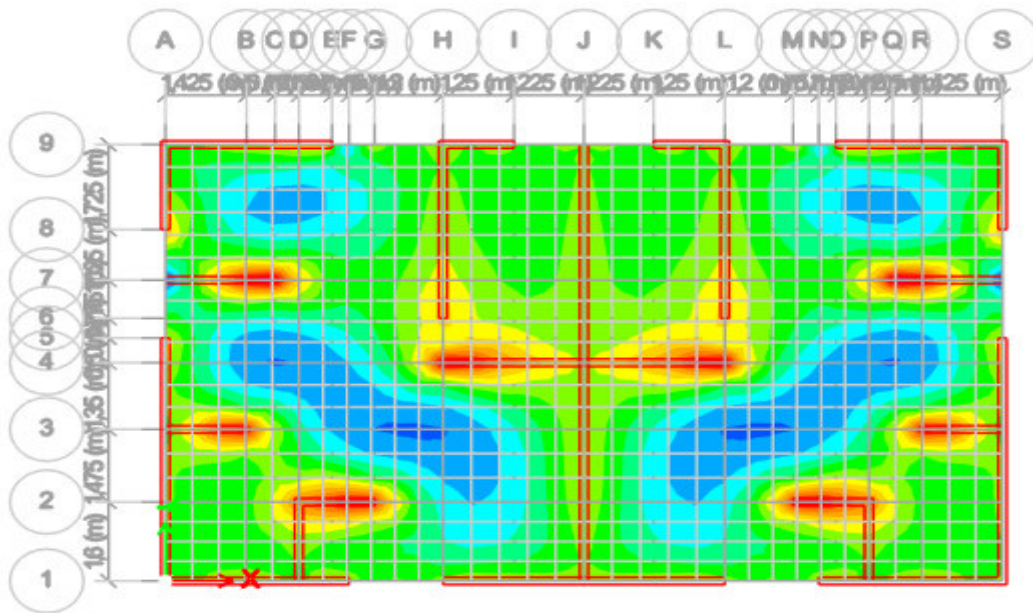


Ilustración 64. Resultado de momentos en losa M22

Fuente: Etabs

Momento máximo de M22 es 571,5 Kg-m/m

V13

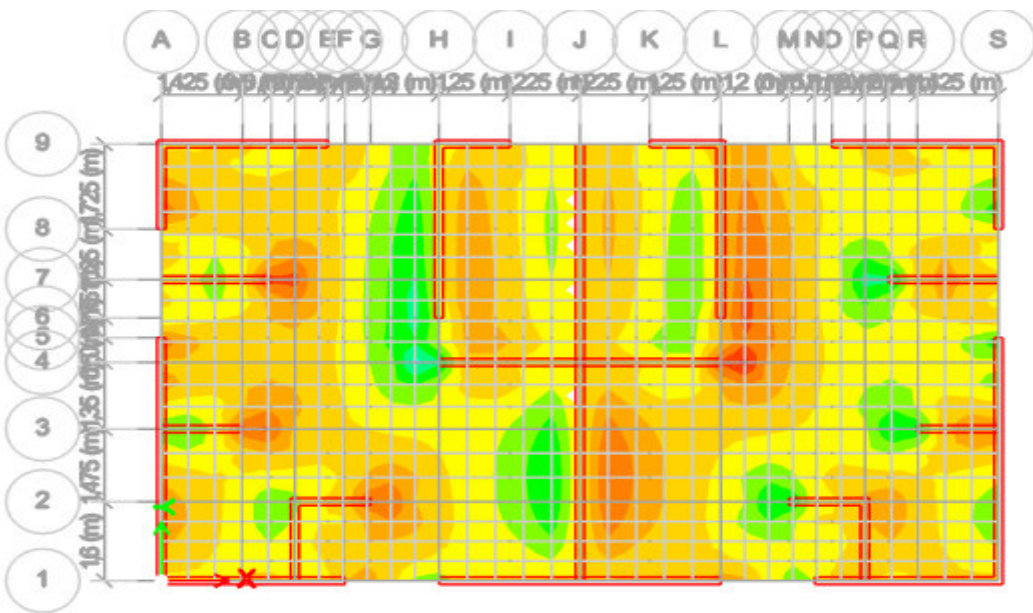


Ilustración 65. Resultado de cortante V13

Fuente: Etabs

Momento máximo de M11 de 596,96 Kg-m/m

M22

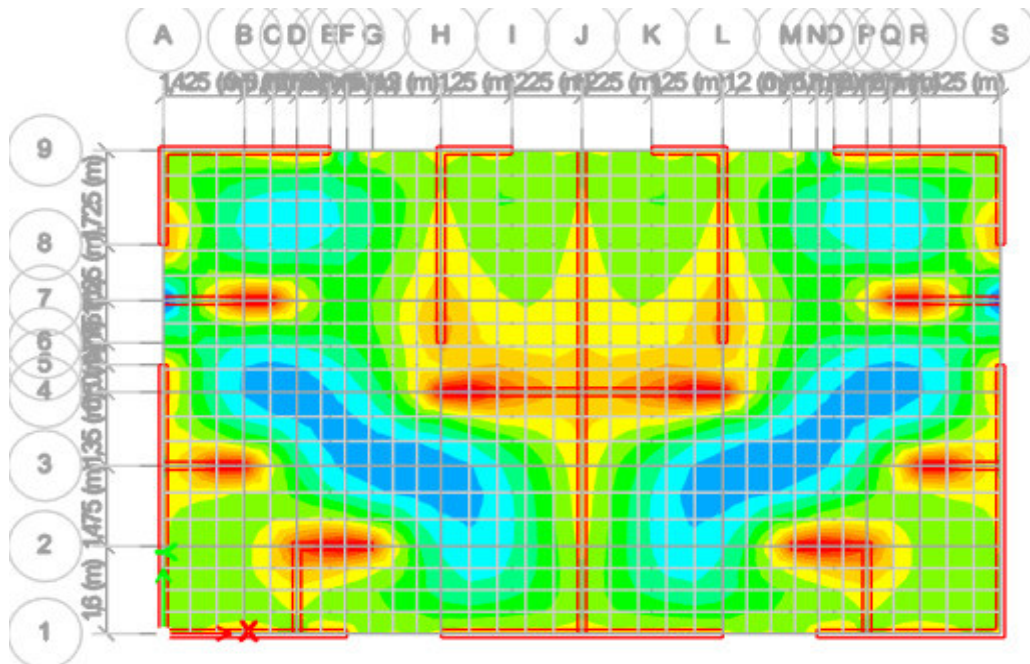


Ilustración 68. Resultados de momento en losa inaccesible M22

Fuente: Etabs

Momento máximo de M22 de 566,26 Kg-s/m

V13

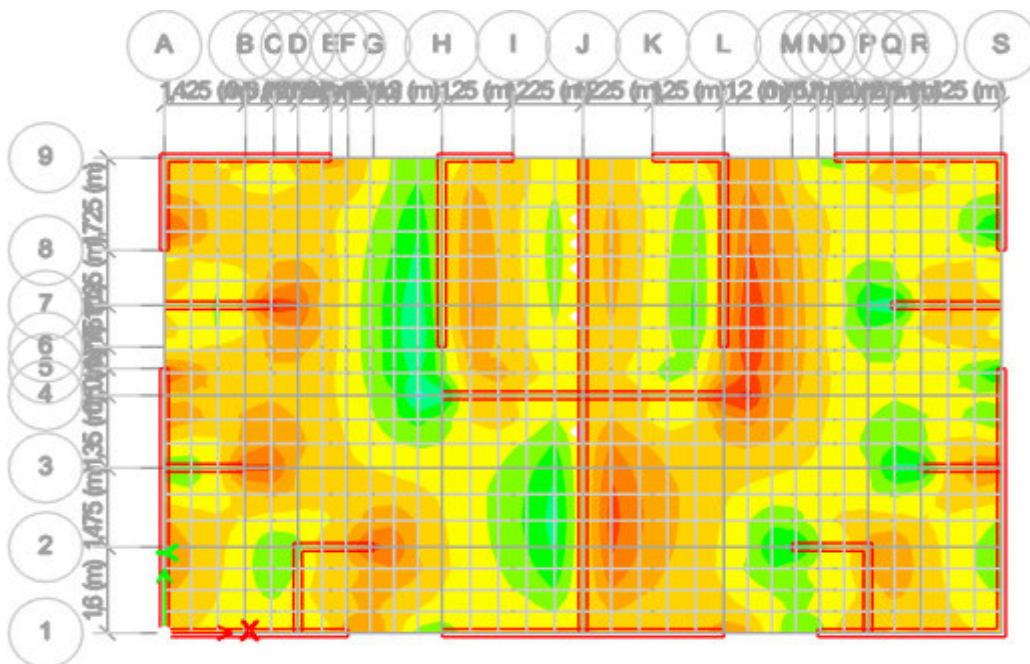


Ilustración 69. Resultado de cortante V13

Fuente: Etabs

Cortante máximo de V13 es 1864,41 Ton

V23

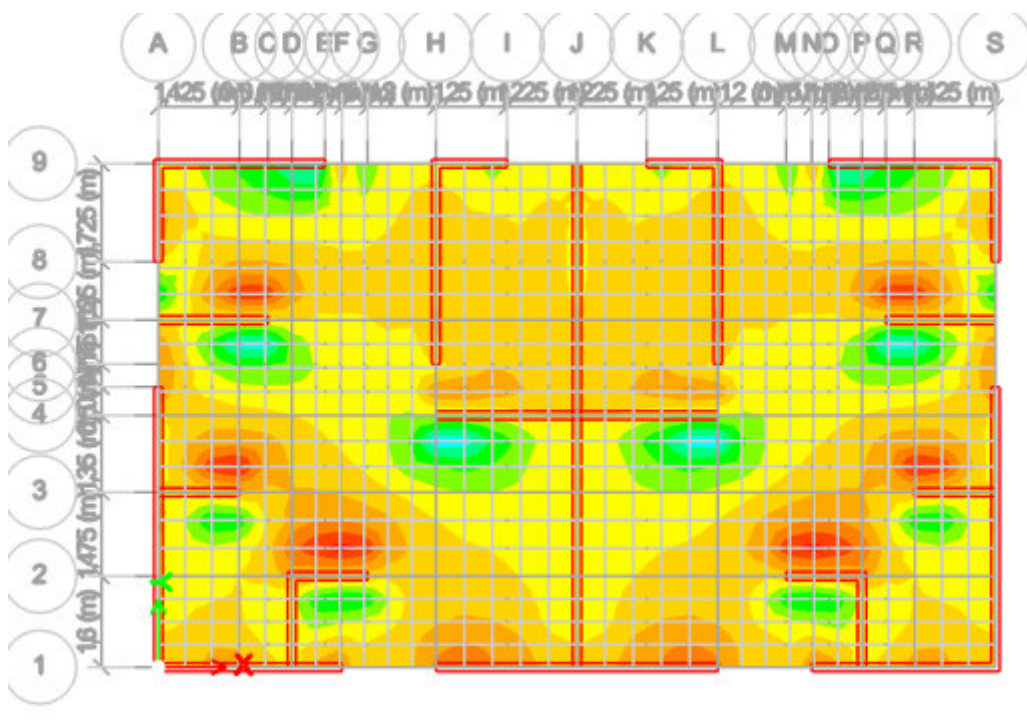


Ilustración 70. Resulta de cortante V23

Fuente: Etabs

Cortante máximo de V23 es 1686,83 kg

2.7.2 Muro

2.7.2.1 Diseño a corte

Tabla 31. Propiedades de materiales para diseño a corte pared 1

Materiales		
f'm	30	Kg/cm ²
fy	4200	Kg/cm ²
Alto H	250	cm
Base b	15	cm
Armadura vertical		
Av ϕ 12 mm	1,13	cm ²

Separación	40	cm
ϕ	0,6	

Elaborado por: Amanda Alomoto

- **Área neta del alma de la sección**

$$A_{mv} = bl_w$$

$$A_{mv} = 15cm * 322.5 cm$$

$$A_{mv} = 4837.5cm^2$$

- **Cuantía de refuerzo que contribuye a resistir la fuerza cortante**

$$\rho_n = \frac{A_v}{s * b}$$

$$\rho_n = \frac{1,13 cm^2}{40cm * 15cm}$$

$$\rho_n = 0.0019$$

- **Valor del cortante resistido por la mampostería V_m**

$$V_m = 0.10A_{mv}\sqrt{f_m}$$

$$V_m = 0.10 * 4837.5 cm^2 \sqrt{30kg/cm^2}$$

$$V_m = 2914,57 kg$$

- **Cortante nominal resistido por el refuerzo horizontal de cortante**

$$V_s = \rho_n * f_y * A_{mv}$$

$$V_s = 0.0019 * 4200kg/cm^2 * 4837,5 cm^2$$

$$V_s = 38264,63 Kg$$

- **Valor máximo para el cortante nominal**

$$V_n = V_m + V_s$$

$$V_n = 2914,57 Kg + 38264,63 Kg$$

$$V_n = 41179,19 Kg$$

- **Resistencia a cortante en la dirección paralela al plano del muro**

$$V_u = \phi V_n$$

$$V_u = 0,6 * 41179,19 \text{ Kg}$$

$$V_u = 24,71 \text{ Ton}$$

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$5,69 \text{ Ton} \leq 24,71 \text{ Ton}$$

Tabla 32. Resumen de diseño a corte

DISEÑO A CORTE DE PAREDES											
Pared	Lx (cm)	Ly (cm)	Amv (cm2)	Pn	Vm (kg)	Vs (kg)	Vn (kg)	Vu= fiVn (T)	Vu etabs	revisión	%
1	322,5		4837,5	0,0019	2914,57	38264,63	41179,19	24,71	5,69	OK	434,48
2	495		7425	0,0019	4473,52	58731,75	63205,27	37,92	8,87	OK	427,52
3	322,5		4837,5	0,0019	2914,57	38264,63	41179,19	24,71	5,69	OK	434,48
4	132,5		1987,5	0,0019	1197,46	15721,13	16918,58	10,15	3,16	OK	320,91
5	132,5		1987,5	0,0019	1197,46	15721,13	16918,58	10,15	3,16	OK	320,91
6	142,5		2137,5	0,0019	1287,83	16907,63	18195,46	10,92	3,31	OK	330,17
7	142,5		2137,5	0,0019	1287,83	16907,63	18195,46	10,92	3,31	OK	330,17
8	495		7425	0,0019	4473,52	58731,75	63205,27	37,92	9,15	OK	414,44
9	192,5		2887,5	0,0019	1739,70	22840,13	24579,83	14,75	3,54	OK	416,42
10	192,5		2887,5	0,0019	1739,70	22840,13	24579,83	14,75	3,54	OK	416,42
11	292,5		4387,5	0,0019	2643,45	34705,13	37348,57	22,41	5,13	OK	436,66
12	125		1875	0,0019	1129,68	14831,25	15960,93	9,58	1,18	OK	811,09
13	125		1875	0,0019	1129,68	14831,25	15960,93	9,58	1,18	OK	811,09
14	292,5		4387,5	0,0019	2643,45	34705,13	37348,57	22,41	5,13	OK	436,66
15		492,5	7387,5	0,0019	4450,93	58435,13	62886,06	37,73	8,47	OK	445,68
16		172,5	2587,5	0,0019	1558,96	20467,13	22026,08	13,22	1,94	OK	681,15
17		160	2400	0,0019	1445,99	18984,00	20429,99	12,26	1,94	OK	631,79
18		352,5	5287,5	0,0019	3185,69	41824,13	45009,82	27,01	6,29	OK	429,13
19		885	13275	0,0019	7998,12	105005,25	113003,37	67,80	20,39	OK	332,55
20		352,5	5287,5	0,0019	3185,69	41824,13	45009,82	27,01	6,29	OK	429,13
21		160	2400	0,0019	1445,99	18984,00	20429,99	12,26	3,43	OK	357,83
22		492,5	7387,5	0,0019	4450,93	58435,13	62886,06	37,73	8,47	OK	445,68
23		172,5	2587,5	0,0019	1558,96	20467,13	22026,08	13,22	1,94	OK	681,15

