

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE
VIVIENDA MULTIFAMILIAR CON MUROS DE DUCTILIDAD
LIMITADA EN LA CIUDAD DE TACNA - 2020”**

PARA OPTAR:

TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. Rosmery Thais Anco Mamani

Bach. Anibal Richard Mamani Zapana

TACNA – PERÚ

2020

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS DE INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE
VIVIENDA MULTIFAMILIAR CON MUROS DE DUCTILIDAD
LIMITADA EN LA CIUDAD DE TACNA - 2020”**

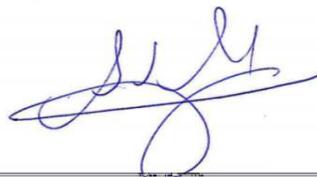
Tesis sustentada y aprobada el 07 de noviembre de 2020; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:



_____ **Mtro. Edgar Hipólito CHAPARRO QUISPE**

SECRETARIO:



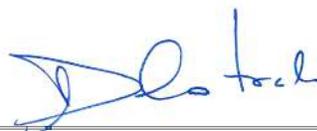
_____ **Mtro. Wilber Percy MENDOZA RAMIREZ**

VOCAL:



_____ **Mtro. Giancarlos Javier MACHACA FRIAS**

ASESOR:



_____ **Mtro. Dina Marlene COTRADO FLORES**

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Rosmery Thais Anco Mamani, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 48807815.

Yo Aníbal Richard Mamani Zapana, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 46011666.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada:
“ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR CON MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CIUDAD DE TACNA - 2020”, el mismo que se presenta para optar: **EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra presentada. En consecuencia, nos hacemos responsables frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 07 de noviembre del 2020



Bach. ANCO MAMANI, ROSMERY THAIS
DNI: 48807815



Bach. MAMANI ZAPANA, ANIBAL RICHARD
DNI: 4601166

DEDICATORIA

Dedico de manera especial a mi madre Gladys pues ella fue el principal cimiento para construcción de mi vida profesional, sentó en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación, en ella tengo el espejo en el cual me quiero reflejar pues sus virtudes me llevan a admirarla cada día más. A mi familia por su incondicional apoyo a través del tiempo, todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

ROSMERY THAIS ANCO MAMANI

A Dios, por la vida y rodearme de gente maravillosa, a mis padres Víctor y Susana fuente de motivación y perseverancia, por ser el pilar fundamental y quienes siempre supieron guiarme en la senda de lo correcto de la vida. A mi familia por estar siempre conmigo, y ser el hombro en mi formación, que, en las tristezas y alegrías aprendimos juntos a superarlo todo, A ellos mi orgullo eterno.

ANIBAL RICHARD MAMANI ZAPANA

AGRADECIMIENTO

Queremos dedicar nuestra tesis a todas aquellas personas que han hecho posible la finalización de la presente investigación puesto que nos orientaron a lo largo del desarrollo y ejecución de la misma.

En primer lugar, agradecemos a la Mtro. Ing. Dina Cotrado Flores quien nos facilitó las herramientas necesarias para la elaboración de la investigación. Su orientación, recomendación y disposición fueron parte esencial y le estamos muy agradecidos por la asesoría brindada.

A los docentes de la carrera de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, quienes fueron participes, brindándonos su experiencia y conocimiento científico, durante el desarrollo de la tesis.

Gracias a Dios y a la vida por este nuevo triunfo, gracias a todas las personas que nos apoyaron, que creyeron en la culminación de esta tesis.

INDICE

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	ii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I	1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos	2
1.3. Justificación de la investigación	2
1.4. Objetivos de la Investigación	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Hipótesis de la Investigación	3
1.5.1. Hipótesis general	3
1.5.2. Hipótesis específicas	3
CAPÍTULO II	5
II. MARCO TEORICO	5
2.1. Antecedentes	5
2.1.1. A nivel internacional	5
2.1.2. A nivel nacional	5
2.1.3. A nivel local	6
2.2. Bases teóricas	7

2.2.1.	Criterios de estructuración	7
2.2.2.	Análisis y Diseño estructural.....	8
2.2.2.1.	Sistema Estructural de Muros de Ductilidad Limitada.....	8
2.2.3.	Vivienda Multifamiliar con muros de ductilidad Limitada.	9
2.2.3.1.	Definición	9
2.2.3.2.	Consideraciones en la NTP.....	10
2.2.3.3.	Ventajas del sistema de MDL.....	10
2.2.3.4.	Desventajas del sistema de MDL	11
2.3.	Definición de términos.....	11
CPÍTULO III	.....	13
III.	MARCO METODOLÓGICO	13
3.1.	Tipo y Diseño de la Investigación.	13
3.2.	Población y muestra de estudios.	13
3.3.	Operacionalización de Variables	13
3.4.	Técnicas e instrumentos.....	14
3.5.	Procesamiento y análisis de datos.....	15
CAPÍTULO IV	.....	16
IV.	RESULTADOS.....	16
4.1.	Estructuración y predimensionamiento	16
4.1.1.	Descripción del Proyecto.....	16
4.1.2.	Materiales seleccionados	20
4.1.2.1.	Concreto.....	20
4.1.2.2.	Acero de refuerzo	20
4.1.2.3.	Suelo:	20
4.1.3.	Predimensionamiento	21
4.1.3.1.	Muros de Ductilidad Limitada.....	21
4.1.3.2.	Losas Macizas.....	25
4.1.3.3.	Escaleras.....	27
4.2.	Metrado de cargas.....	28

4.2.1.	Metrado de cargas por gravedad	29
4.2.1.1.	Metrado de Losa maciza	29
4.2.1.2.	Metrado de Escalera	29
4.2.2.	Metrado por cargas de sismo	30
4.2.2.1.	Metrado de Muros de Ductilidad Limitada.....	30
4.3.	Análisis sísmico	32
4.3.1.	Descripción del análisis.....	32
4.3.2.	Modelo Estructural	32
4.3.3.	Parámetro y requisitos generales.....	33
4.3.3.1.	Parámetros de sitio.....	33
A.	Zonificación sísmica del Perú: factor z.....	33
B.	Condiciones geotécnicas: factor S y Tp.....	34
C.	Factor de amplificación sísmica: factor C.....	35
4.3.3.2.	Requisitos generales	36
A.	Categoría de las Edificaciones.	36
B.	Sistema Estructural.....	36
4.4.	Análisis estático.....	37
4.4.1.	Periodo fundamental de vibración	37
4.4.2.	Fuerza cortante en la base.....	37
4.5.	Análisis dinámico.....	38
4.5.1.	Análisis de modos de vibración	38
4.5.2.	Análisis de aceleración espectral	39
4.5.3.	Criterios de combinación.....	42
4.5.4.	Desplazamientos de edificación	42
4.5.5.	Cortante de diseño.....	43
4.6.	Diseño en Concreto Armado.....	44
4.6.1.	Consideraciones generales.....	44
4.6.1.1.	Cargas de diseño	44
4.6.1.2.	Método de diseño	44

4.6.1.3.	Hipótesis de diseño	44
4.6.1.4.	Combinación de carga y factores de amplificación	45
4.6.1.5.	Factores de reducción de resistencia	45
4.6.2.	Diseño de Muros de ductilidad	46
4.6.2.1.	Consideraciones generales para el diseño	46
4.6.2.2.	Diseño por flexocompresión	46
4.6.2.3.	Diseño por cortante	47
4.6.2.4.	Ejemplo de diseño de muro	48
4.6.3.	Diseño de Losa Maciza	59
4.6.3.1.	Diseño por flexión	59
4.6.3.1.1.	Ecuación de diseño	59
4.6.3.1.2.	Acero mínimo, cuantía balanceada y acero máximo	60
4.6.3.2.	Diseño por flexión	60
4.6.3.3.	Diseño por cortante	61
4.6.3.4.	Ejemplo de diseño de losa maciza	61
4.6.3.5.	Diseño de losa Típica	64
4.6.3.6.	Diseño de losa Azotea	67
4.6.4.	Diseño de Escalera	69
4.6.4.1.	Consideraciones generales	69
4.6.4.2.	Diseño por corte	70
4.6.4.3.	Diseño por flexión	70
4.6.5.	Diseño de Platea de cimentación	72
CAPÍTULO V	.....	79
DISCUSIÓN	.....	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	.....	85
ANEXOS	.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estudio de Mecánica de Suelos	20
Tabla 2. Consideraciones a tomar para el diseño	22
Tabla 3. Espesor de garganta de escalera.....	28
Tabla 4. Valores característicos de la escalera.....	28
Tabla 5. Metrado de losa maciza típica.....	29
Tabla 6. Metrado de losa maciza de azotea.....	29
Tabla 7. Metrado de cargas del muro X21	32
Tabla 8. Factores de Zona “Z”	34
Tabla 9. Factor de Suelo “S”	35
Tabla 10. Periodos <i>TP</i> y <i>TL</i>	35
Tabla 11. Periodos y porcentaje de masas participativas en cada dirección	38
Tabla 12. Modo de vibración predominante en la dirección X-X.....	39
Tabla 13. Modo de vibración predominante en la dirección Y-Y.....	39
Tabla 14. Valores de <i>S_a</i> para cada Periodo.....	40
Tabla 15: Desplazamiento y derivas Máximas en X-X y Y-Y.....	42
Tabla 16: Fuerza Estática, Dinámica y Factor de Escala.	44
Tabla 17. Factores de reducción de resistencia.....	45
Tabla 18: Cargas en la base del Muro Md	49
Tabla 19: Fuerzas Últimas del muro Md	50
Tabla 20: Combinación de cargas para el muro Md.....	53
Tabla 21: Acero Máximo y Mínimo para Losas.	63
Tabla 22: Resultados del diseño por flexión y cortante en el eje x-x losa típica.	65
Tabla 23: Resultados del diseño por flexión y cortante en el eje Y-Y losa típica.	66
Tabla 24: Resultados del diseño por flexión y cortante en el eje X-X losa Azotea..	68
Tabla 25. Resultados del diseño por flexión y cortante en el eje Y-Y losa Azotea..	69
Tabla 26: Valores Máximos de presión en el suelo por combinación de carga.....	73
Tabla 27: Diseño por flexión y cortante en dirección X-X platea de cimentación....	76
Tabla 28: Diseño por flexión y cortante en dirección Y-Y platea de cimentación....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Arquitectura - Planta primer nivel| .....	17
Figura 2. Planta típica del 2do al 5to nivel	18
Figura 3. Corte A-A del 1er al 5to nivel	19
Figura 4. Corte C-C del 1er al 5to nivel.....	19
Figura 5. Distribución de muros de espesor 15 cm	21
Figura 6. Área tributaria del muro X21	23
Figura 7. Distribución de Muros de 15 cm de espesor.	25
Figura 8. Distribución de losas macizas de 10 y 20 cm de Altura.....	26
Figura 9. Representación de escalera.	27
Figura 10. Plano de áreas tributarias de muros	31
Figura 11. Vista en Planta y 3D del modelo estructural en Etabs.....	33
Figura 12. Zonas Sísmicas.	34
Figura 13. Espectro de Respuesta de Pseudo aceleración dirección X-X.....	41
Figura 14. Espectro de Respuesta de Pseudo aceleración dirección Y-Y.....	41
Figura 15: Derivas Inelásticas en la dirección X.....	43
Figura 16: Derivas Inelásticas en la dirección Y.....	43
Figura 17: Geometría del Muro Md	49
Figura 18: Distribución de acero en el muro Md.....	53
Figura 19: Diagrama de Iteración en dirección X-X, Muro Md	54
Figura 20: Diagrama de Iteración en dirección Y-Y, Muro Md	54
Figura 21: Diagrama de Interacción X-X para determinar el Mu.....	56
Figura 22: Diagrama de Interacción Y-Y para determinar el Mu.....	57
Figura 23: Losa Típica, Espesores 10 cm y 20 cm (Naranja).....	62
Figura 24: Losa Azotea, Espesor de 10 cm	62
Figura 25: Momentos en la Dirección X-X (Tn-m/m) losa típica.	64
Figura 26: Momentos en la Dirección Y-Y (Tn-m/m).	66
Figura 27: Momentos en la dirección X-X (ton-m/m) losa de azotea	67
Figura 28: Momentos en la dirección Y-Y (ton-m/m) losa de azotea	68
Figura 29: Diagrama de fuerza cortante de la escalera - Piso típico.	70
Figura 30: Diagrama de momento Flector - Escalera piso típico.	71
Figura 31: Diseño de escalera 2do tramo típico.....	72
Figura 32: Presiones en el suelo debido a la combinación de carga muerta y viva. 74	74
Figura 33: Momentos Flector en la dirección X-X platea de cimentación.	75
Figura 34: Momentos Flector en la dirección Y-Y platea de cimentación.	76
Figura 35: Detalle de distribución de acero en la platea de cimentación.	78

RESUMEN

Objetivo: La presente tesis titulada “Análisis y diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles con muros de ductilidad limitada en la ciudad de Tacna - 2020”, tuvo por finalidad analizar y diseñar estructuralmente un Edificio de Vivienda Multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna en base al Reglamento Nacional de Edificaciones.

Metodología: Para realizar esta tesis fue necesario definir características del proyecto como ubicación, definición del modelo arquitectónico y obtención del estudio de mecánica de suelos para la obtención de la capacidad portante. Posteriormente se realizó el predimensionamiento, metrado de cargas, análisis y modelación estructural del proyecto mediante el uso del software ETABS para realizar el diseño de los elementos, se empleó las Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones para finalmente efectuar el análisis y discusión de resultados del proyecto.

Resultados: Se realizó el análisis estático y dinámico obteniendo la distorsión de entrepiso en la dirección X de 0.0012 y en la dirección Y de 0.0005, los cuales no sobrepasan la distorsión máxima permisible de 0.005 que establece la norma E.030. Para el diseño estructural se consideró muros de ductilidad limitada de 15 cm de espesor, losas macizas en dos direcciones con una altura de 10 cm en toda su extensión, exceptuando las áreas de los baños donde se utilizó 20 cm para facilitar las instalaciones sanitarias. Para la cimentación de la edificación se consideró una platea de cimentación de 30 cm de espesor y vigas de bordes e interiores de 30 x 80 cm.

Conclusión: Finalmente se concluye que los sistemas de Muros de Ductilidad Limitada presentan un adecuado comportamiento estructural ante la amenaza sísmica, ya que cumplen con los requisitos del Diseño Sismo resistente y del Diseño Estructural que plantea el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

Palabras Claves: Análisis estático y dinámico, distorsión máxima, Muros de Ductilidad Limitada, predimensionamiento. Capacidad portante.

ABSTRACT

Objective: This thesis entitled "Analysis and structural design of a multifamily housing building of 5 levels with walls of limited ductility in the city of Tacna - 2020", was intended to analyze and structurally design a Multifamily Housing Building of 5 levels with Walls of Limited Ductility in the City of Tacna based on the National Building Regulations.

Methodology: To realize this thesis it was necessary to define characteristics of the project such as location, definition of the architectural model and obtaining the study of soil mechanics to obtain the supporting capacity. Subsequently, the pre-dimensioning, load-taking, analysis and structural modelling of the project was carried out through the use of ETABS software to design the elements, the Rules of the National Building Regulations were used to finally carry out the analysis and discussion of project results.

Results: Static and dynamic analysis was performed obtaining mezzanine distortion in the X direction of 0.0012 and in the Y direction of 0.0005, which do not exceed the maximum permissible distortion of 0.005 set by E.030.

For the structural design, walls of limited ductility of 15 cm thick were considered, solid slings in two directions with a height of 10 cm in all its extension, except for the areas of the bathrooms where 20 cm was used to facilitate sanitary facilities. For the foundation of the building was considered a foundation plate of 30 cm thick and beams of edges and interiors of 30 x 80 cm.

Conclusion: Finally, it is concluded that the systems of Walls of Limited Ductility exhibit adequate structural behavior in the face of the seismic threat, since they meet the requirements of the Resistant Sismo Design and Structural Design posed by the National Building Regulations of Peru.

Keywords: Static and dynamic analysis, maximum distortion, Limited Ductility Walls, pre-dimensioning. Carrying capacity.

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Tacna presenta un crecimiento importante en su sociedad en los aspectos socioeconómico y comerciales, evidenciándose en la construcción de edificaciones de 4 niveles en promedio, los que tienen múltiples usos, estos edificios son principalmente de sistemas estructurales duales, por ello se propone la construcción de edificios con muros de ductilidad limitada ya que podría permitir una adecuada respuesta estructural para el uso de la edificación.

Las edificaciones con muros de ductilidad limitada son estructuras donde la respuesta sísmica es absorbida por muros de concreto de espesores reducidos, lo mismos que no pueden sometidos a desplazamientos inelásticos significativos, por otro lado, presentan un diseño efectivo que junto a los procesos constructivos adecuados permiten reducir los tiempos y costos de la construcción.

El análisis y los diseños de los elementos estructurales de muros, losa, viga, escalera y cimentación se efectuaron aplicando los lineamientos establecidos del reglamento nacional de edificaciones en los capítulos de E.020 - Cargas, E.030 - Diseño Sismorresistente, E.050 - Suelos y Cimentaciones y E.060 - Concreto Armado.

El presente estudio de investigación tiene como propósito determinar los criterios estructurales para diseñar un edificio considerando como sistema estructural los muros de ductilidad limitada, realizar el análisis sísmico y el diseño estructural de manera didáctica, para que nuevos investigadores sigan indagando sobre este tipo de sistema; para cumplir con los objetivos planteados se estructuró la tesis en 5 capítulos:

En el capítulo I, presenta el planteamiento del problema y formulación del problema, objetivos planteados, justificación, hipótesis y delimitación del estudio.