Elaborado por: Amanda Alomoto

En los gráficos siguientes se presentará el momento, corte y axial de los muros de mampostería

MURO 6

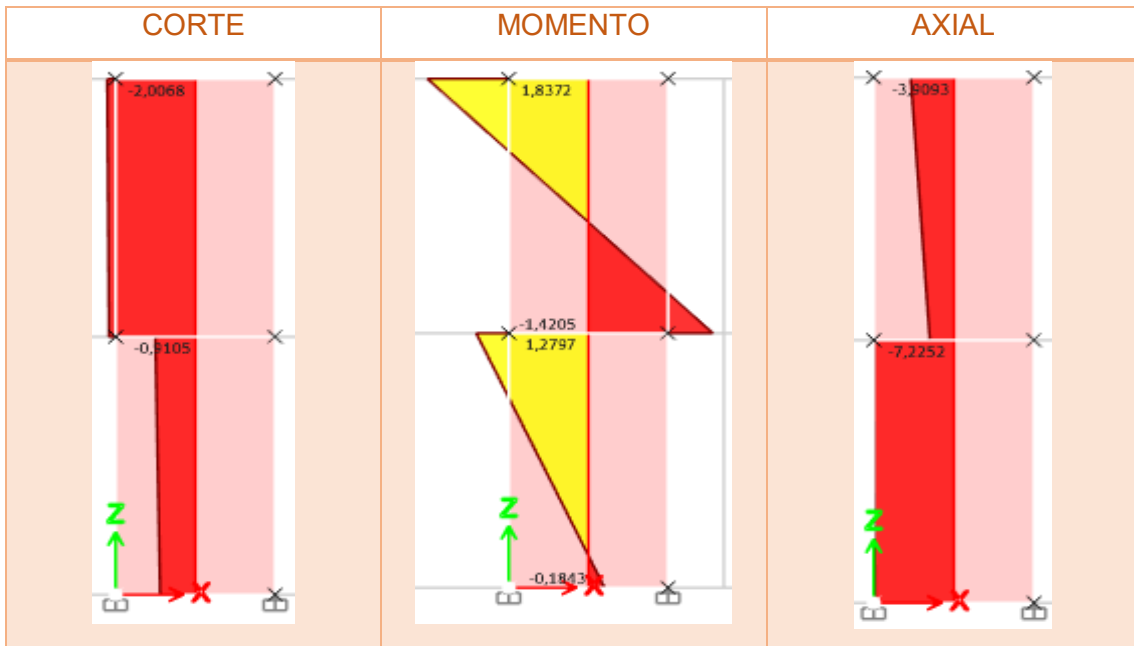


Ilustración 71. Diagrama de momento, corte y axial muro 6

MURO 8

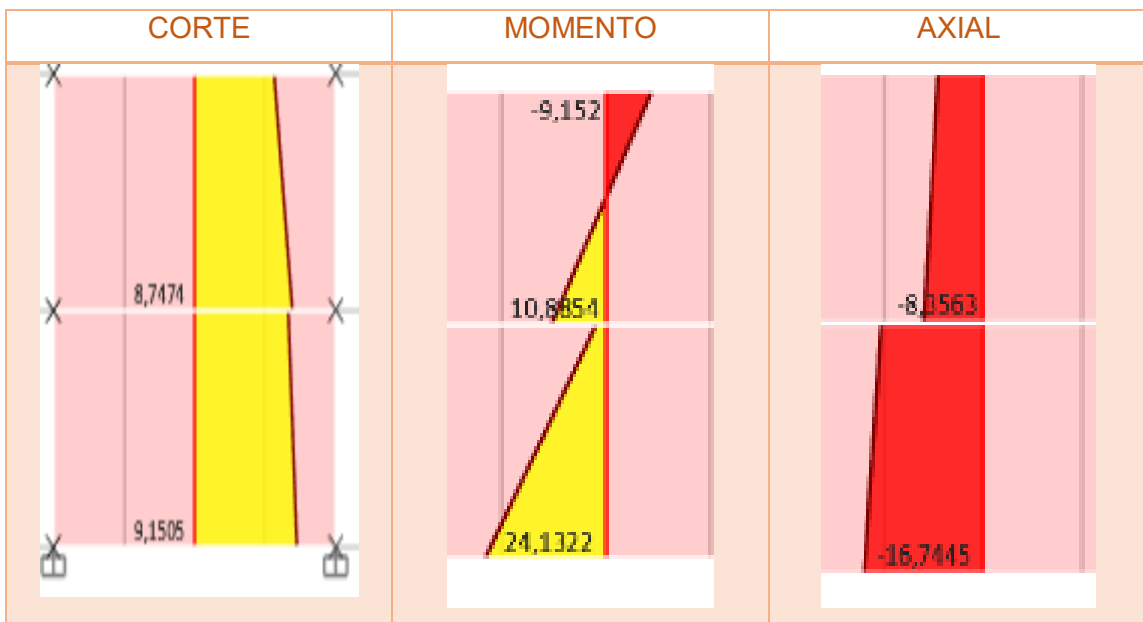


Ilustración 72. Diagrama de momento, axial y corte del muro 8

Fuente: Etabs

MURO 9

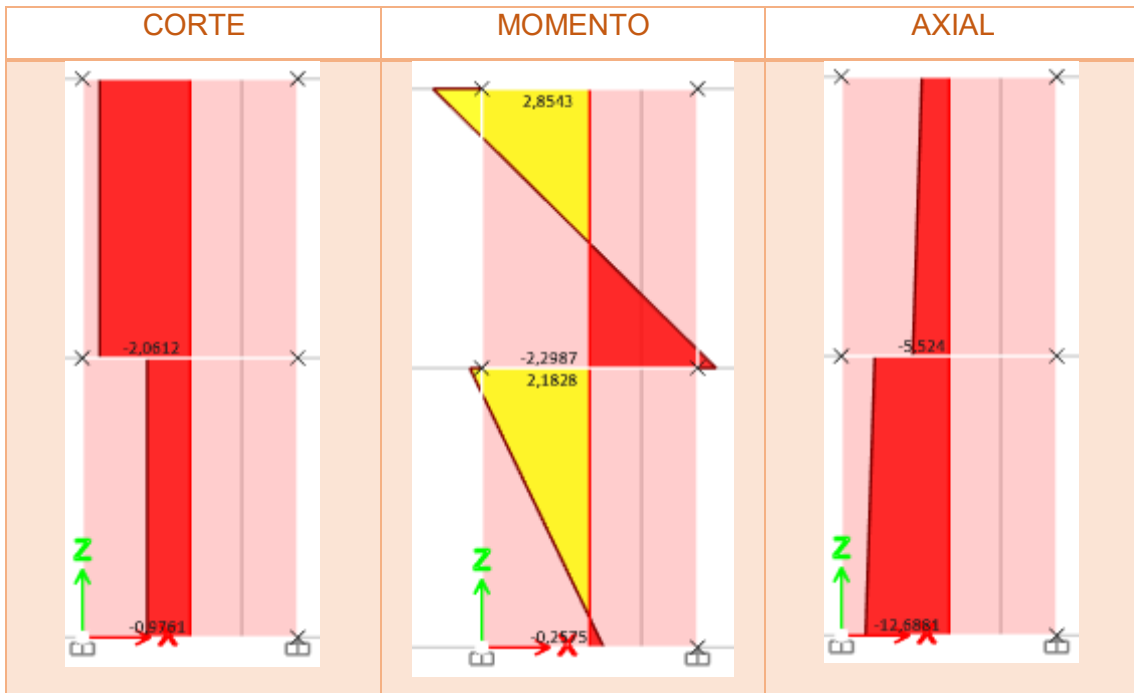


Ilustración 73. Diagrama de momento, cortante y axial del muro 9

Fuente: Etabs

MURO 11

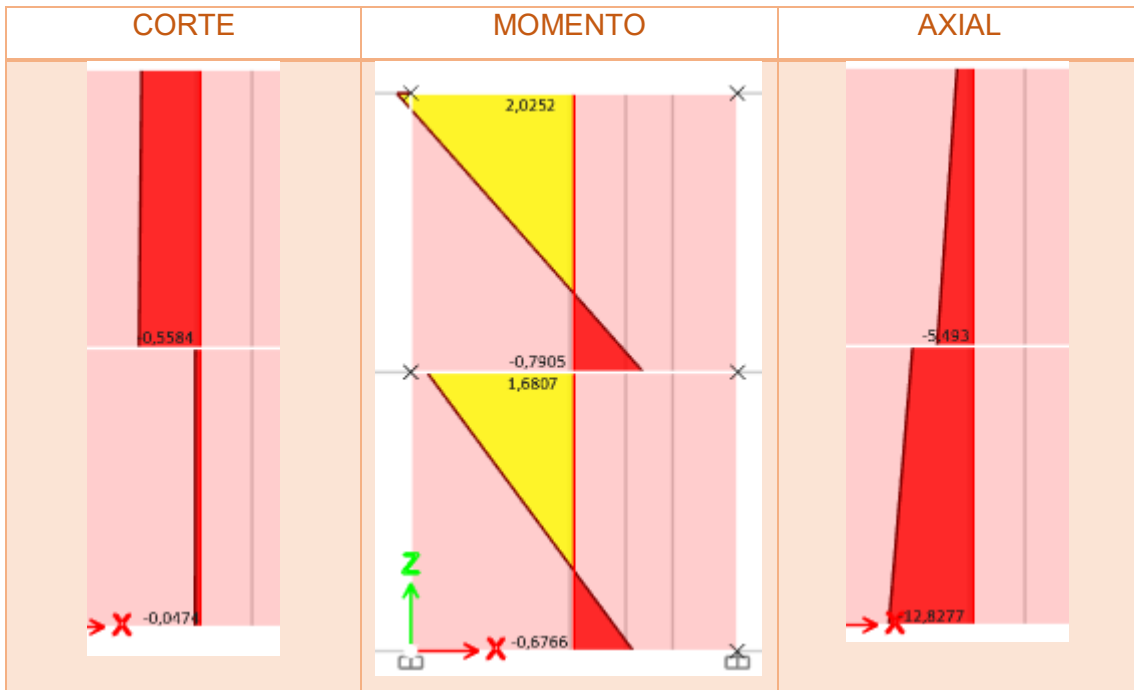


Ilustración 74. Diagrama de momento, axial y cortante del muro 11

Fuente: Etabs

MURO 15

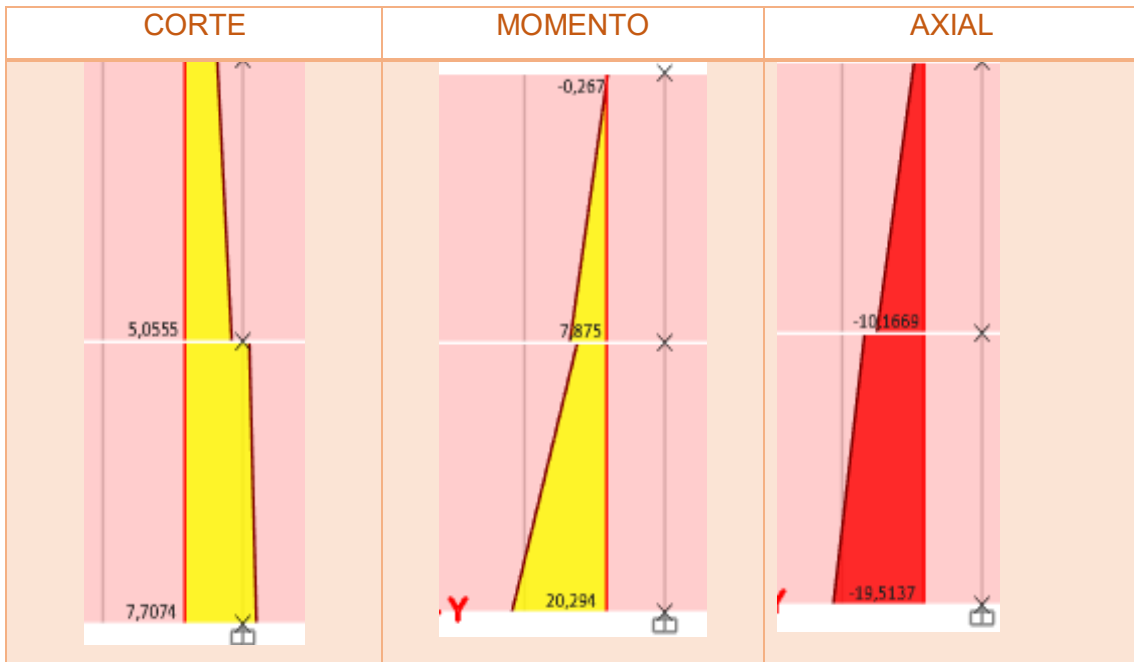


Ilustración 75. Diagrama de momento, axial y cortante del muro 15

Fuente: Etabs

MURO 16

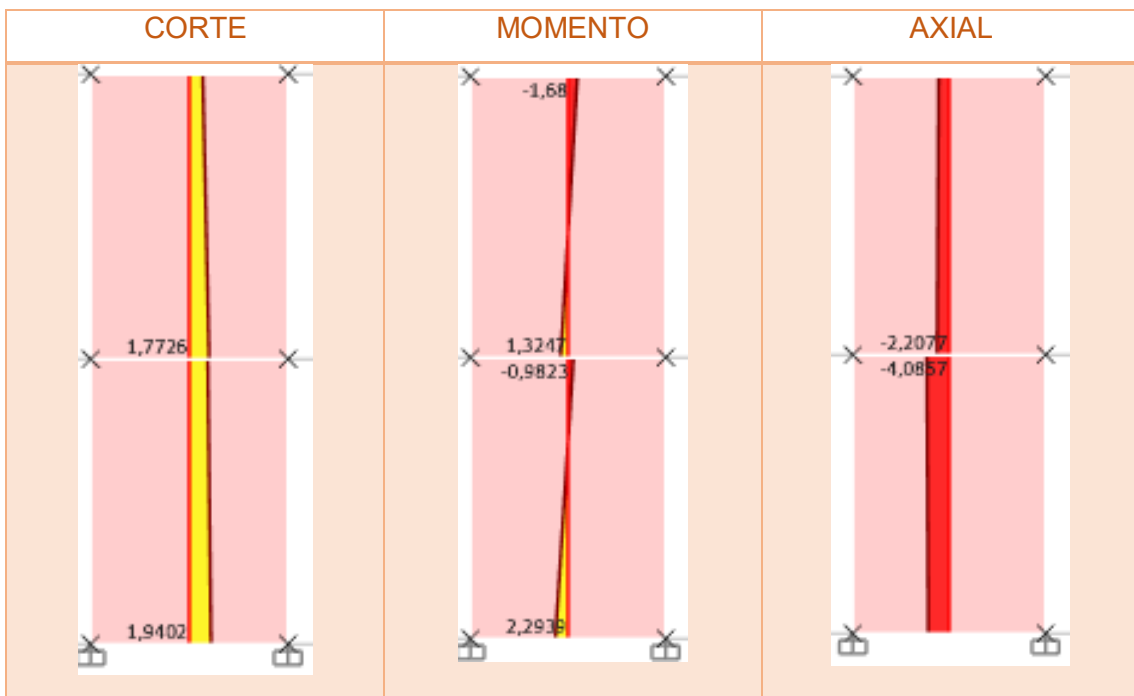


Ilustración 76. Diagrama de momento, axial y cortante de muro 16

Fuente: Etabs

MURO 18

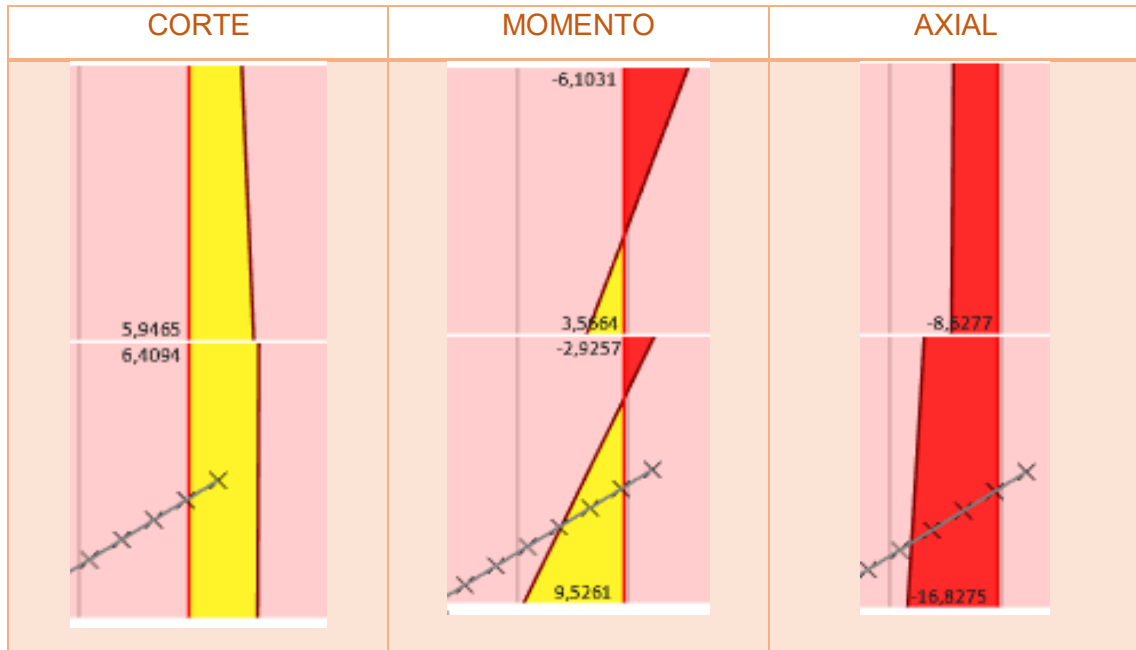


Ilustración 77. Diagrama de momento, axial y cortante del muro 18

Fuente: Etabs

MURO 19

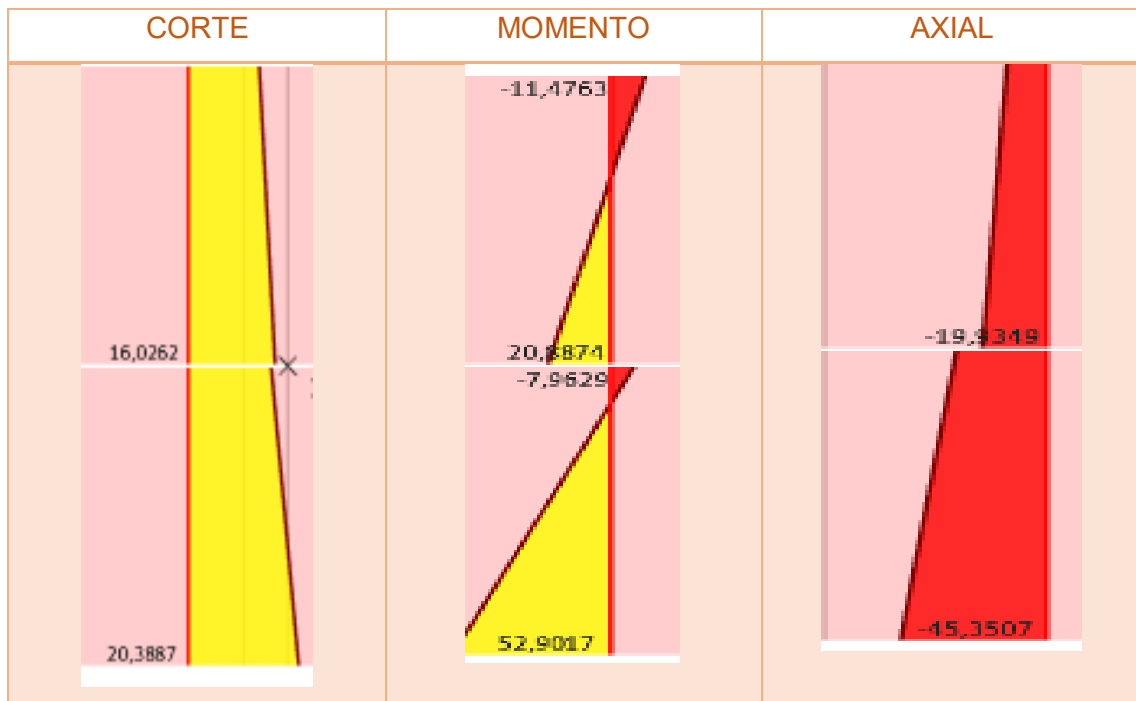


Ilustración 78. Diagrama de momento, axial y cortante del muro 19

Fuente: Etabs

2.7.2.2 Diseño a flexo compresión

Se realizará un ejemplo de cálculo para la flexo compresión el cual es muy importante para poder realizar el diagrama de interacción de carga vs momento. En el cual se reflejara puntos los cuales no excederá del M_u, P_u como se observa

Pared 6

Tabla 33. Datos para diseño flexo compresión

Datos generales		
$f'm$	30	kg/cm ²
f_y	4200	kg/cm ²
# pared	1	
b	15	cm
L	150	cm
d'	10	cm
d	140	cm
H	250	cm
# de varillas	4,00	
diámetro	12,00	mm
α	3,00	

Elaborado por: Amanda Alomoto

$$M_u \leq \phi M_n$$

$$A_s = 4,52 \text{ cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_m = 30 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 15 \text{ cm}$$

$$d = 238 \text{ cm}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0,8 * f_m * b}$$

$$a = \frac{4,52 * 4200}{0,8 * 30 * 15} = 52,73 \text{ cm}$$

$$M_n = A_s * f_y * (d - \frac{a}{2})$$

$$M_n = 4.52 * 4200 * \left(238 - \frac{52,73}{2}\right) = 4017678,84 \text{ kg} - \text{cm} = 40,18 \text{ T} - \text{m}$$

$$\phi M_n = 0,9 * 40,18 \text{ T} - \text{m}$$

$$\phi M_n = 36,16 \text{ T} - \text{m}$$

$$2,94 \text{ T} - \text{m} \leq 36,16 \text{ T} - \text{m} \text{ OK}$$

Tabla 34. Momentos últimos obtenidos de etabs

DISEÑO A FLEJO COMPRESION DE PAREDES							
Pared	# Varillas	As (cm2)	a (cm)	Mn (Tm)	fi Mn(Tm)	Mu etabs (T- m)	revisión
1	9	10,18	118,77	76,37	68,73	5,25	OK
2	14	15,83	184,68	96,84	87,16	15,58	OK
3	9	10,18	118,77	76,37	68,73	5,27	OK
4	4	4,52	52,73	40,18	36,16	2,10	OK