En el capítulo II, se presenta el marco teórico, en el que se exponen los precedentes del análisis, bases teóricas y definiciones de términos utilizados en el estudio y que sirven de base para el desarrollo del contenido de la propuesta,

se describe los antecedentes del problema, bases teóricas y la definición de términos básicos.

En el capítulo III, titulado Marco Metodológico, se desarrollan los aspectos metodológicos que sustentan el estudio, especificando el tipo, diseño, población y muestra, operacionalización, técnicas e instrumentos, valoración y análisis de la información.

En el capítulo IV, se presenta el diseño de la propuesta, especificando la descripción del proyecto, la estructuración, el pre-dimensionamiento de los elementos estructurales, el análisis sismo-resistente, el diseño estructural del edificio de vivienda multifamiliar.

En el capítulo V, se da a conocer la discusión de este trabajo de investigación.

Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos del estudio

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La ciudad de Tacna está ubicada en el extremo Sur del Perú, según el mapa de vulnerabilidad pertenece a una zona altamente sísmica, debido a ello se han generado importantes eventos sísmicos a lo largo de los últimos años como el terremoto del 23 de junio del 2001 con una intensidad máxima de 8° en la escala de Mercalli, con varias réplicas en los departamentos de Moquegua, Tacna y Arequipa. Con lo cual muchas edificaciones han sufrido daños producto de los sismos, los cuales siguen siendo difíciles de predecir, todo esto conlleva a realizar mejoras en los diseños sísmicos con el propósito de reducir las consecuencias por riesgo sísmico.

Debido a que estamos en una zona altamente sísmica se necesita investigar sobre ciertas edificaciones que puedan resistir a los sismos, se busca como alternativa de solución uno de los sistemas que mejor comportamiento tenga frente a los sismos, por tanto, es responsabilidad del profesional que elabora el estudio, realizar el análisis y diseño para proyectar estructuras capaces de soportar las fuerzas originadas por los sismos.

Actualmente el Programa Techo Propio impulsado por el estado peruano está facilitando el financiamiento de vivienda a familias peruanas de bajos recursos, por lo cual los proyectistas o empresas ejecutoras deberían optar por la ejecución del sistema mejor ligado a la seguridad misma.

Como lo menciona (Blanco, 2011), "A partir del año 2001 se impulsó nuevamente la construcción de edificaciones con muros de concreto armado debido que este sistema ayuda en el tiempo de ejecución de obra y al tener muros de espesores más delgados de 10, 12 y 15cm se incrementa los espacios útiles en las viviendas, ideología base en viviendas multifamiliares con áreas reducidas".

Por lo expuesto, bajo este contexto se hace evidente la necesidad de analizar el comportamiento estructural de una edificación de vivienda multifamiliar aplicando este tipo de sistema estructural con Muros de Ductilidad Limitada, recomendando las adecuaciones del proceso constructivo a la realidad

regional de Tacna bajo cumplimiento del reglamento nacional de edificaciones y normas vigentes de la construcción.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuáles son los criterios para realizar el Análisis y Diseño Estructural de un Edificio de Vivienda Multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna en base al Reglamento Nacional de Edificaciones?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Qué resultados se obtendrá con el análisis estructural de un Edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada ante solicitaciones estáticas y dinámicas, según la Norma E.030 - Diseño Sismo resistente?
- ¿Qué resultados se obtendrá con el diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada de acuerdo a los requerimientos establecidos en el Norma E.060 - Concreto Armado?
- ¿Qué tipo de cimentación es la más adecuada en el diseño de un edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles considerando los muros de ductilidad limitada como tipo de sistema estructural de acuerdo a la Norma E.050 – Suelos y Cimentaciones?

1.3. Justificación de la investigación

Desde el punto de vista científico, ya que el estudio permitirá brindar una mejor metodología de desarrollo para el análisis y diseño de edificaciones mediante el sistema de ductilidad limitada en la ciudad de Tacna aplicando el Reglamento Nacional de Edificaciones según las normas de diseño sismo resistente E.030, de Concreto Armado E.060 y de Suelos y cimentaciones E.050.

Desde el punto de vista social, el estudio permitirá que sea rápido, seguro y económico el proceso constructivo, disminuyendo daños y colapsos frente a terremotos raros de baja probabilidad de ocurrencia.

Por lo mencionado anteriormente la presente tesis contribuirá con aportes y criterios para el diseño de un edificio multifamiliar con muros de ductilidad de modo que pueda ayudar a profesionales y estudiantes a tomar mejores decisiones durante el desarrollo de la misma.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo general

Analizar y Diseñar Estructuralmente un Edificio de Vivienda Multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna en base al Reglamento Nacional de Edificaciones.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar el análisis estructural de un Edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada ante solicitaciones estáticas y dinámicas, según la Norma E.030 - Diseño Sismo resistente.
- Realizar el diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada de acuerdo a los requerimientos establecidos en el Norma E.060 - Concreto Armado.
- Determinar qué tipo de cimentación es la más adecuada en el diseño de un edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles considerando los muros de ductilidad limitada como tipo de sistema estructural de acuerdo a la Norma E.050 – Suelos y Cimentaciones.

1.5. Hipótesis de la Investigación

1.5.1. Hipótesis general

Siguiendo las especificaciones dadas en el reglamento Nacional de edificaciones, se obtiene un diseño óptimo y seguro para el Edificio de Vivienda Multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna.

1.5.2. Hipótesis específicas

- Del análisis estructural de un Edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada ante solicitaciones estáticas y

dinámicas, se obtiene una adecuada resistencia y ductilidad acorde a lo especificado en la Norma E.030 - Diseño Sismo resistente.

- Del diseño estructural por resistencia última de un edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada, se obtiene cuantías de acero que cumplen con lo establecido en el Norma E.060 - Concreto Armado.
- El tipo de cimentación es la más apropiada en el diseño de un edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles considerando los muros de ductilidad limitada como tipo de sistema estructural cumpliendo la Norma E.050 – Suelos y Cimentaciones.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel internacional

(Rojas & Ruiz, 2020), realizaron la investigación titulada “Análisis de estructuración en planta a partir de planos de arquitectura e ingeniería para edificios con Muros de Hormigón Armado, de la Universidad de Chile, en Santiago de Chile. El objetivo de este trabajo consiste en generar y analizar una base de datos con información representativa de edificios de hormigón armado destinados a uso habitacional en Chile. El análisis se divide en dos partes: la primera se basa en el estudio de los parámetros H/T (altura/período) y densidad de muros. Los resultados se comparan con estudios anteriores en torno a la caracterización de edificios de hormigón armado. La segunda parte, estudia las modificaciones en la estructuración entre el primer diseño de arquitectura en planta y la última revisión de ingeniería”.

(Almeida, 2015), desarrollo la tesis “Análisis Experimental de Muros Delgados de Hormigón Armado para Viviendas de Baja Altura”, de la Pontificia Universidad Católica de Chile, en Santiago de Chile. El objetivo de la tesis fue analizar el comportamiento sísmico de muros delgados de hormigón armado con malla de refuerzo central única y evaluar el tipo de acero y la cuantía de refuerzo en el comportamiento sísmico de los muros. Las primeras fisuras observadas en los especímenes fueron grietas diagonales en su mayoría, los ensayos terminaron cuando los muros no eran capaces de soportar más la carga lateral aplicada, teniendo como resultados que el comportamiento de los muros con malla electrosoldadas fue frágil debido a que la capacidad de elongación de la malla es limitada. Todos los muros fallaron por corte, que es la falla que se espera en este tipo de muros”.

2.1.2. A nivel nacional

(Egoabil, 2019), desarrolló la tesis titulada “Análisis y diseño estructural de un edificio de viviendas multifamiliares de 6 pisos con muros de ductilidad limitada de la Universidad Continental, en Huancayo. La investigación tuvo como objetivo determinar los criterios estructurales para diseñar un edificio

considerando los muros de ductilidad limitada como sistema estructural y realizar el análisis sísmico y el diseño estructural. Como la edificación se encuentra en una zona sísmica de peligro medio alto, se realiza el análisis estático y dinámico, cumpliendo con la distorsión máxima de entrepiso, 0.005 en ambos casos y en las dos direcciones (X y Y)”.

(Vargas & Terrazos, 2016), realizaron la investigación “Diseño estructural de un edificio de 7 pisos con Muros de Ductilidad Limitada, de la Pontificia Universidad Católica del Perú, en Lima. El objetivo del trabajo fue desarrollar el análisis sísmico con la norma sismorresistente E.030. Primero se desarrolla el análisis estático y luego el análisis dinámico. Se comprueba que los valores de las derivas en la dirección X y en la dirección Y son menores que el valor máximo especificado en la norma. También está enfocado en el diseño de los elementos estructurales, se efectúa el diseño por flexión, cortante y flexo compresión para muros, losas, escaleras y la platea de cimentación. Además, se calculan los parámetros de cuantía mínima para cada diseño y el acero requerido”.

2.1.3. A nivel local

(Cotrado, 2017), desarrollo la tesis de posgrado Titulada “Elaboración de curvas de Fragilidad de Muros de Ductilidad Limitada de 10 cm de Espesor, Basados en Ensayos Experimentales, Período 2011-2015, de la Universidad Privada de Tacna, la investigación tuvo como objetivo Contribuir con información para los estudios de vulnerabilidad sísmica en Edificios de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL), de 10cm de espesor, mediante la elaboración de curvas de fragilidad en base a 13 ensayos experimentales realizados en el laboratorio de estructuras del CISMID-UNI en el período 2011-2015, llegando a la conclusión que el muro de ductilidad limitada MDL -05 tuvo una mayor resistencia que el resto de los demás muros. Como también concluye que las curvas de fragilidad de componentes estructurales y no estructurales son una herramienta muy útil para establecer valores de distorsión permisibles para diferentes estados de daños”.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Criterios de estructuración

La presente tesis configura la vivienda, de modo que, la vivienda conserve un adecuado comportamiento sísmico. Para ello se considera como dato lo indicado en el texto (Blanco, 2011) “Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado del Ingeniero, recomienda que la estructuración sea simple y viable de manera que el análisis sismo-resistente sea lo más cercano a la realidad”, por ello se debe tomar en cuenta los siguientes criterios:

- Simplicidad y Simetría.
- Resistencia y Ductilidad.
- Hiperestaticidad y Monolitismo.
- Uniformidad y Continuidad de la Estructura.
- Rigidez lateral.
- Existencia de las losas que permitan considerar a la estructura como una unidad. (Diafragma Rígido)
- Influencia de los Elementos no Estructurales.

A. Simplicidad y simetría

Esto beneficia que el comportamiento de la estructura sea la más adecuada frente a un sismo, ya que es posible predecir el comportamiento con un mayor nivel de precisión y al tener simetría se evita la presencia de efectos torsionales.

B. Resistencia y ductilidad

La característica importante son los muros portantes los cuales hacen de que la estructura tenga un adecuado soporte sísmico.

En el sistema de muros de ductilidad limitada, los muros portantes en ambas direcciones permiten que tenga un desplazamiento acorde a lo indicado en la norma, por lo tanto se logra que no necesite mayor ductilidad como otros tipos de sistemas.

C. Hiperestaticidad y monolitismo

Los elementos constructivos están conectados entre sí, lo que permite un comportamiento único y a su vez es dable para que toda la estructura se comporte como un solo bloque.

D. Uniformidad y continuidad de la estructura

El diseño para este sistema determina que los departamentos opten por las mismas dimensiones en cada nivel, cumpliendo con el criterio de continuidad y uniformidad en la edificación.

E. Rigidez lateral

Proporcionar a la edificación de elementos estructurales que contribuyan rigidez lateral en ambas direcciones, de manera que pueda resistir fuerzas horizontales sin tener desplazamientos considerables.

F. Existencia de losas que permiten considerar a la estructura como una unidad (diafragma rígido).

Considerar las losas como elementos rígidos (losa maciza) en su plano, esto garantiza que las fuerzas de sismo se distribuyen de acuerdo a la rigidez y los elementos estructurales de un mismo nivel, en falta de torsión en planta tengan la misma deformación de lado.

G. Influencia de los elementos no estructurales.

En una estructura rígida como en la edificación, se cuenta con muros de concreto armado en dos direcciones principales, su rigidez es mucho mayor a comparación con la rigidez que aporta la tabiquería.

2.2.2. Análisis y Diseño estructural

Antes de desarrollar esta primera variable, es necesario citar algunas definiciones formuladas por distintos autores e involucrados en el tema.

2.2.2.1. Sistema Estructural de Muros de Ductilidad Limitada

(Norma E.060, 2009) indica que: “Es un sistema Estructural donde la resistencia ante las cargas sísmicas y cargas por gravedad, en las dos direcciones, está dada por muros de concreto armado que no pueden desarrollar

desplazamiento inelástico importantes. Los muros son de espesores reducidos, se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola hilera. Los sistemas de piso son losas macizas o aligeradas que cumplen la función de diafragma rígido”.

(Norma E.060, 2009), “Elemento estructural, generalmente vertical empleado para encerrar o separar ambientes, resistir cargas axiales de gravedad y resistir cargas perpendiculares a su plano proveniente de empujes laterales de suelos o líquidos. Las estructuras con ductilidad limitada están diseñadas para, o poseen una resistencia suficiente para, soportar acciones sísmicas entre los niveles correspondientes a la respuesta elástica y la respuesta con ductilidad completa”

(Delgado R. , 2016), sostiene: “Los edificios de muros de ductilidad limitada se caracterizan por tener muros delgados de concreto armado que reciben las cargas de gravedad y resisten las fuerzas horizontales de sismo. En estos edificios las losas se apoyan directamente sobre los muros delgados. Todos los muros tienen la función estructural no es posible cambiar o quitar muros a criterio de los usuarios para rediseñar la distribución de ambientes o realizar cambios en las instalaciones”.

2.2.3. Vivienda Multifamiliar con muros de ductilidad Limitada.

2.2.3.1. Definición

Se tiene las definiciones según los siguientes autores:

(Norma E.030, 2018), “Son edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de gravedad están aportadas por muros de concreto con espesores reducidos, sin extremos confinados y con refuerzo dispuesto en una sola capa”.

(Muñoz, 2006), “Define a las estructuras de muros de ductilidad limitada como edificios multifamiliares de 5 a 8 pisos con departamentos de mediano y bajo costo, de arquitectura modesta. Cada nivel con departamentos modulares alrededor de 80 m²”.

(Delgado, 2006), "Indica que las estructuras de muros de ductilidad limitada son edificios de muros portantes tanto para solicitaciones de gravedad como sísmicas, generalmente no tienen vigas y las losas se apoyan directamente sobre los muros".

Concluimos que los muros de ductilidad limitada, es un sistema estructural donde las solicitaciones de carga por sismo y gravedad están sujetas por muros de concreto armado en ambas direcciones, donde no pueden generar desplazamientos inelásticos significativos, que usualmente descartan extremos confinados. Así mismo se considera refuerzos verticales y horizontales que están distribuidos en una sola capa.

2.2.3.2. Consideraciones en la NTP

La Norma (Norma E.030, 2018) proporciona ciertas consideraciones de Uso de este tipo de sistema estructural, las que se especifican a continuación:

- Altura máxima de construcción: 8 pisos.
- Categoría para su aplicación: En edificios de Categoría C y en las zonas sísmicas 1, 2, 3 o 4 y en edificios de categoría B en la zona sísmica 1.
- Coeficiente de reducción: Para muros de ductilidad limitada se utilizará $R=4$.
- Regularidad en edificaciones: En las zonas 4 y 3, no se permiten irregularidades extremas, en la zona 2 no se permite irregularidad extrema excepto en edificios de 2 pisos y para la zona 1 no se tiene restricciones.
- Sótanos: son permitidos en estructuras donde los muros de ductilidad limitada tienen continuidad hasta llegar a la cimentación, o si este se encuentra contiguo al edificio, caso contrario no son permitidos.

2.2.3.3. Ventajas del sistema de MDL

Las ventajas de este sistema se han consolidado especialmente en tres ámbitos: en lo constructivo, en lo arquitectónico y en lo social.

(San Bartolomé, 2013), "En lo constructivo, la principal ventaja en los sistemas de MDL es la rapidez de su proceso constructivo en comparación con los sistemas tradicionales de albañilería. Esto se debe a que la distribución

similar permite el uso de encofrados fáciles de armar y desarmar, lo que permite construir un departamento por día”.

En lo arquitectónico, el empleo de encofrado permite diseñar departamentos por módulos, de modo que brinda acabados que sólo requieren tratamiento superficial o solaqueo, mientras tanto la ausencia de grietas y rajaduras representa un ahorro económico en el proceso constructivo.

(San Bartolomé, 2013), “En lo social, ya que el costo final de este tipo de sistema será menor en comparación con otros tradicionales, es una alternativa para la obtención de vivienda propia en familias de los sectores económicos”.

2.2.3.4. Desventajas del sistema de MDL

Mencionamos las desventajas en los tres puntos significativos mencionados con anterioridad:

(San Bartolomé, 2013), “Durante el proceso constructivo, este tipo de edificios es propenso a la formación de fisuras en muros y techos, la congestión de aceros y tuberías conduce a la formación de cangrejeras y segregación del concreto. Por otro lado, se pueden evidenciar problemas de empalmes de aceros a la misma altura”.

(Pómez, 2012), “Desde el punto de vista arquitectónico, se presentan incidencias en el confort de los ocupantes, ya que no son estructuras con adecuado aislamiento térmico. Del mismo modo presenta deficiencias acústicas, ya que los muros delgados no aíslan adecuadamente el ruido entre ambientes”.