5	4	4,52	52,73	40,18	36,16	2,11	OK
6	4	4,52	52,73	40,18	36,16	2,94	OK
7	4	4,52	52,73	40,18	36,16	2,92	OK
8	14	15,83	184,68	96,84	87,16	17,82	OK
9	6	6,79	79,22	56,58	50,92	5,36	OK
10	6	6,79	79,22	56,58	50,92	5,40	OK
11	8	9,05	105,58	70,40	63,36	6,47	OK
12	3	3,39	39,55	31,07	27,96	0,88	OK
13	3	3,39	39,55	31,07	27,96	0,83	OK
14	8	9,05	105,58	70,40	63,36	6,76	OK
15	15	16,96	197,87	99,06	89,15	9,26	OK
16	6	6,79	79,22	56,58	50,92	1,38	OK
17	7	7,92	92,40	63,80	57,42	1,05	OK
18	10	11,31	131,95	81,72	73,54	5,90	OK
19	25	28,27	329,82	86,78	78,11	32,03	OK
20	10	11,31	131,95	81,72	73,54	6,18	OK
21	7	7,92	92,40	63,80	57,42	1,06	OK
22	6	6,79	79,22	56,58	50,92	10,71	OK
23	15	16,96	197,87	99,06	89,15	1,42	OK

- Diseño en dirección paralela a su plano

Factor de esbeltez

$$R_e = 1 - \left(\frac{H}{40 t}\right)^3$$

$$R_e = 1 - \left(\frac{250 \text{ cm}}{40 (15 \text{ cm})}\right)^3$$

$$R_e = 0,93$$

Área del acero

$$As \text{ total} = \pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

$$As \text{ total} = \pi * \left(\frac{12}{2}\right)^2$$

$$As \text{ total} = 4,52 \text{ cm}^2$$

Cuantía

$$\rho = \frac{As \text{ total}}{b * d}$$

$$\rho = \frac{4,52 \text{ cm}^2}{15 \text{ cm} * 140 \text{ cm}}$$

$$\rho = 0,0022$$

Tensión en el acero

$$Ts = As * fy$$

$$Ts = 4,52 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$Ts = 19000,35 \text{ kg}$$

Resistencia nominal máximo para carga axial

$$Pn \text{ max} = 0,80 * Po * Re$$

$$Pn \text{ max} = 0,80 * \frac{30 \text{ kg}}{\text{cm}^2} * 15 \text{ cm} * 150 \text{ cm} * 0,93$$

$$Pn \text{ max} = 50093,75 \text{ kg}$$

Resistencia nominal

$$0,1 * Pn = 0,1 * 50093,75 \text{ kg}$$

$$0,1 * Pn = 5009,38 \text{ Kg}$$

$$Pn \text{ max} = 50,09 \text{ Ton}$$

Momento de agrietamiento

Módulo de ruptura de la mampostería

$$f_r = 0,21\sqrt{f_m} \leq 0,8MPa$$

$$f_r = 0,21\sqrt{3}$$

$$f_r = 0,36 MPa \leq 0,8MPa \text{ OK}$$

$$f_r = 3,7$$

Momento de agrietamiento

$$M_{cr} = \frac{b * lw^2}{6} * f_r$$

$$M_{cr} = \frac{15 * 150^2}{6} * 3,7$$

$$M_{cr} = 208125,00 \text{ Kg} - \text{cm}$$

$$\alpha M_{cr} = 3 * 208125$$

$$\alpha M_{cr} = 624375 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$\alpha M_{cr} = 6,24 \text{ Ton} - \text{m}$$

Las siguientes ilustraciones presentan los valores obtenidos de las combinaciones del programa Etabs, y se observa que ningún valor excede más de lo permitido

Tabla 35. Valores de la carga axial y momento obtenidos de Etabs

Combinaciones	PU	Mu
1,4D	5,872	0,186
1,2D+1,6L	6,206	0,273
1,2D+SX+L	6,255	0,249
1,2D+SY+L	6,391	0,162
1,2D-SX+L	4,978	0,24
1,2D-SY+L	5,179	0,176
0,9D+SX	4,264	0,14
0,9D+SY	4,4	0,051
0,9D-SX	3,188	0,066
0,9D-SY	2,987	0,129