(San Bartolomé, 2013), “En lo social, la formación de grietas genera desconfianza entre los usuarios. Por otro lado, dado que todos los muros tienen capacidad portante, imposibilita la modificación y ampliación de ambientes sin un adecuado estudio”.

2.3. Definición de términos

A continuación, se define los términos usados en la investigación:

- Magnitud: Cantidad de energía liberada durante un sismo. Se suele medir utilizando la escala de Richter.
- Intensidad: Efectos de que tuvieron las ondas sísmicas en la superficie terrestre. Se mide utilizando la escala de intensidad Mercalli Modificada.
- Ductilidad: Es la propiedad que define la posibilidad de la estructura o algunos de sus componentes estructurales de experimentar deformaciones más allá del límite elástico sin reducir de manera significativa su resistencia o rigidez.
- Muro de Corte: Placas o muros que reciben cargas horizontales paralelas a la cara del muro, las que generan importantes esfuerzos cortantes a la estructura.
- Deriva: Relación entre el desplazamiento lateral máximo dividido por la altura de entepiso, con este factor se determina si las derivas se encuentran dentro de lo establecido por la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente
- Estado Límite de Servicio: Involucra un mal funcionamiento de la estructura bajo cargas de servicio, y puede tener una mayor probabilidad de ocurrencia ya que no incide en la pérdida de vidas humanas, y son: Deflexiones excesivas, fisuraciones excesivas, vibraciones y corrosión de la armadura de refuerzo.
- Estado Límite Último: Involucra el colapso total o parcial, es un estado límite que debe tener una probabilidad muy baja ya que su ocurrencia puede conducir a la pérdida de vías humanas y económicas, las más comunes son: Agotamiento, colapso progresivo, inestabilidad, fatiga.
- Viga: Elemento estructural que conecta dos muros y de longitudes reducidas, estas vigas ayudan a disipar la energía y trabaja fundamentalmente a flexión.
- Losa: Elemento estructural que hace factible la existencia de los pisos y techos de la edificación, puede estar dispuesta en una dirección o dos direcciones y trabajaba fundamentalmente como diafragma rígido, puesto que mantiene la unidad de la estructura frente a cargas horizontales de sismo.
- Cimentación: Conjunto de elementos estructurales (zapatas y vigas, losa y vigas, cimientos corridos, etc.) cuya función es transmitir las cargas del edificio al suelo de fundación.

CPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Diseño de la Investigación.

3.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación por su finalidad es Aplicativo, del nivel integrativo, porque está orientada a realizar el Análisis y Diseño Estructural de un Edificio de Vivienda Multifamiliar con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna en base al Reglamento Nacional de Edificaciones.

3.1.2. Diseño de Investigación

El diseño de investigación causal evaluativo, que tiene el propósito de realizar el Análisis y Diseño Estructuralmente un Edificio de Vivienda Multifamiliar con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna en base al Reglamento Nacional de Edificaciones.

3.2. Población y muestra de estudios.

- **Población:** Está conformada por todas la Edificaciones de Vivienda Multifamiliar con Muros de Ductilidad Limitada en Tacna.
- **Muestra:** Está conformada por 01 Edificio de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada en el distrito de Gregorio Albarracín.

3.3. Operacionalización de Variables

Para el Análisis y Diseño Estructural de un Edificio de Vivienda Multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna se tienen variables dependientes e independientes que se determina de los parámetros de diseño.

Para el presente proyecto de investigación el diseño que se adopto es expresado en la siguiente ecuación:

$$Y = f(x)$$

Donde:

Y = Variable dependiente.

X = Variable independiente.

3.3.1. Variable independiente

X = Análisis y Diseño estructural.

Indicadores:

- Periodos y modos de vibración
- Desplazamientos y distorsiones de entrepiso
- Cuantías de acero

3.3.2. Variable dependiente

Y = Vivienda Multifamiliar con muros de ductilidad Limitada.

Indicadores: según el análisis y el comportamiento de cada elemento estructural.

- Sistema estructural
- Ubicación geográfica
- Capacidad portante
- Propiedades mecánicas de los materiales

3.4. Técnicas e instrumentos

Las técnicas empleadas en el presente trabajo son:

- Técnica documental, ya que se ha recolectado información a través de fuentes documentales que se relacionan con la problemática estudiada.
- Técnicas de procesamiento de datos, lo que nos ha servido para el análisis y diseño del muro.

Los instrumentos empleados fueron fichas de recolección de datos y entrevistas con especialistas en el diseño estructural.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Por cada objetivo específico, el procesamiento y análisis de datos se realizará de la siguiente manera:

- **Objetivo específico 1:** Realizar el análisis estructural de un Edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada ante solicitaciones estáticas y dinámicas, según la Norma E.030 - Diseño Sismo resistente.

Se realizará la simulación de la edificación con Muros de Ductilidad Limitada con el programa CSI Etabs para el análisis estático y dinámico con base a la Norma E0.30.

- **Objetivo específico 2:** Realizar el diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada de acuerdo a los requerimientos establecidos en el Norma E.060 - Concreto Armado.

Con los valores obtenidos de la simulación de la edificación con Muros de Ductilidad Limitada con el programa CSI Etabs se realizará el diseño de cada elemento de la edificación aplicando la norma E.060.

- **Objetivo específico 3:** Determinar qué tipo de cimentación es la más adecuada en el diseño de un edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles considerando los muros de ductilidad limitada como tipo de sistema estructural de acuerdo a la Norma E.050 – Suelos y Cimentaciones.

Se determinará el tipo cimentación de la edificación con Muros de Ductilidad Limitada con el programa CSI Safe que nos permite determinar el tipo de cimentación más adecuada para la edificación en base a la Norma E.050.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Estructuración y predimensionamiento.

4.1.1. Descripción del Proyecto.

La estructura del proyecto trata de un edificio de vivienda multifamiliar de 05 niveles sobre un terreno total de 236.73 m², se ubica en el Distrito de Gregorio Albarracín, cuenta con un área techada de 219.02 m² por piso, la altura de entrepiso es de 2.40 m y una altura total de 12.00 m.

El edificio cuenta con dos entradas que permite el acceso a los departamentos, en el 1er piso se encuentra la escalera, así como el elevador para transportar personas u objetos del 2do al 5to nivel de la edificación.

La planta del edificio es típica y tiene 4 departamentos por nivel las cuales están distribuidas de la siguiente manera: 01 sala-comedor, 01 cocina, 01 hall, 02 dormitorios y 01 baño. Cada departamento tiene un área aproximada de 46 m².

Las figuras 1 y 2 se muestran las plantas típicas del primer al quinto piso mientras que en las figuras 3 y 4 muestra el corte A-A, el corte C-C respectivamente.