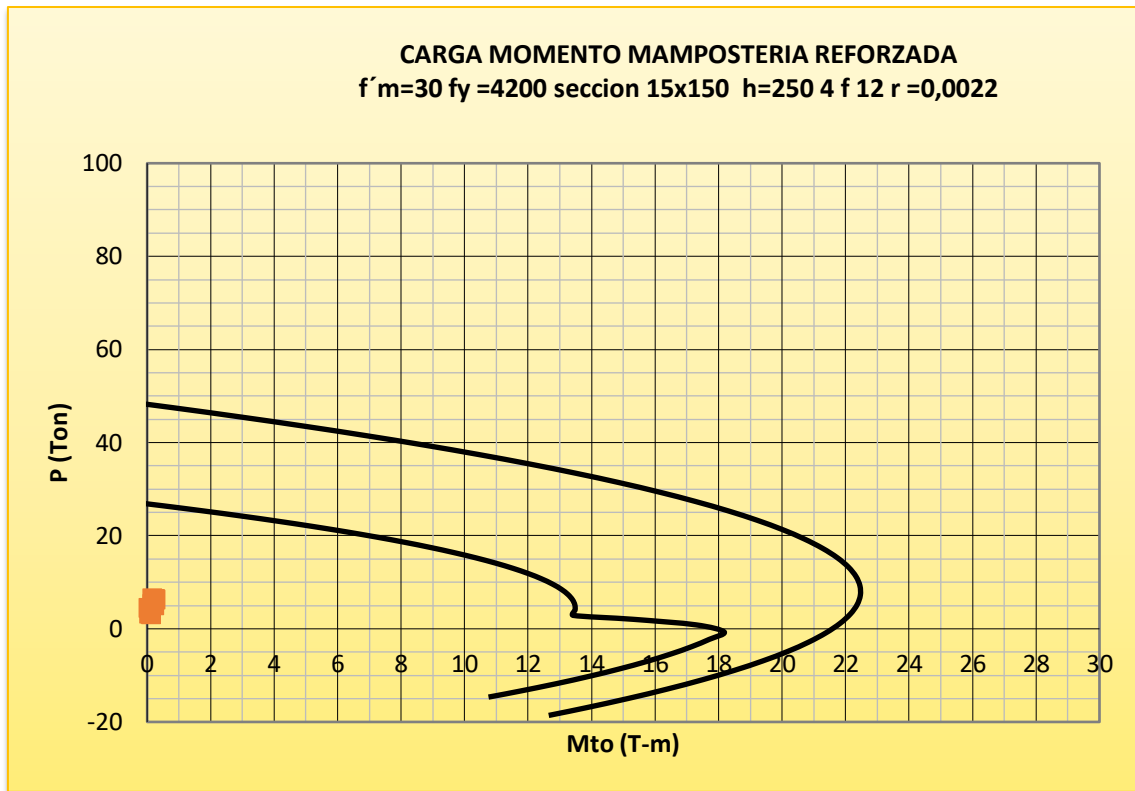


Ilustración 79. Diagrama de iteración muro 6

Pared 8

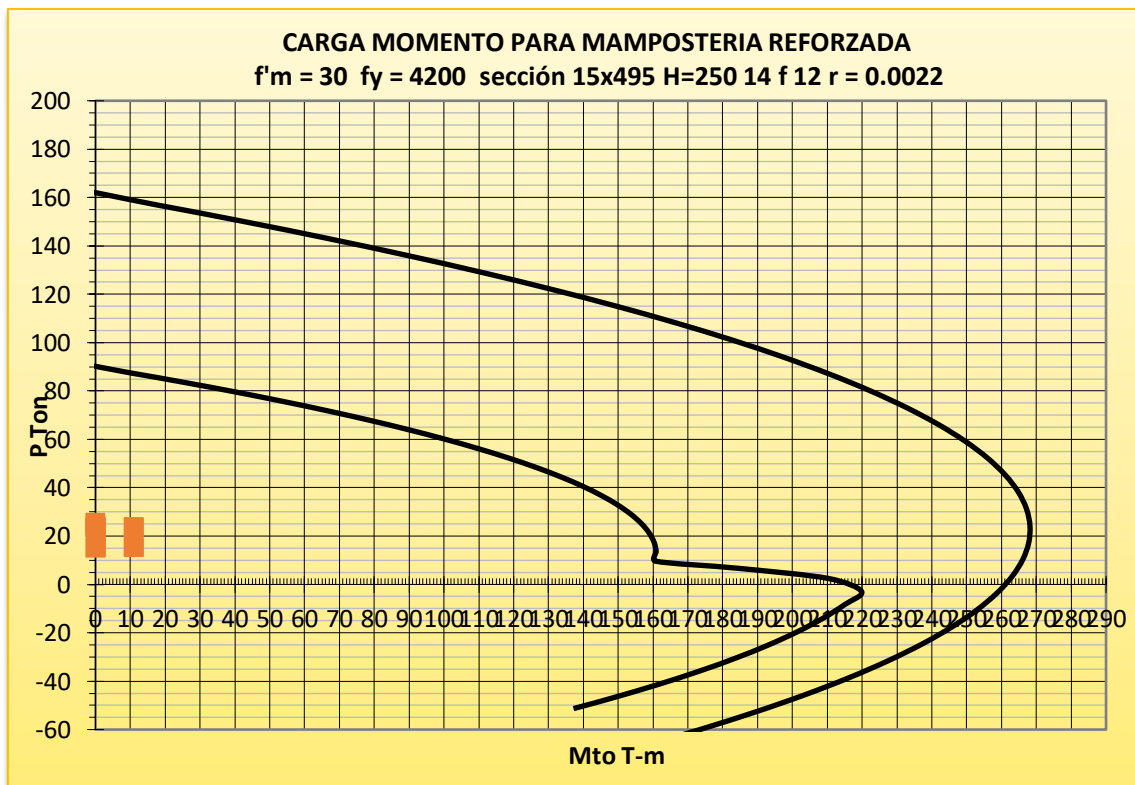


Ilustración 80. Diagrama de iteración del Muro 8

Pared 9

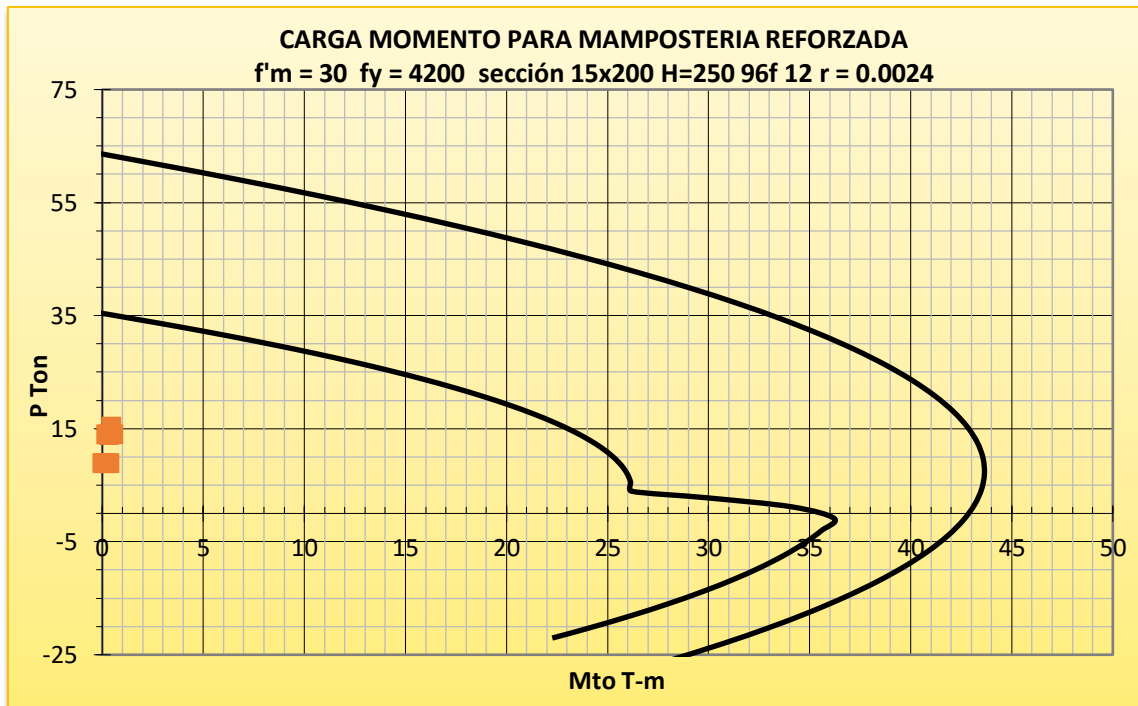


Ilustración 81. Diagrama de iteración del muro 9

Pared 11

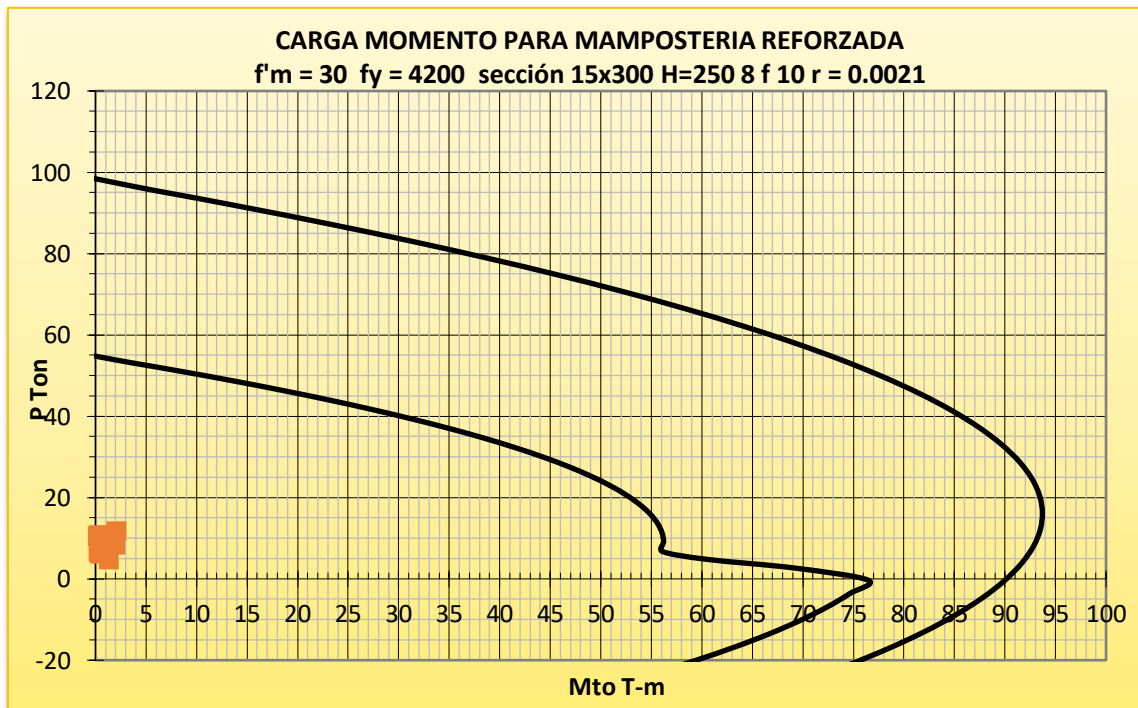


Ilustración 82. Diagrama de iteración del muro 11

Pared 15

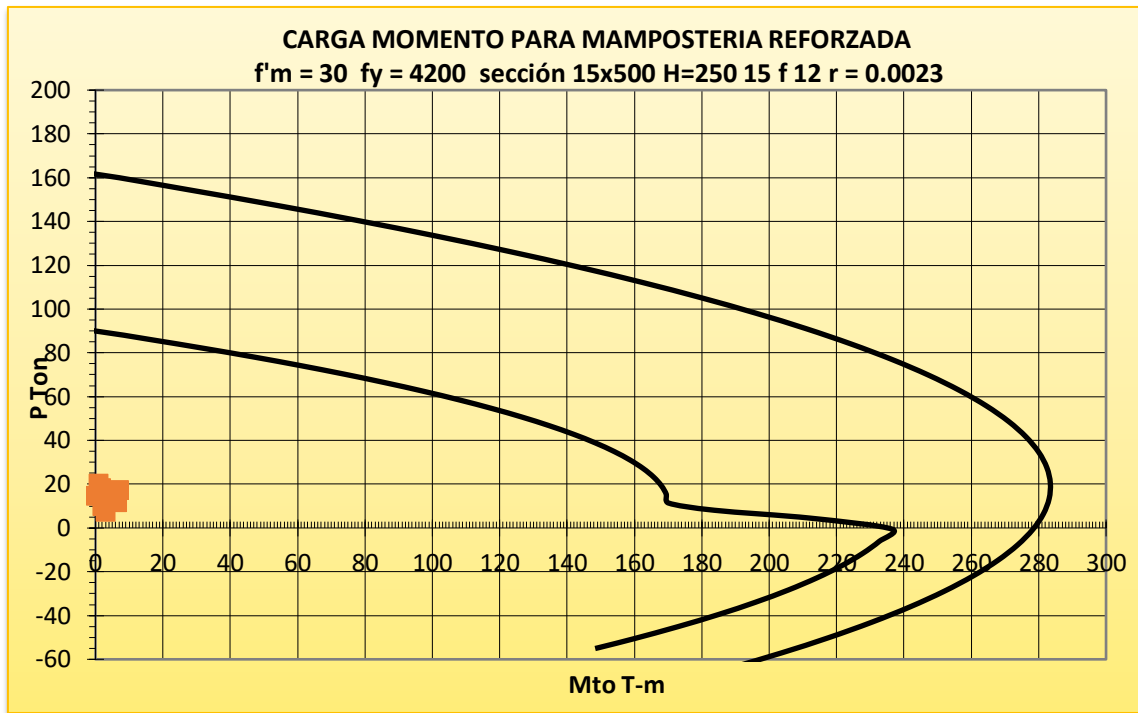


Ilustración 83. Diagrama de iteración del muro 15

Pared 16

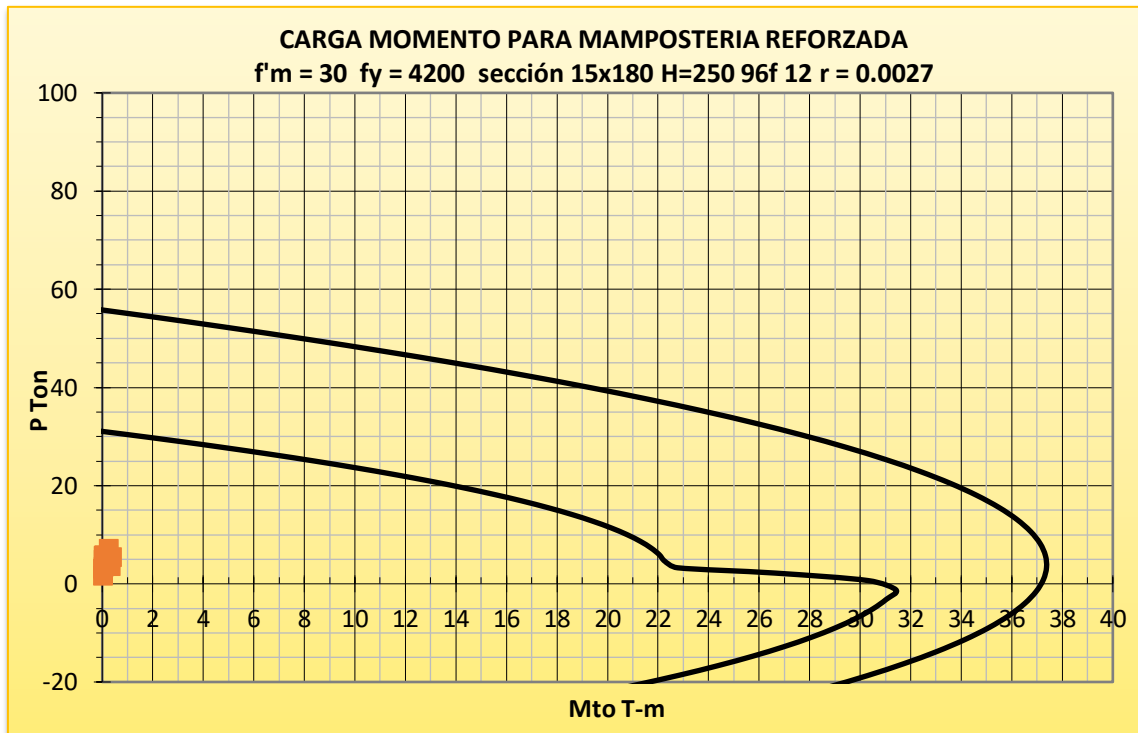


Ilustración 84. Diagrama de iteración del muro 16

Pared 18

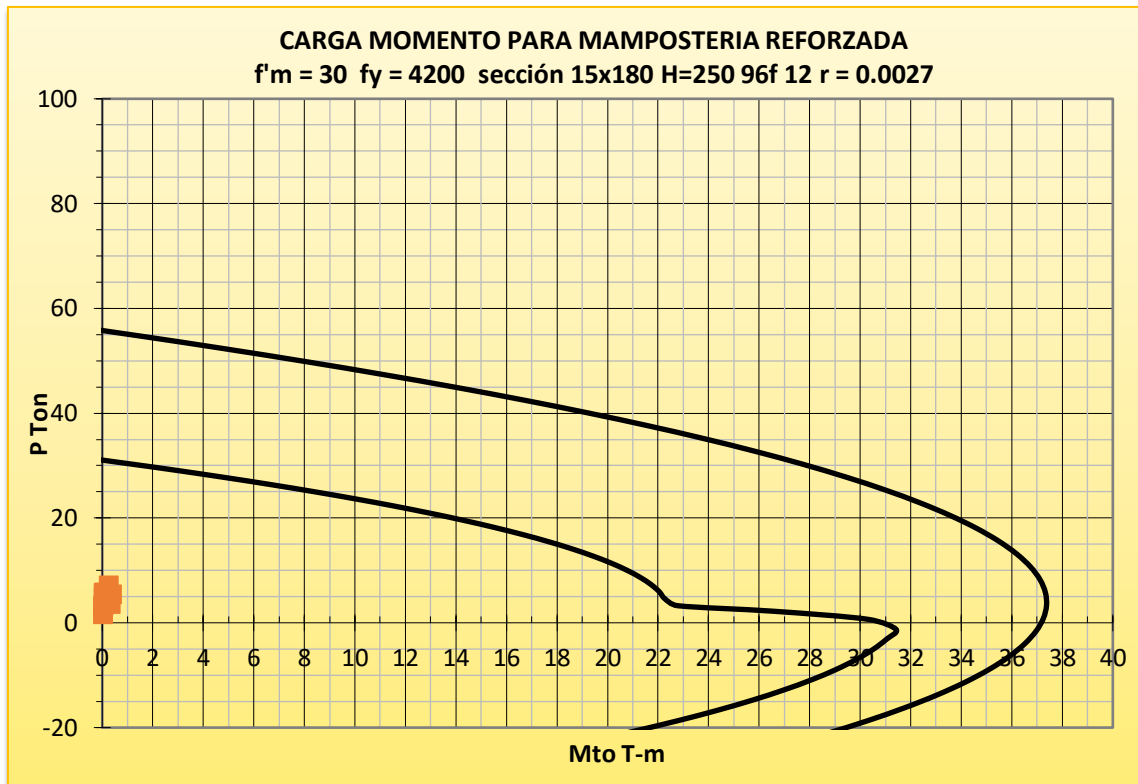


Ilustración 85. Diagrama de iteración del muro 18

Pared 19

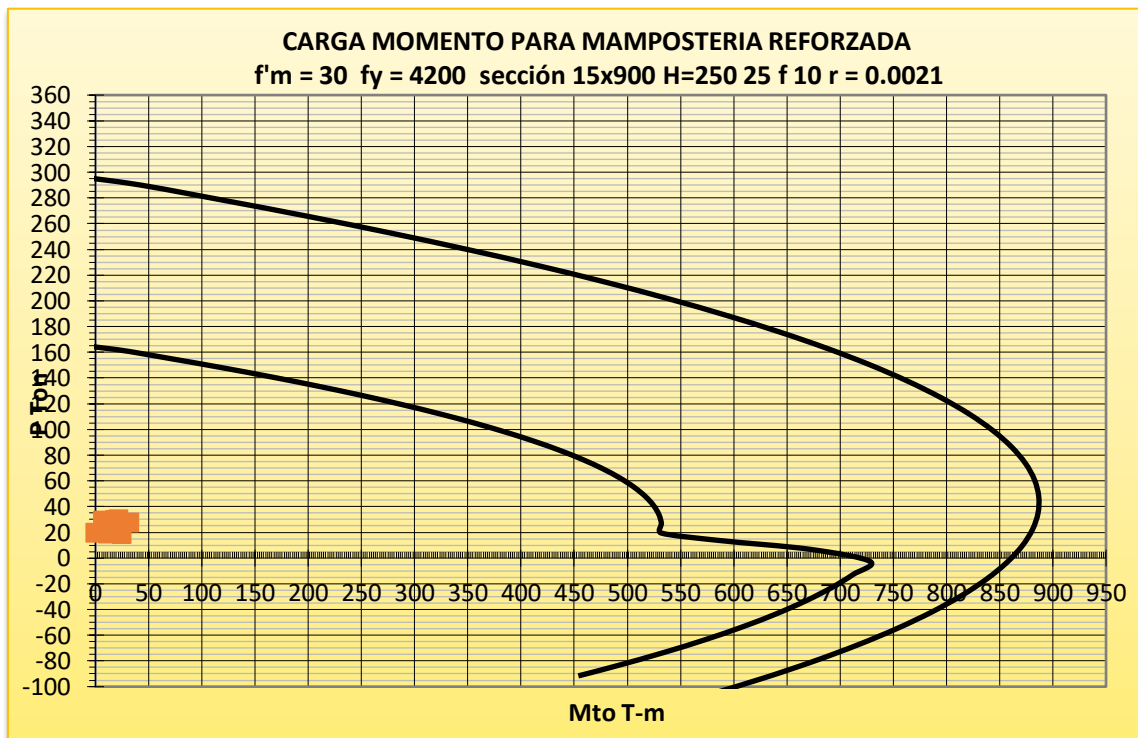


Ilustración 86. Diagrama de iteración del muro 19

2.7.2.3 Gradadas

Según la NEC nos dice que las gradadas tienen una carga viva de 2 KN/m²

Tabla 36. Carga muerta de descanso

Carga muerta de descanso		
Detalle	Calculo	cantidad (kg/m)
Peso de losa	1,5m*1,00m*0,12*2400kg/m ³	432
Enlucido	1,5m*1,00m*0,02m*2400kg/m ³	72
Masillado	1,5m*1,00m*0,02m*2400kg/m ³	72
Acabados	1,5m*1,00m*0,02m*2400kg/m ³	72
Carga muerta total (D)		648
Carga viva (L)	200kg/m ² *1,5m	300
D+L		948

Elaborado por: Amanda Alomoto

Después de obtener el valor de la carga viva y muerta es necesario obtener la carga última:

Carga última de la losa de descanso

$$W_u = 948 \frac{kg}{m} * 1,5 = \frac{1422kg}{m} = 1,42T/m$$

Para obtener los aceros que se colocara en la losa es necesario considerar que la grada se apoyara dentro del muro de mampostería

$$M = \frac{W * l^2}{10}$$

$$M_u = \frac{1,42 \frac{T}{m} * 2,33^2}{10} = 0,77 T.m$$

$$A_s = \frac{30 * M_u}{d} = \frac{30 * 0,77}{6} = 3,85cm^2/m$$

$$A_s = \frac{3,85cm^2}{m} * 1,50m = 5,78 cm^2$$

$$A_{smin} = \frac{14}{f_y} * b * d = \frac{14}{4200} * 150 * 6 = 3cm^2$$

Se colocará 8Ø10mm

Tabla 37. Carga muerta de peldaños

Carga muerta de peldaños		
Detalle	Calculo	cantidad (kg/m)
Masillado	$1,1m * 1,00m * 0,12 * 2400kg/m^3$	316,8
Enlucido	$1,1m * 1,00m * 0,02m * 2400kg/m^3$	52,8
Masillado	$1,1m * 1,00m * 0,02m * 2400kg/m^3$	52,8
Acabados	$1,1m * 1,00m * 0,02m * 2400kg/m^3$	52,8
Pasamanos		50
Peldaños	$1,1m * \frac{0,3m * 0,15m}{2} * \frac{1,00m}{0,3m} * \frac{2400kg}{m^2}$	198
Carga muerta total (D)		723,2
Carga viva (L)	$200kg/m^2 * 1,1m$	220
D+L		943,2

Elaborado por: Amanda Alomoto

Carga ultima de peldaños

$$W_u = 943,2 \frac{kg}{m} * 1,5 = \frac{1414,8kg}{m} = 1,41T/m$$

$$M = \frac{W * l^2}{8}$$

$$M_u = \frac{1,41 \frac{T}{m} * 1,10^2}{8} = 0,21 Tm$$

$$A_s = \frac{30 * M_u}{d} = \frac{30 * 0,21}{6} = 1,05cm^2/m$$

$$A_s = \frac{1,05cm^2}{m} * 1,5 = 1,58 cm^2$$

$$A_{smin} = \frac{14}{f_y} * b * d = \frac{14}{4200} * 110 * 6 = 2,2cm^2$$

Se colocará 5Ø10mm

2.8 Presupuesto

Para obtener el presupuesto de la estructura solo se le considera obra gris, es decir no se considerará instalaciones eléctricas, instalaciones hidrosanitarias etc. Por ser un sistema de construcción de mampostería reforzada es necesario considerar la cantidad de bloques que se necesita para la construcción.

Tabla 38. Presupuesto de estructura

Presupuesto					
Cod	Descripción	unidad	cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Limpieza manual del terreno	m2	133,65	\$ 1,34	\$ 179,09
2	Replanteo y nivelación con equipo	m2	133,65	\$ 1,46	\$ 195,13
3	Mampostería de bloque estructural 15cm	u	324	\$ 0,62	\$ 200,88
4	Mampostería de bloque estructural tipo L 15 cm	u	350	\$ 0,80	\$ 280,00
5	Acero de refuerzo en mampostería fy=4200kg/cm2	Kg	962,51	\$ 1,28	\$ 1.232,01
6	Hormigón grout	m3	3,15	\$ 69,00	\$ 217,35
7	Escalerillas 5.5mm	kg	73,03	\$ 35,00	\$ 2.556,05
8	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 para losa	Kg	319,8	\$ 1,35	\$ 431,73
9	Encofrado y desencofrado de losa	m2	267,3	\$ 5,11	\$ 1.365,90
10	Hormigón para losa maciza fc=210 kg/cm2	m3	40,01	\$ 126,03	\$ 5.042,46
11	Malla electrosoldada 7@15cm	m2	133,65	\$ 6,23	\$ 832,64
12	Masillado y alisado losa y piso con imper.	m2	267,3	\$ 9,21	\$ 2.461,83
13	Enlucido vertical exterior	m2	24,92	\$ 7,51	\$ 187,15
				Total	15182,23
				Total/m2	\$ 113,60

3. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Resultados

Periodo y modales

Tabla 39. Periodos y modales de estructura con gradas

TABLE: Modal Participating Mass Ratios											
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
		sec									
Modal	1	0,133	0,7184	0	0	0,7184	0	0	0	0,2278	0,0405
Modal	2	0,117	0	0,8073	0	0,7184	0,8073	0	0,231	0	0
Modal	3	0,109	0,0449	0	0	0,7633	0,8073	0	0	0,0257	0,0842
Modal	4	0,104	0,0278	0	0	0,7911	0,8073	0	0	0,0006	0,6969
Modal	5	0,071	3E-05	0	0	0,7912	0,8073	0	0	0,0027	1,3E-05
Modal	6	0,067	5E-05	0	0	0,7912	0,8073	0	0	0,0001	2,4E-05

Fuente: Etabs

Elaborado por: Amanda Alomoto

Tabla 40. Periodo y modal de la estructura sin gradas

TABLE: Modal Participating Mass Ratios											
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
		sec									
Modal	1	0,141	0,7798	0	0	0,7798	0	0	0	0,1921	0,0544
Modal	2	0,125	0	0,8487	0	0,7798	0,8487	0	0,188	0	0
Modal	3	0,106	0,0576	0	0	0,8374	0,8487	0	0	0,0093	0,7835
Modal	4	0,053	0	0,0046	0	0,8374	0,8533	0	0,023	0	0
Modal	5	0,053	0,0011	0	0	0,8385	0,8533	0	0	0,0066	0,0061
Modal	6	0,052	0,034	0	0	0,8725	0,8533	0	0	0,1728	0,0086

Fuente: Etabs

Elaborado por: Amanda Alomoto

Derivas con grada

Las derivas máximas se las obtendrá debió a las cargas laterales de diseño. El valor de la deriva máximo no debe sobrepasar o exceder de la deriva inelástica de acuerdo con lo que nos proporciona la (NEC-SE-DS 2015) del 1%

Se determina la deriva máxima inelástica según la (NEC-SE-DS 2015)