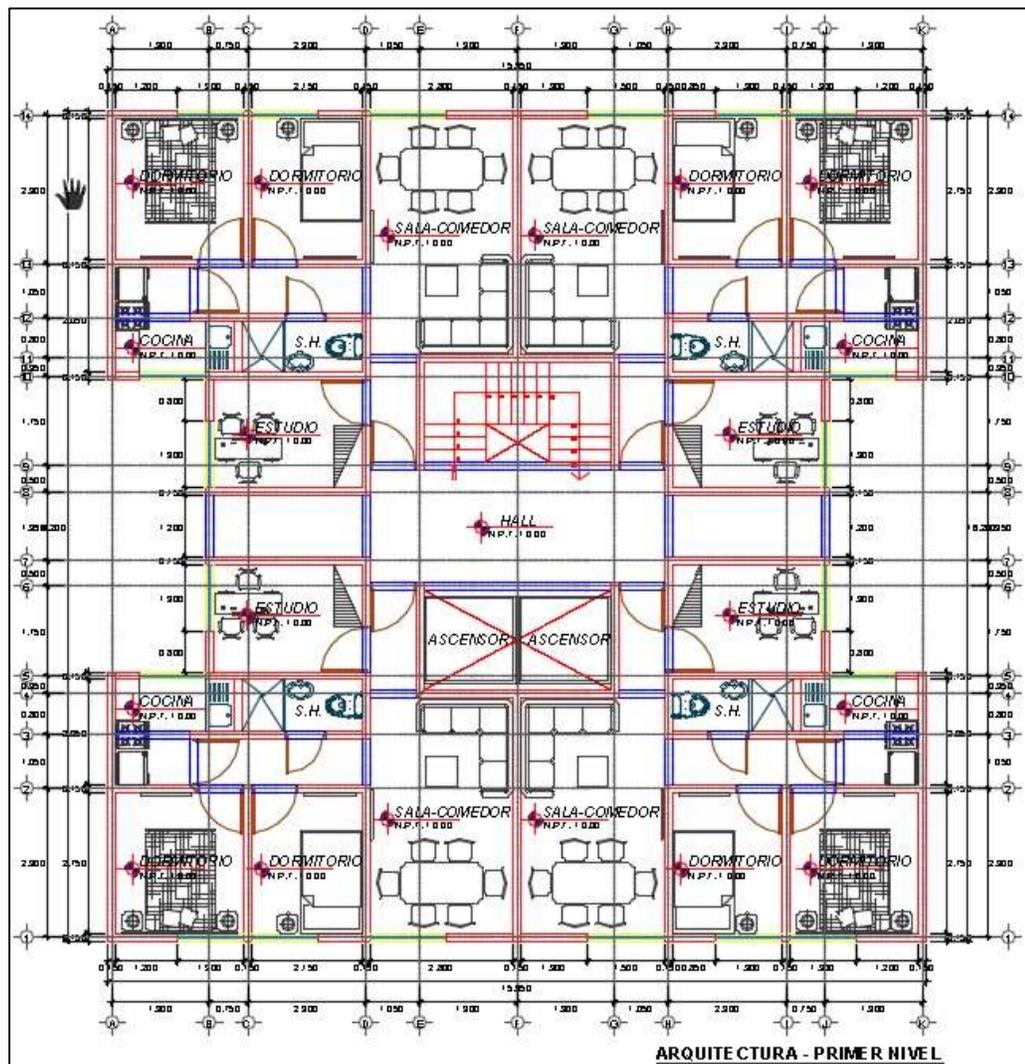


Figura 1. Arquitectura - Planta primer nivel

Fuente. Elaboración propia

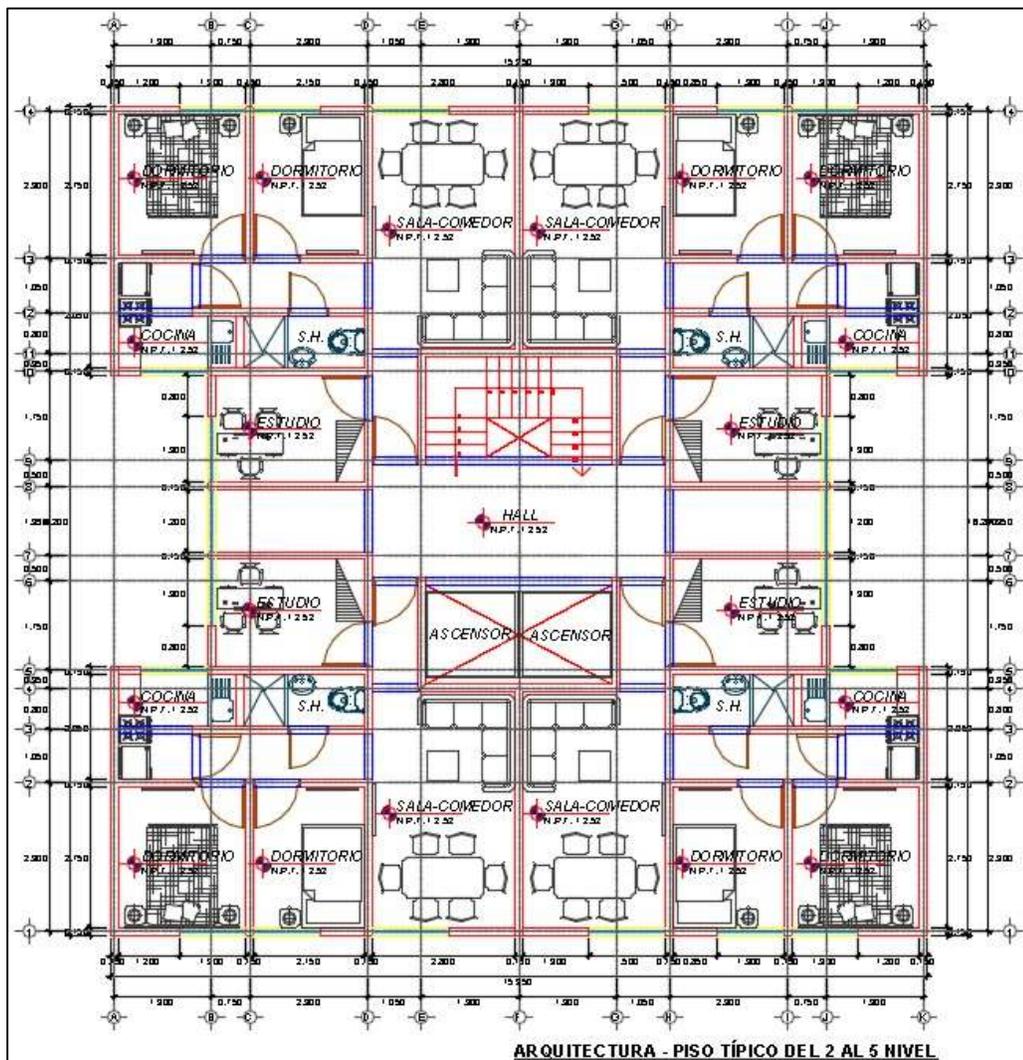


Figura 2. Planta típica del 2do al 5to nivel

Fuente. Elaboración propia

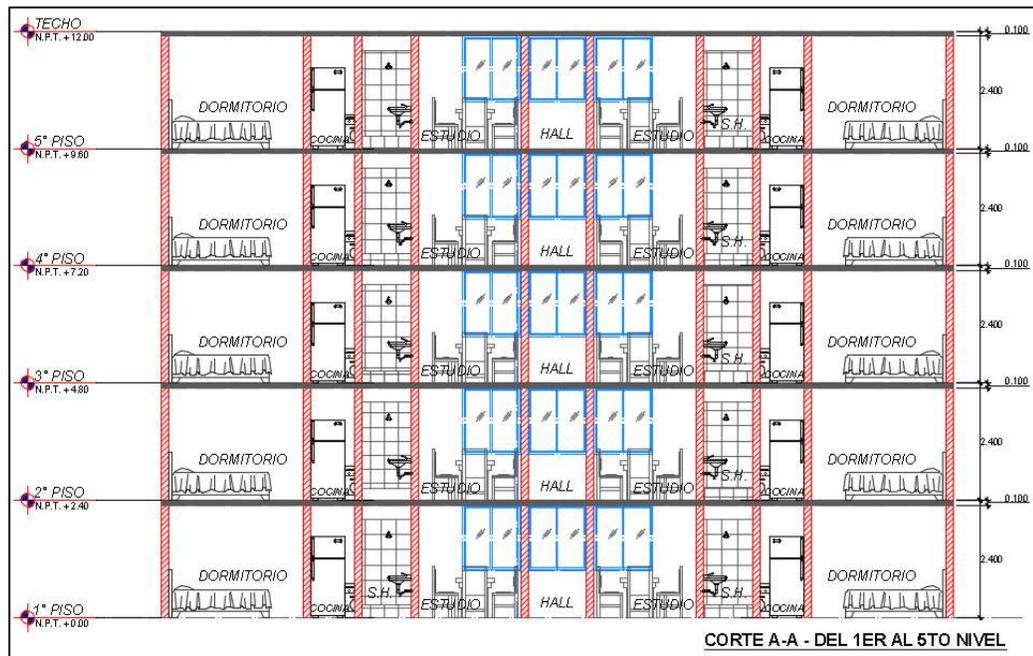


Figura 3. Corte A-A del 1er al 5to nivel

Fuente. Elaboración propia

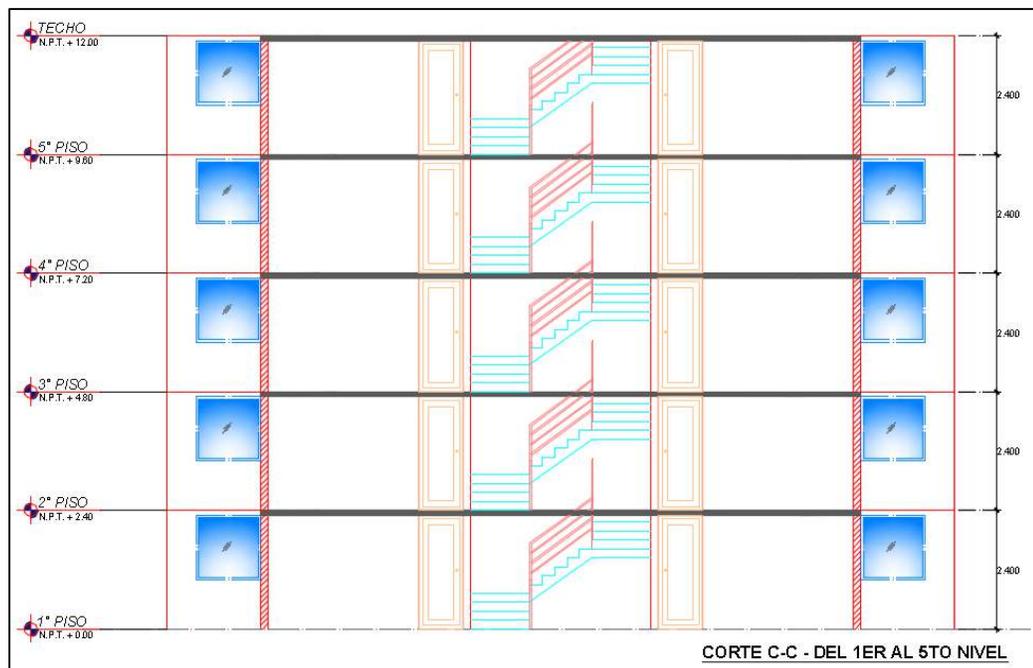


Figura 4. Corte C-C del 1er al 5to nivel

Fuente. Elaboración propia

4.1.2. Materiales seleccionados

Los materiales a utilizados son: concreto armado y acero de refuerzo proporcionado en obra.