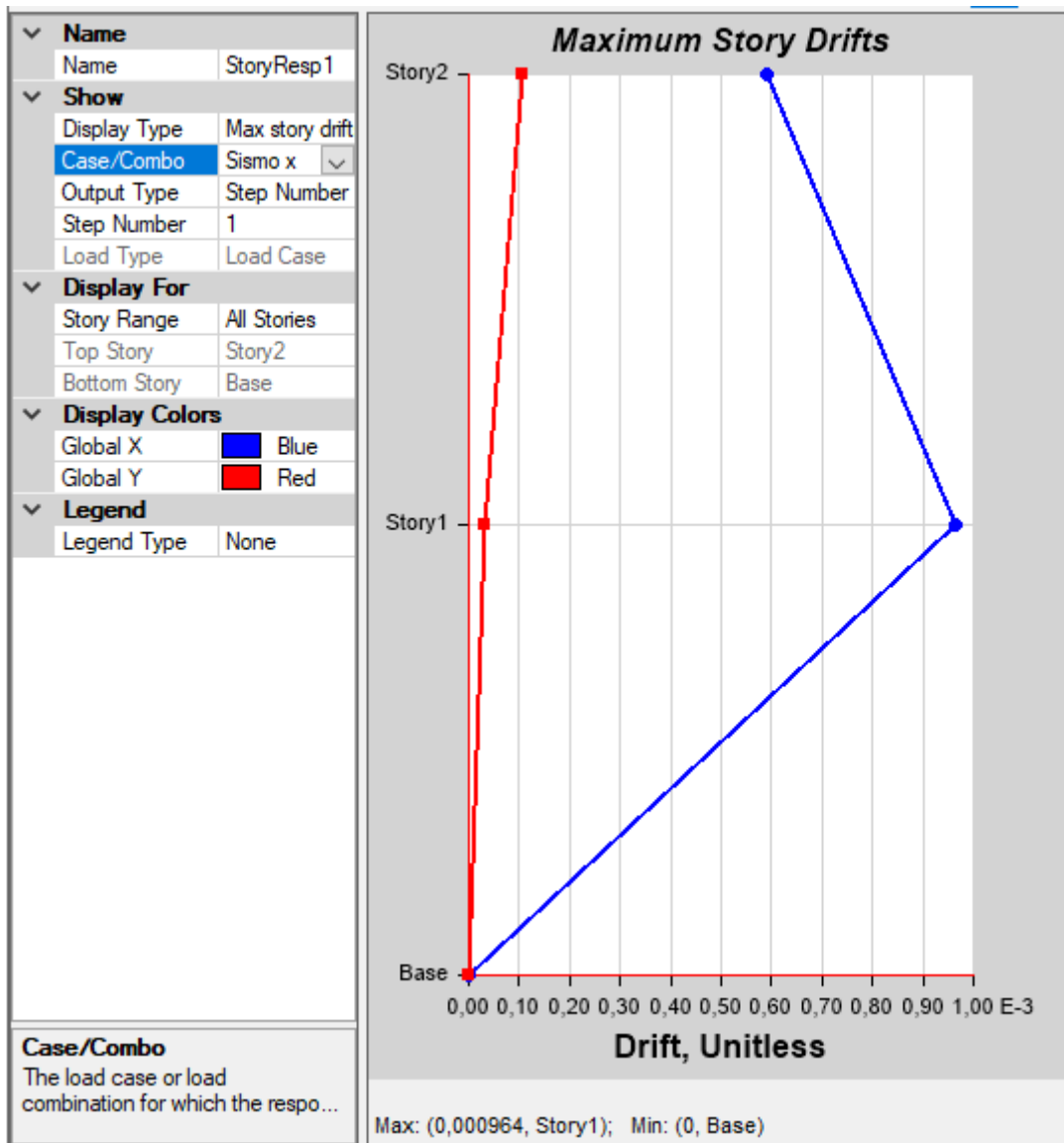


Ilustración 87. Deriva elástica en X con gradas

$$\text{Deriva máxima } x (\Delta_{Ex}) = 0.000964\text{mm}$$

$$\Delta_M = 0.75 * R * \Delta_{Ex}$$

$$\Delta_{Mx} = 0.75 * 3 * 0.000964$$

$$\Delta_{Mx} = 0.0022 = 0.22\%$$

$$0.22\% < 1\% \text{ ok}$$

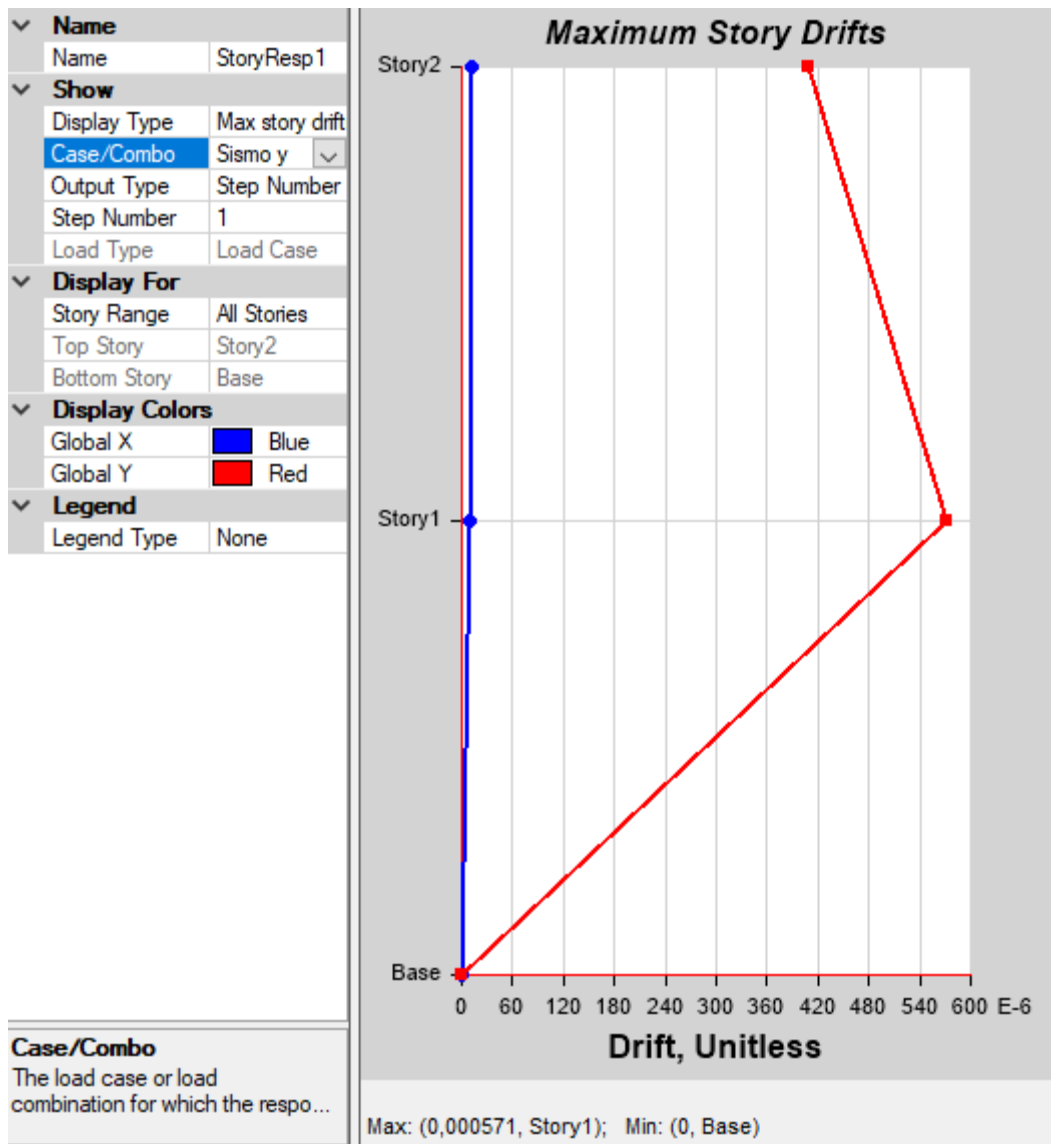


Ilustración 88. Deriva elástica en Y con gradas

$$\text{Deriva máxima y } (\Delta_{EY}) = 0.000571\text{mm}$$

$$\Delta_M = 0.75 * R * \Delta_{EY}$$

$$\Delta_{My} = 0.75 * 3 * 0.000571$$

$$\Delta_{My} = 0.0013 = 0.13\%$$

$$0.13\% < 1\% \text{ ok}$$

Deriva sin grada

Se determina la deriva máxima inelástica según la (NEC-SE-DS 2015) apartado 6.3.9

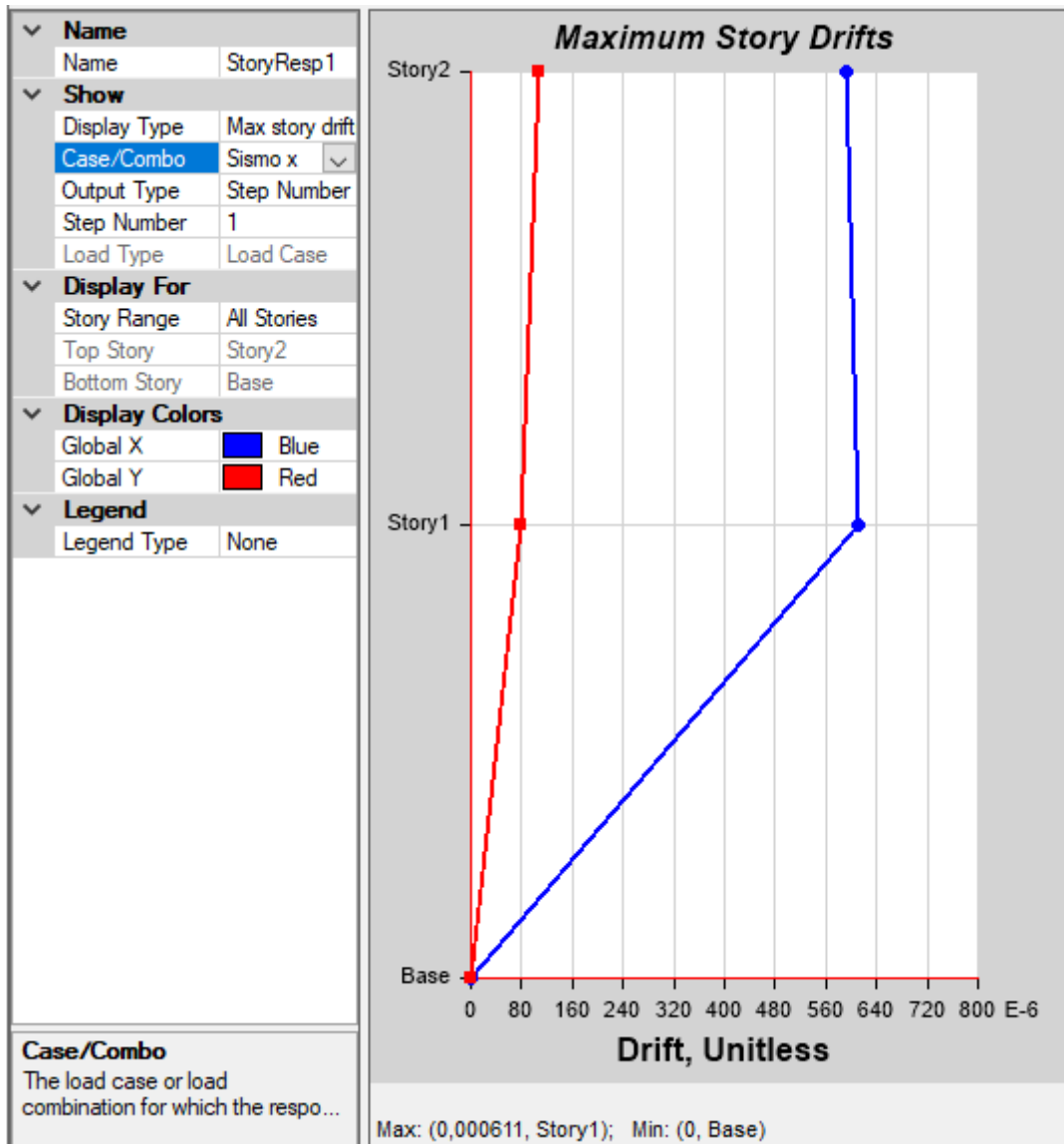


Ilustración 89. Deriva elástica en X sin gradas

$$\text{Deriva máxima } x (\Delta_{Ex}) = 0.000611\text{mm}$$

$$\Delta_M = 0.75 * R * \Delta_{Ex}$$

$$\Delta_{Mx} = 0.75 * 3 * 0.000611$$

$$\Delta_{Mx} = 0.0014 = 0.14\%$$

$$0.14\% < 1\% \text{ ok}$$

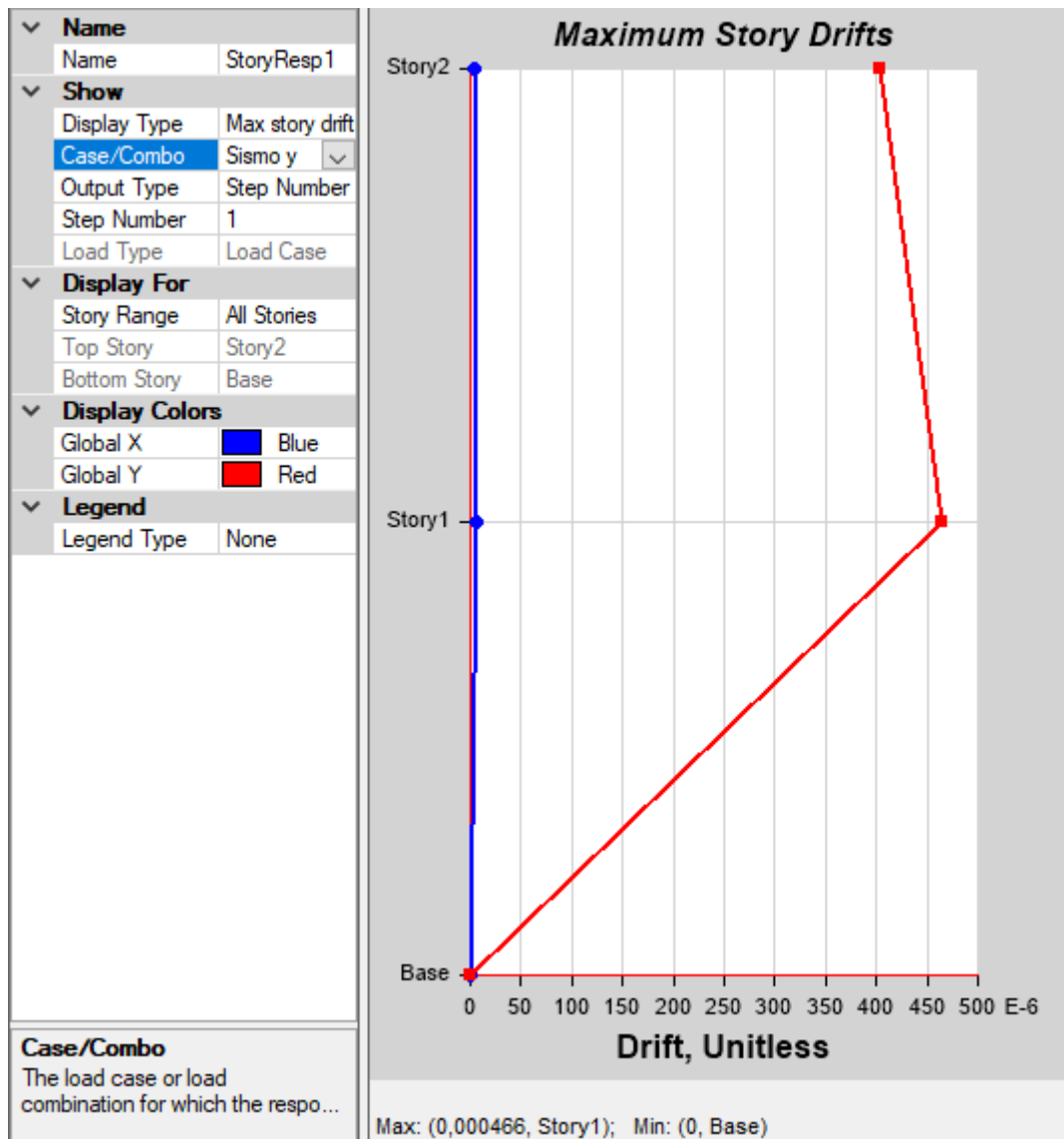


Ilustración 90. Deriva elástica en Y sin grada

Deriva máxima y (Δ_{Ey}) = 0.000466mm

$$\Delta_M = 0.75 * R * \Delta_{Ex}$$

$$\Delta_{My} = 0.75 * 3 * 0.000466$$

$$\Delta_{My} = 0.0010 = 0.10\%$$

$$0.10\% < 1\% \text{ ok}$$

Tabla 41. Resultado de derivas

modelo	$\Delta m x$	$\Delta m y$	$\Delta m x < 1\%$	$\Delta m y < 1\%$
Con gradas	0.22	0.13	OK	OK
Sin gradas	0.14	0.10	OK	OK