4.1.2.1. Concreto

Material hidráulico conglomerante compuesto de cemento, arena, piedra y agua.

- Resistencia a la compresión $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2, 210 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson $\nu = 0.15$
- Módulo de elasticidad $E = 15000\sqrt{f'_c}$
- Peso específico $\gamma = 2.4 \text{ ton/m}^3$

4.1.2.2. Acero de refuerzo

Varillas corrugadas.

- Límite de fluencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad $E = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

4.1.2.3. Suelo:

La tabla 1 detalla las características del estudio de suelos considerado.

Los materiales que se usaron son concreto armado y acero de refuerzo puesto en obra.

Tabla 1.
Estudio de Mecánica de Suelos

Tipo de cimentación	Platea de concreto armado
Estrato de apoyo	Grava bien graduadas y pobremente graduadas.
Profundidad mínima de cimentación	DF=0.00m
Presión admisible	Mayores de 3 kg/cm ²
Profundidad de Nivel Freático	No encontrado
Recomendaciones adicionales	No se halló presencia de sulfatos ni sales agresivas. Usar cemento Portland Tipo I.
Agresividad del suelo a la cimentación	No detectada.

Fuente: Mapa de Peligros de la ciudad de Tacna 2004.

4.1.3. Predimensionamiento

4.1.3.1. Muros de Ductilidad Limitada

La vivienda multifamiliar esta íntegramente estructurado por muros delgados de concreto armado, los que están modelados para resistir combinaciones de fuerza cortante, fuerza axial y momentos provocados por oscilaciones sísmicas; empleamos muros delgados de concreto que tienen un grado de asimilación con la albañilería armada y no demuestran desplazamientos inelásticos sustanciales debido al poco espacio en las paredes sin contar que no posee confinamiento en las esquinas.

La edificación está compuesta por muros de 15cm como se observa en el plano.

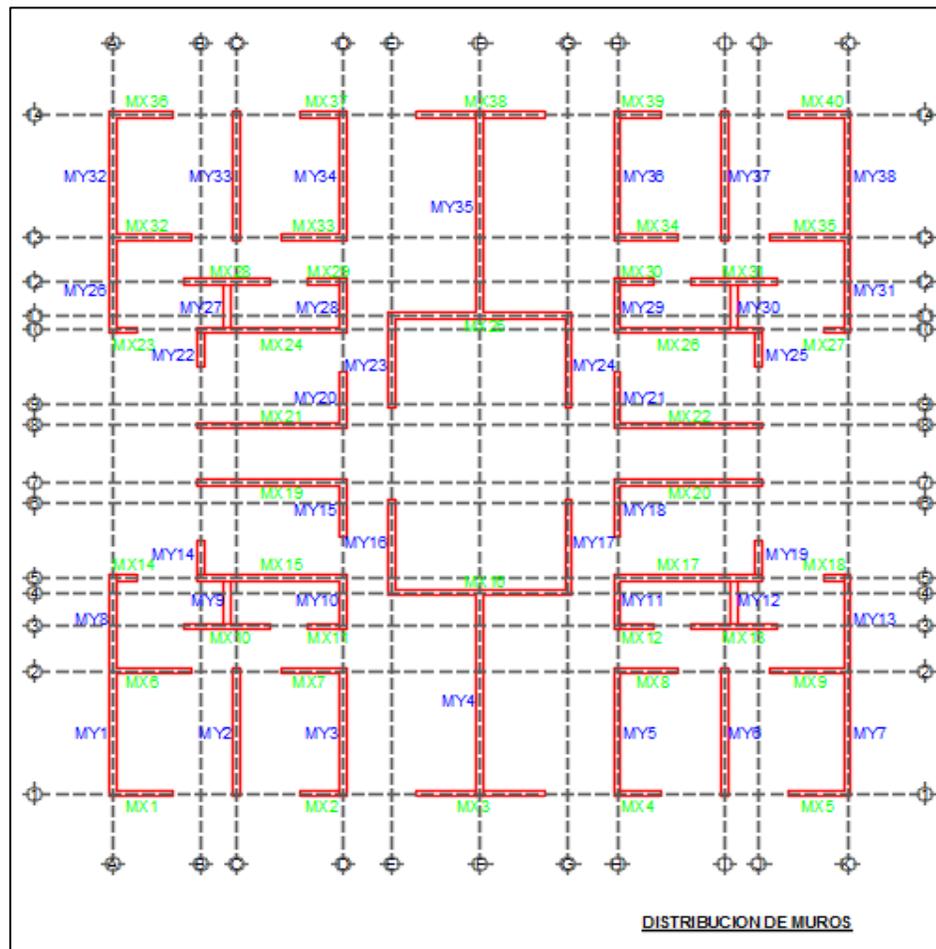


Figura 5. Distribución de muros de espesor 15 cm

Fuente. Elaboración propia

Tabla 2.
Consideraciones a tomar para el diseño

Norma	Artículo	Diseño
Según en el RNE Norma E.060 Concreto Armado:	Artículo 21.9.3.2 “El espesor del alma de los muros de corte no deberá ser menor de 1/25 de la altura entre elementos que le proporcionen apoyo lateral ni menor de 150mm, salvo para los sistemas estructurales de muros de ductilidad limitada, para los cuales el espesor mínimo del alma no deberá ser menor de 100 mm”.	Para nuestro diseño se tomó 15 cm de espesor del muro.
Según en el RNE Norma E.030 Diseño Sismo resistente	Artículo 3.2.1 “Con este sistema se puede construir como máximo 8 pisos”	Nuestro diseño es 5 pisos.

Fuente: Elaboración Propia

En concordancia con el Capítulo 14 ítem 14.5 de RNE Norma E.060 Concreto Armado: “se deberá verificar que la resistencia del muro a compresión sea mayor a las cargas actuantes amplificadas. De lo contrario se deberá aumentar el espesor del muro. Esta verificación es para Muros de Ductilidad Limitada y para muros estructurales”.

La siguiente expresión determina la resistencia a carga vertical de un muro diseñado como elemento en compresión:

$$\phi P_{nw} = 0.55 \times \phi \times f'_c \times A_g \times \left[1 - \left(\frac{k \times l_c}{32 \times t} \right)^2 \right]$$

Donde :

- ϕ : 0.7
- f'_c : 175 kg/cm²
- l_c : Distancia vertical entre apoyos
- k : Factor de restricción = 0.8
- A_g : Área bruta de la sección

- t : Espesor del muro

Se debe verificar la siguiente expresión: $P_u \leq \phi P_{nw}$ en caso contrario se deberá aumentar el espesor del muro.

El muro X-21 de 0.15 m de espesor y 3.20 m de longitud como se muestra en la siguiente figura 6.



Figura 6. Área tributaria del muro X21

Fuente. Elaboración propia

Muro X21:

Calculo de $P_u \leq \phi P_{nw}$:

Donde :

- ϕ : 0.7
- f'_c : 175 kg/cm²
- l_c : 240 cm
- k : Factor de restricción = 0.8
- A_g : 320 cm x 15 cm = 4800 cm²
- t : 15 cm

Reemplazando valores en la formula se tiene.

$$\phi P_{nw} = 0.55 \times 0.7 \times 175 \times 4800 \times \left[1 - \left(\frac{0.8 \times 320}{32 \times 15} \right)^2 \right] = 231.41 \text{ Tn}$$

Analizamos el área tributaria de cargas del muro X21:

Carga última (W última):

- Área tributaria del Muro X21 = 3.89 m².
- Área en planta del muro = 3.20 x 0.15 = 0.48 m².
- Altura total = 2.40 m x 5 pisos = 12.00 m.
- Peso Específico de Concreto = 2.40 ton/m³.

$$W_{\text{muro}} = 0.48 \text{ m}^2 \times 12.00 \text{ m} \times 2.40 \text{ tn/m}^3 = 13.82 \text{ tn}$$

- Losa maciza de h = 10.00 cm.
- Wpiso terminado = 50kg/m².

$$W_{\text{techo}} = 0.10 \times 3.89 \times 2.40 \times 5 \text{ pisos} = 4.67 \text{ tn}$$

$$W_{\text{piso terminado}} = 0.05 \times 3.89 \times 5 \text{ pisos} = 0.97 \text{ tn}$$

$$\mathbf{W_{\text{muerta}} = 13.82 + 4.67 + 0.97 = 19.46 \text{ tn}}$$

- Wviva (piso típico) = 0.20 tn/m² (según norma E020).
- Wviva (azotea) = 0.10 tn/m² (Según norma E020).

$$W_{\text{viva}} = (0.20 \times 3.89 \times 4 \text{ pisos}) + (0.1 \times 3.98 \times 1 \text{ piso}) = 3.51 \text{ tn}$$

$$W_{\text{última}} = 1.40(\text{CM}) + 1.70(\text{CV})$$

$$\mathbf{W_{\text{última}} = 1.4(19.46) + 1.70(3.51) = 33.21 \text{ tn}}$$

Tenemos:

$$P_u \leq \phi P_{nw}$$

$$33.21 \text{ tn} \leq 231.41 \text{ tn} \rightarrow \text{SI CUMPLE}$$

Por lo tanto, al cumplirse con la condición $P_u \leq \phi P_{nw}$ podemos deducir que los espesores de muros asumidos son los adecuados para el diseño.