Se presentará la capacidad y el requerimiento del cortante en la mampostería de la estructura

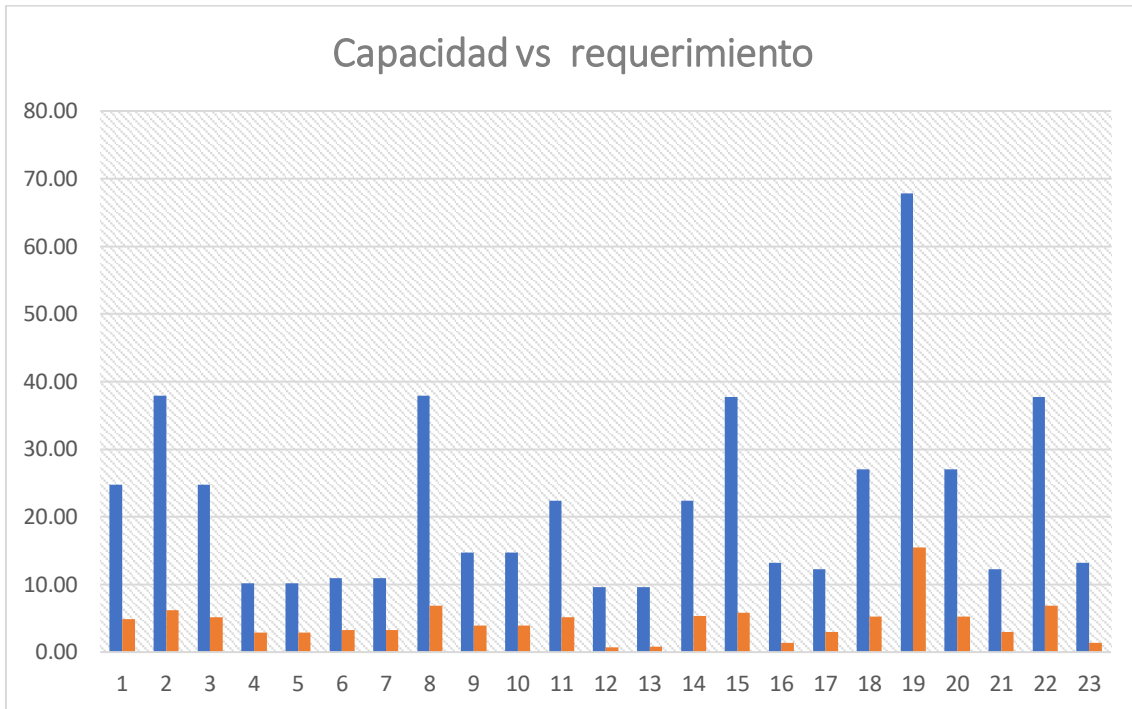


Ilustración 91. Capacidad y requerimiento del corta en los muros

A continuación, se presenta la tabla de los muros más críticos con sus respectivas cargas y momentos

Tabla 42. Momentos y carga requerida

Momento y carga requerido		
Pared	Mom (Ton-m)	P (Ton)
1	9,18	17,41
6	2,21	7,9
8	24,13	28,97
9	3,96	13,73
11	8,36	13,43
12	1,06	9,16
15	20,29	25,57
16	2,3	10,15
18	9,81	19,69
22	20,29	25,57

Fuente: Etabs

Elaborado por: Amanda Alomoto

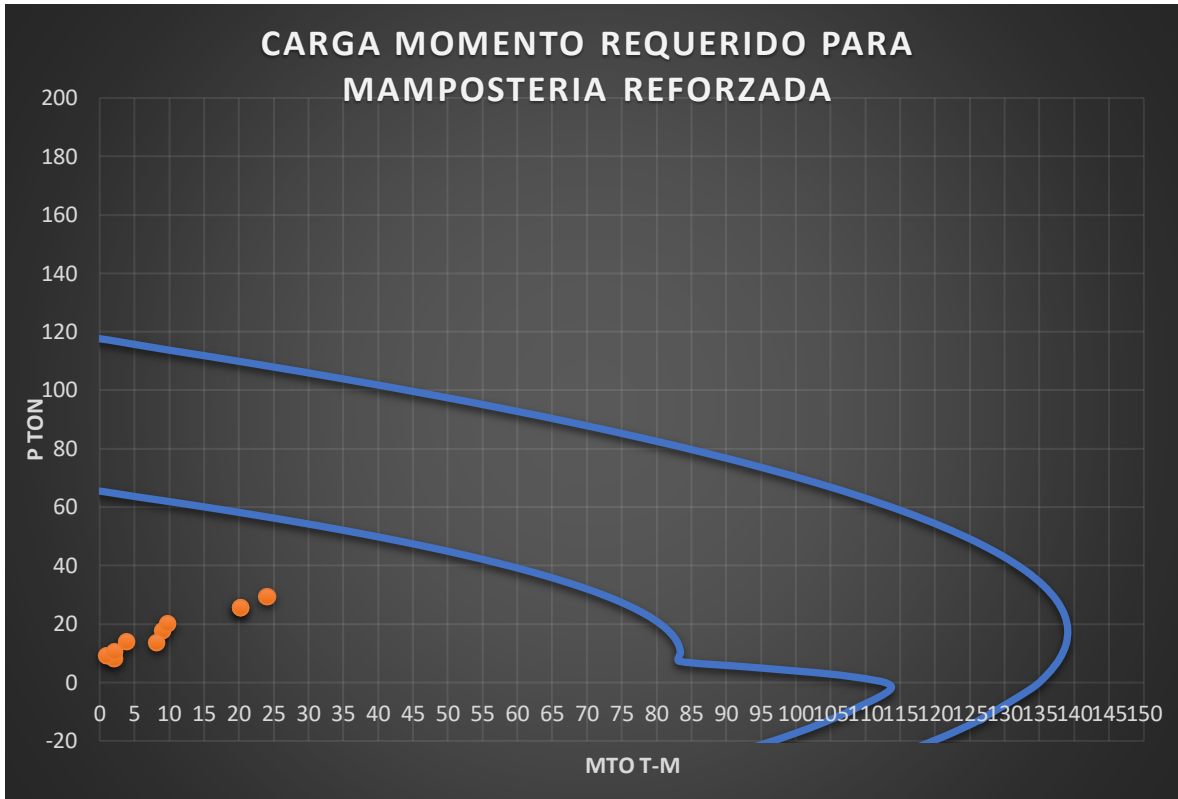
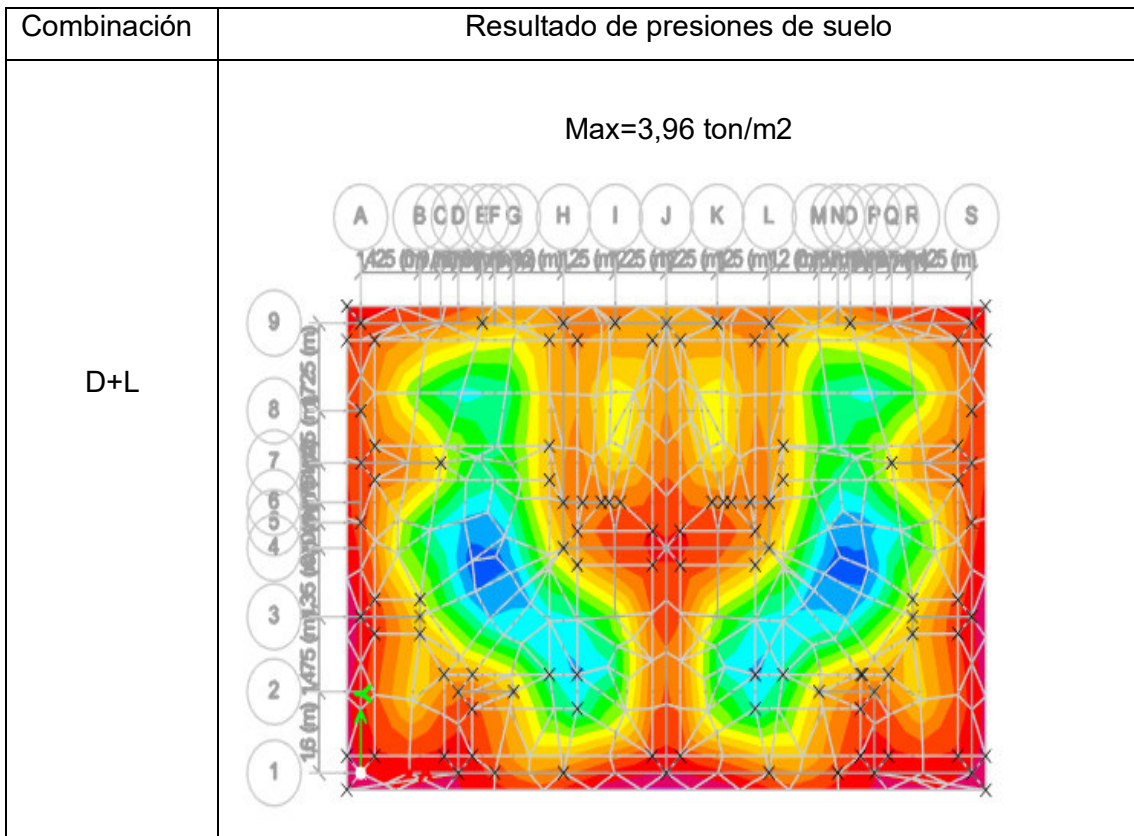


Ilustración 92. carga vs momento para mampostería reforzada

- **Cimentación**



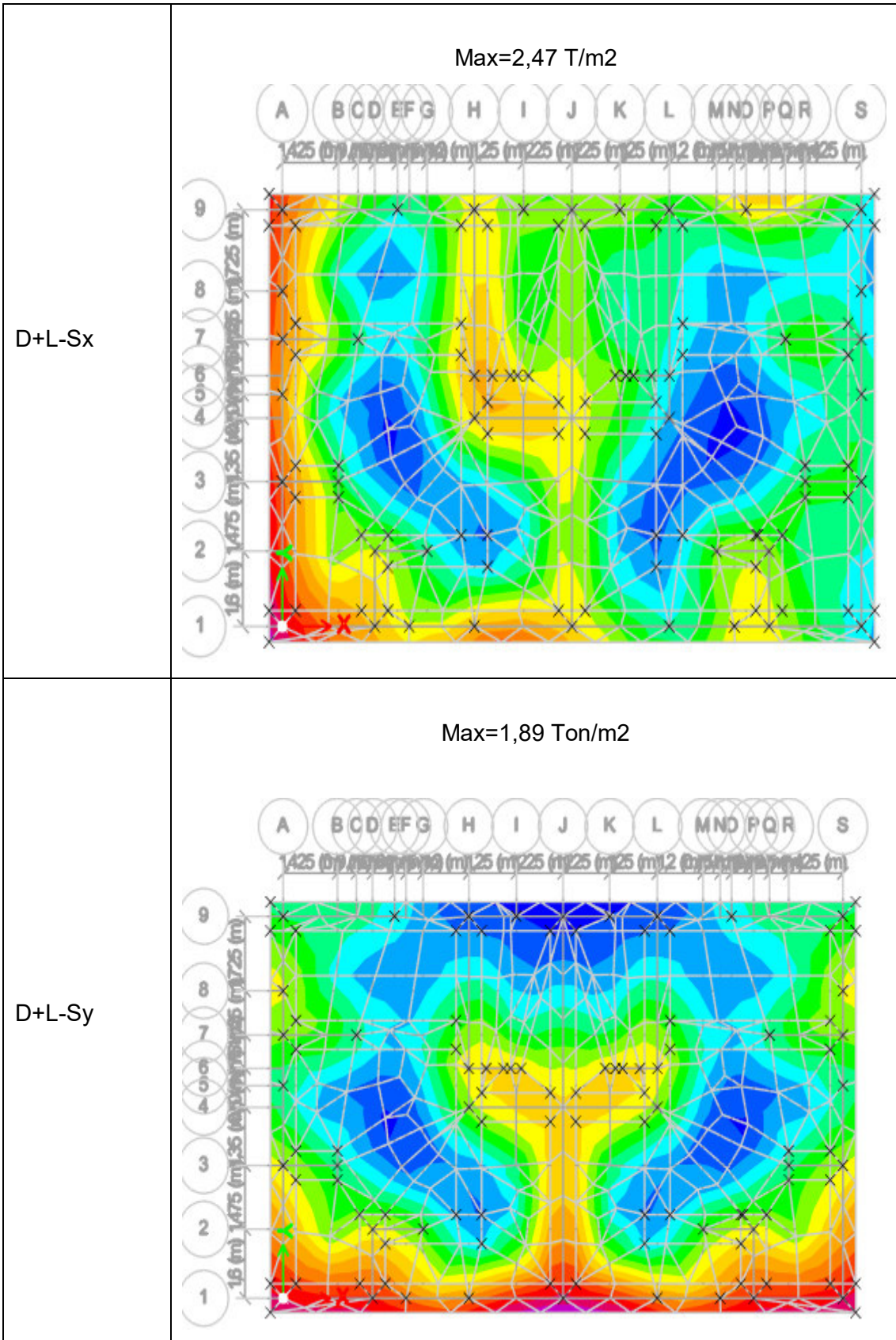


Ilustración 93. Presiones de suelo obtenido de Etabs

Fuente: Etabs

3.2 Conclusiones

- En este tipo de sistema de construcción, al considerar muros portantes, su diseño arquitectónico no se lo puede modificar a comparación de un sistema aporticado el cual si tiene la posibilidad de un cambien al menos que no afecte demasiado el plano arquitectónico.
- En comparación de las derivas máximas con gradas y sin gradas se puede observar que no excede el valor máximo que es del 1% lo que nos recomienda la norma, el comportamiento más crítico es en X, siendo la estructura con gradas la más alta es decir del 0,22%.
- El periodo y la participación modal es muy importante verificar ya que los 3 primeros modos deben cumplir con lo que nos recomienda la norma, es decir, que los 2 primeros modos deben ser traslacionales y el tercero rotacional, de acuerdo con los datos obtenidos del Etabs, si cumple con dicho requerimiento.
- El periodo fundamental calculado fue de 0,183 s en comparación al periodo que nos arroja la modelación con gradas que fue de 0,13 s por lo que se puede observar que hay diferencia debido a que el método 1 no interfiere los parámetros como la rigidez y masa de muros.
- Se observa que el corte requerido para el muro 1 es de 5,69 Ton, pero se tiene una capacidad de 24,76 Ton, es decir, la mampostería tiene un diseño muy optimo, de acuerdo con la ilustración 88 se observa que todos los muros tienen una excelente capacidad.
- Se concluye que de acorde al diagrama de iteración se optaron por colocar los puntos del momento y axial requerido de los muros más críticos y se observa que ninguno esta fuera del Momento último, es decir, la estructura está en sus óptimas condiciones de diseño y cumple con los requisitos mínimos de la norma y no es necesario realizar un cambio en sus dimensiones.
- En el muro 6 de acorde al momento requerido que es de 2,94 Ton-m se observa en los cálculos que la capacidad excede en 12 veces más que el momento requerido, es decir, cumple con el requerimiento mínimo que nos pide la normativa.
- El costo total de la estructura en comparación con la mampostería confinada es menor con un 0,13%, es decir, la construcción de una estructura con

mampostería reforzada nos sale económica lo que esto también incluye un tiempo menor en la construcción.

- Se concluye que las presiones del suelo arrojadas por el programa no son mayores de 3,96 Ton/m², es decir, no exceden el valor máximo asumido de 10 Ton/m².

3.3 Recomendaciones

- De acorde a los resultados obtenidos en el diseño y modelación de la estructura es recomendable construir un sistema de mampostería reforzada en el Ecuador ya que es un país con una alta amenaza sísmica y el construir este sistema nos ayuda a mitigar el colapso de estructuras.
- Es muy importante elegir la norma adecuada para el diseño de un sistema de mampostería reforzada ya que en la norma ecuatoriana de la construcción nos da un capítulo de mampostería estructural la cual nos limita a una estructura de 2 pisos y la altura entre piso no debe exceder más de 3m.
- El muy importante considerar las aberturas que tiene la estructura ya que es necesario tener colocar un acero mínimo de acorde a la norma para que tener un funcionamiento correcto del sistema.
- Es recomendable tener una buena distribución de paredes en el plano arquitectónico ya que estos deben cumplir con una densidad mínima, en el caso, que no se cumpla se debe aumentar o disminuir paredes.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- NTE INEN 3066 . (2016). *bloques de hormigón. requisitos y métodos de ensayo concrete blocks. Requirements and test methods.*
- NEC-SE-DS.(2015).Norma Ecuatoriana de la construccion Peligroo Sísmico Diseño Sismoresistente
- NEC-SE-MP.(2015). Norma Ecuatoriana de la construccion Mamposteria Estructural.
- NEC-SE-VIVIENDA. (2015). Norma Ecuatoriana de la construccion -vivienda de hasta dos pisos con luces de hassta 5 metros.

- NTE Albañilería del Perú (2006). Norma Técnica E.070. Obtenida de: <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-alba-ileria-sencico.pdf>
- NTE INEN 2249.(2016). Accesibilidad de las personas a medio físico. Circulaciones verticales, Escaleras. Requisito.
- ACI 318S-14.(2014). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14) Y Comentarios (ACI 318R-14)
- NEC-SE-HM. (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción Hormigón armado
- IdealAloambrec.(n,f). Escalerrillas Armex obtenido de : <https://idealalambrec.bekaert.com>
- Flores, J. (Septiembre 2020). Diseño estructural sísmo resistente en estructuras de mampostería confinada, aplicadas en edificaciones mayores a dos pisos de altura en el proyecto residencial el pedregal del churoloma. Obtenido de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19479/1/UPS%20-%20TTS214.pdf>
- Crespo, S. (Septiembre 2015). Construcción de mampostería de bloque de pomez, mediante la prefabricación de macro elementos modulares. Obtenido de : <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22855/1/Tesis.pdf.pdf>
- Armas, N. Bravo, D. Lopez, E. Piedra, Ch. Rivadeneira, B. & Vivanco, D. (septiembre 2021). Análisis comparativo del diseño y construcción de una vivienda de planta regular , y otra de planta irregular. Con su cálculo, su diseño y el presupuesto respectivo, considerando como: a.- un sistema aporticado, b.- un sistema de mampostería confinada, y c.- un sistema de mampostería armada
- Herrera, J. (2016). Albañilería estructural, aplicada en un proyecto específico y recomendaciones para controlar, regular y evitar los procesos físicos en las edificaciones que se desarrollan en la ciudad de Guayaquil.
- Zalamea, E, (2013). *Mampostería postensada. Una alternativa constructiva para Ecuador y regiones sísmicas: Obtenido de : chrome-extension://dagcmkpagjlhakfdhnbomgmjdpkdklff/enhanced-reader.html?openApp&pdf=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F6117337.pdf*
- Romo.M.(2008). Temas de Hormigón Armado. Obtenido de: https://www.academia.edu/30210316/TEMAS_DE_HORMIG%C3%93N_ARMA

DO_CAP%C3%8DTULO_I_FUNDAMENTOS_DEL_HORMIG%C3%93N_SIMP
LE

- Gallegos, H, & Cassabone, C. (2005). Albañilería Estructural. Lima: Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Peru. Obtenido de: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=hAseV7yYZG8C&oi=fnd&pg=PA19&dq=Gallegos,+H.,+%26+Cassabone,+C.+\(2005\).+Alba%C3%B1ileria+Estructural&ots=BGyRWTb3fV&sig=_NNGnN3Y_o2tI73QfAozz5crNpk#v=onepage&q=Gallegos%2C%20H.%2C%20%26%20Cassabone%2C%20C.%20\(2005\).%20Alba%C3%B1ileria%20Estructural&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=hAseV7yYZG8C&oi=fnd&pg=PA19&dq=Gallegos,+H.,+%26+Cassabone,+C.+(2005).+Alba%C3%B1ileria+Estructural&ots=BGyRWTb3fV&sig=_NNGnN3Y_o2tI73QfAozz5crNpk#v=onepage&q=Gallegos%2C%20H.%2C%20%26%20Cassabone%2C%20C.%20(2005).%20Alba%C3%B1ileria%20Estructural&f=false)
- San Bartolomé, A. (febrero 2008). Manual de construcción, estructuración y predimensionamiento en albañilería armada hecha con bloques de concreto armado. Obtenida: https://www.academia.edu/14352876/MANUAL_DE_CONSTRUCCION_ESTRUCTURACION_Y_PREDIMENSIONAMIENTO_EN_ALBAÑILERIA_ARMADA_HECHA_CON_BLOQUES_DE_CONCRETO_VIBRADO
- (S,n). (S,f). Precios unitarios. Obtenido de: <https://www.insucons.com/ec/analisis-precio-unitario>
- Montoya, J. Pinto, F. (agosto 2010). Cimentaciones. Obtenido de: <https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/08/cimentaciones-y-fundaciones.pdf>
- Valdivieso, H. (2021). Ensayos de carga en muros de mampostería reforzados con fibras y análisis de costo de implementación. Obtenido de: <file:///C:/Users/AMANDA/Downloads/UCE-FING-POS-VALDIVIESO%20HERNAN.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1










Tabla de coeficiente que se utilizó para obtener los valores de los momentos de las losas.

Tabla 34 Coeficientes para Momentos Negativos en Losas

$$M_{A \text{ neg}} = C_{A \text{ neg}} \times W \times A^2$$

$$M_{B \text{ neg}} = C_{B \text{ neg}} \times W \times B^2$$

donde W = a la carga MUERTA mas la carga VIVA mayorada.

Relación $m = \frac{A}{B}$		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
										
1.00	$C_{A \text{ neg}}$	-	0.045	-	0.050	0.075	0.071	-	0.033	0.061
	$C_{B \text{ neg}}$	-	0.045	0.076	0.050	-	-	0.071	0.061	0.033
0.95	$C_{A \text{ neg}}$	-	0.050	-	0.055	0.079	0.075	-	0.038	0.065
	$C_{B \text{ neg}}$	-	0.041	0.072	0.045	-	-	0.067	0.056	0.029
0.90	$C_{A \text{ neg}}$	-	0.055	-	0.060	0.080	0.079	-	0.043	0.068
	$C_{B \text{ neg}}$	-	0.037	0.070	0.040	-	-	0.062	0.052	0.025
0.85	$C_{A \text{ neg}}$	-	0.060	-	0.066	0.082	0.083	-	0.049	0.072
	$C_{B \text{ neg}}$	-	0.031	0.065	0.034	-	-	0.057	0.046	0.021
0.80	$C_{A \text{ neg}}$	-	0.065	-	0.071	0.083	0.086	-	0.055	0.075
	$C_{B \text{ neg}}$	-	0.027	0.061	0.029	-	-	0.051	0.041	0.017
0.75	$C_{A \text{ neg}}$	-	0.069	-	0.076	0.085	0.088	-	0.061	0.078
	$C_{B \text{ neg}}$	-	0.022	0.056	0.024	-	-	0.044	0.036	0.014
0.70	$C_{A \text{ neg}}$	-	0.074	-	0.081	0.086	0.091	-	0.068	0.081
	$C_{B \text{ neg}}$	-	0.017	0.050	0.019	-	-	0.038	0.029	0.011
0.65	$C_{A \text{ neg}}$	-	0.077	-	0.085	0.087	0.093	-	0.074	0.083
	$C_{B \text{ neg}}$	-	0.014	0.043	0.015	-	-	0.031	0.024	0.008
0.60	$C_{A \text{ neg}}$	-	0.081	-	0.089	0.088	0.095	-	0.080	0.085
	$C_{B \text{ neg}}$	-	0.010	0.035	0.011	-	-	0.024	0.018	0.006
0.55	$C_{A \text{ neg}}$	-	0.084	-	0.092	0.089	0.096	-	0.085	0.086
	$C_{B \text{ neg}}$	-	0.007	0.028	0.008	-	-	0.019	0.014	0.005
0.50	$C_{A \text{ neg}}$	-	0.086	-	0.094	0.090	0.097	-	0.089	0.088
	$C_{B \text{ neg}}$	-	0.006	0.022	0.006	-	-	0.014	0.010	0.003

NOTA: Los bordes achurados identifican la continuidad o empotramiento a través de ese sentido de la losa; un borde discontinuo indica una resistencia torsional despreciable.

Tabla 35 Coeficientes para Momentos Positivos debido a Cargas Muertas en Losas

$$M_{Apos} = C_{ADL} \times W \times A^2$$

$$M_{Bpos} = C_{BDL} \times W \times B^2$$

donde W – a la carga MUERTA mayorada.

Relación $m = \frac{A}{B}$		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	C_{ADL}	0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023
	C_{BDL}	0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020
0.95	C_{ADL}	0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022	0.024
	C_{BDL}	0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021	0.017
0.90	C_{ADL}	0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025	0.026
	C_{BDL}	0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019	0.015
0.85	C_{ADL}	0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029	0.028
	C_{BDL}	0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017	0.013
0.80	C_{ADL}	0.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032	0.029
	C_{BDL}	0.023	0.011	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015	0.010
0.75	C_{ADL}	0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036	0.031
	C_{BDL}	0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013	0.007
0.70	C_{ADL}	0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040	0.033
	C_{BDL}	0.016	0.007	0.016	0.011	0.005	0.009	0.017	0.011	0.006
0.65	C_{ADL}	0.074	0.032	0.054	0.050	0.036	0.054	0.065	0.044	0.034
	C_{BDL}	0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009	0.005
0.60	C_{ADL}	0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048	0.036
	C_{BDL}	0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007	0.004
0.55	C_{ADL}	0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052	0.037
	C_{BDL}	0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005	0.003
0.50	C_{ADL}	0.095	0.037	0.080	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056	0.038
	C_{BDL}	0.006	0.002	0.007	0.004	0.001	0.003	0.007	0.004	0.002

NOTA: Los bordes achurados identifican la continuidad o empotramiento a través de ese sentido de la losa; un borde discontinuo indica una resistencia torsional despreciable.

Tabla 36 Coeficientes para Momentos Positivos debido a Cargas Vivas en Losas

$$M_{Apos} = C_{ALL} \times W \times A^2$$

$$M_{Bpos} = C_{BLL} \times W \times B^2$$

donde W – a la carga VIVA mayorada.

Relación $m = \frac{A}{B}$		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	C_{ALL}	0.036	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035	0.032	0.028	0.030
	C_{BLL}	0.036	0.027	0.032	0.032	0.027	0.032	0.035	0.030	0.028
0.95	C_{ALL}	0.040	0.030	0.031	0.035	0.034	0.038	0.036	0.031	0.032
	C_{BLL}	0.033	0.025	0.029	0.029	0.024	0.029	0.032	0.027	0.025
0.90	C_{ALL}	0.045	0.034	0.035	0.039	0.037	0.042	0.040	0.035	0.036
	C_{BLL}	0.029	0.022	0.027	0.026	0.021	0.025	0.029	0.024	0.022
0.85	C_{ALL}	0.050	0.037	0.040	0.043	0.041	0.046	0.045	0.040	0.039
	C_{BLL}	0.026	0.019	0.024	0.023	0.019	0.022	0.026	0.022	0.020
0.80	C_{ALL}	0.056	0.041	0.045	0.048	0.044	0.051	0.051	0.044	0.042
	C_{BLL}	0.023	0.017	0.022	0.020	0.016	0.019	0.023	0.019	0.017
0.75	C_{ALL}	0.061	0.045	0.053	0.052	0.047	0.055	0.056	0.049	0.046
	C_{BLL}	0.019	0.014	0.019	0.016	0.013	0.016	0.020	0.016	0.013
0.70	C_{ALL}	0.068	0.049	0.057	0.057	0.051	0.060	0.063	0.054	0.050
	C_{BLL}	0.016	0.012	0.016	0.014	0.011	0.013	0.017	0.014	0.011
0.65	C_{ALL}	0.074	0.053	0.064	0.062	0.055	0.064	0.070	0.059	0.054
	C_{BLL}	0.013	0.010	0.014	0.011	0.009	0.010	0.014	0.011	0.009
0.60	C_{ALL}	0.081	0.058	0.071	0.067	0.059	0.068	0.077	0.065	0.059
	C_{BLL}	0.010	0.007	0.011	0.009	0.007	0.008	0.011	0.009	0.007
0.55	C_{ALL}	0.088	0.062	0.080	0.072	0.063	0.073	0.085	0.070	0.063
	C_{BLL}	0.008	0.006	0.009	0.007	0.005	0.006	0.009	0.007	0.006
0.50	C_{ALL}	0.095	0.066	0.088	0.077	0.067	0.078	0.092	0.076	0.067
	C_{BLL}	0.006	0.004	0.007	0.005	0.004	0.005	0.007	0.005	0.004

NOTA: Los bordes achurados identifican la continuidad o empotramiento a través de ese sentido de la losa; un borde discontinuo indica una resistencia torsional despreciable.