En la figura 7 se muestra la distribución de los muros en planta.

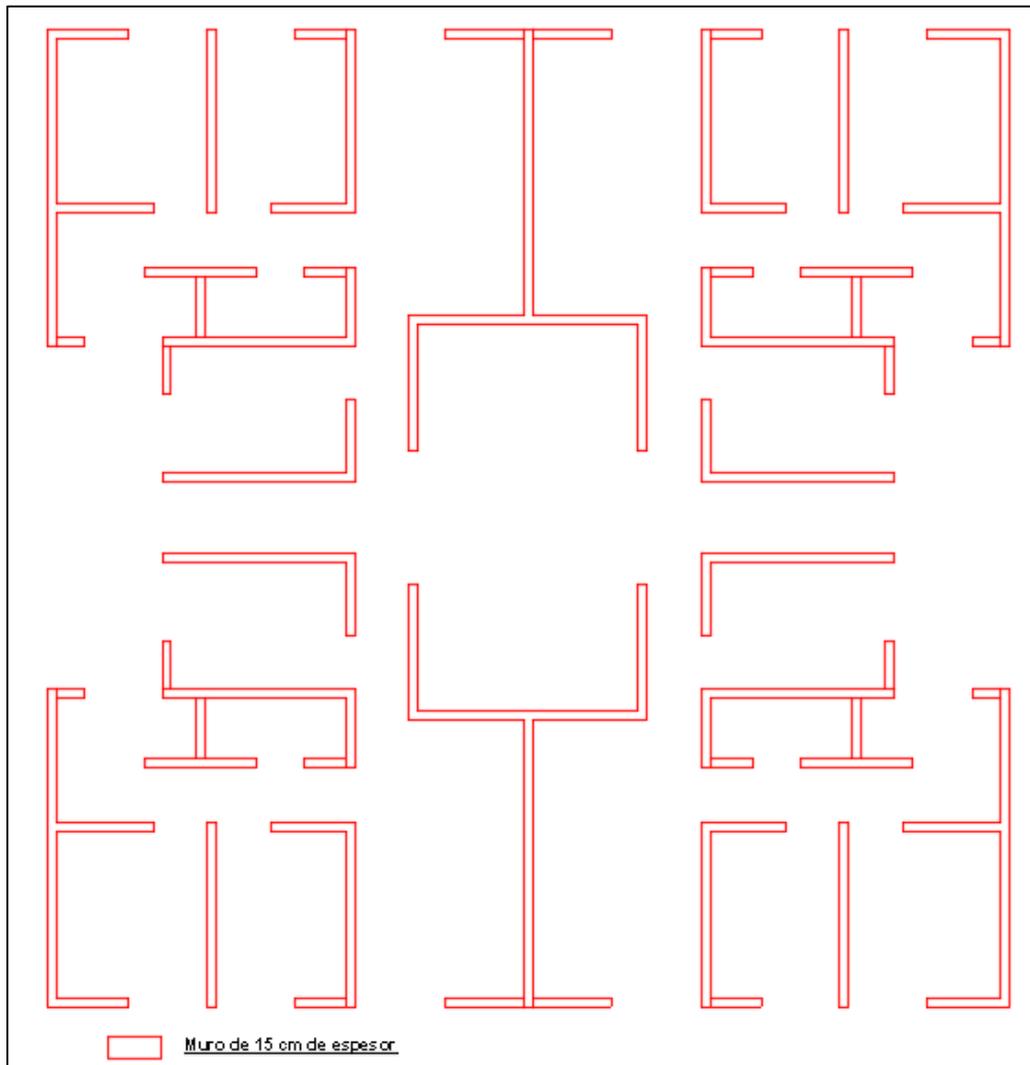


Figura 7. Distribución de Muros de 15 cm de espesor.

Fuente. Elaboración propia

4.1.3.2. Losas Macizas

En este sistema mayormente se utiliza losas macizas y son principalmente en 2 direcciones debido a la simetría de la edificación. En el texto de (Blanco, 2011) indica que “el espesor del paño debe ser mayor al perímetro dividido entre 180” para ello se tomó el perímetro entre los tramos 1-4 y D-F.

$$h \geq \frac{\text{Perímetro}}{180} \rightarrow h \geq \frac{1480}{180}$$

$$h \geq 8.22 \text{ cm}$$

Ya que nos da un resultado de 8.22 cm de altura, se seleccionó una losa de 10 cm de espesor para toda el área, a excepción de las áreas de baño, las cuales tienen losas de 20 cm de espesor con el fin de facilitar las instalaciones sanitarias.

En la siguiente figura 8, se muestra el plano de distribución de losa maciza del piso típico.

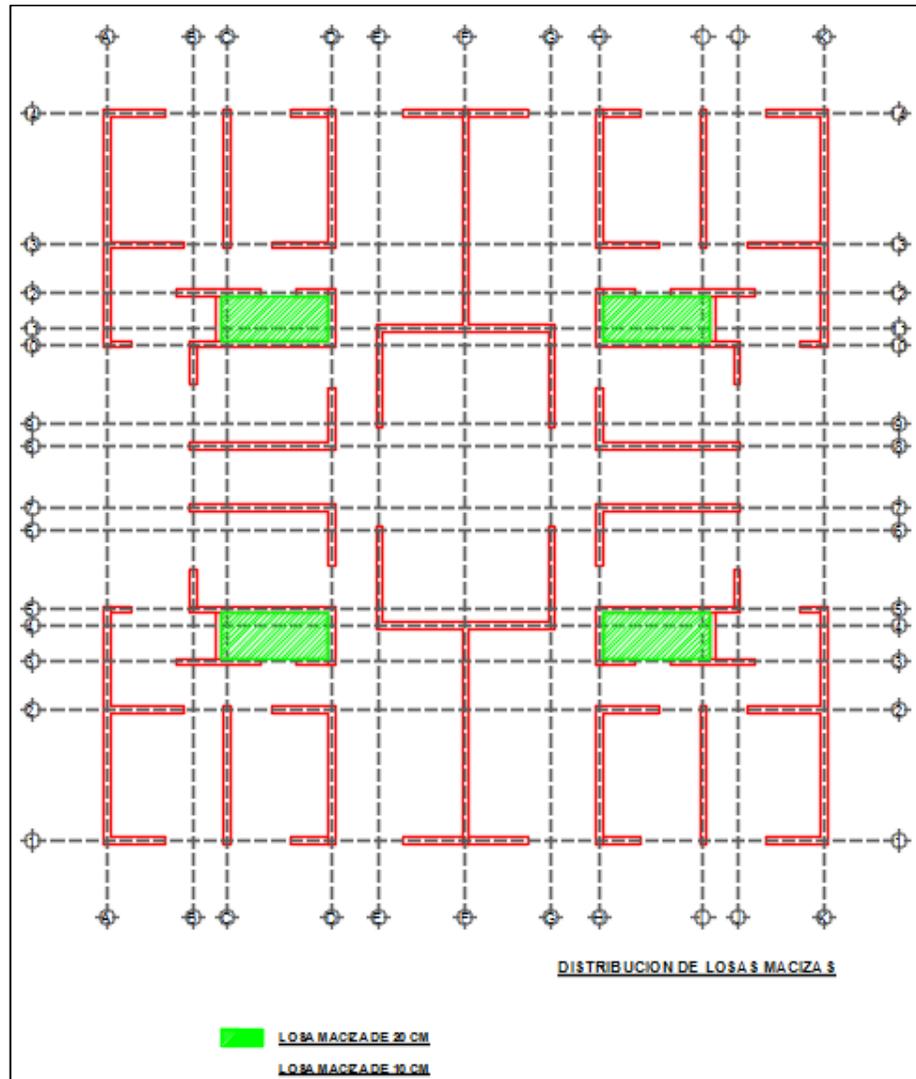


Figura 8. Distribución de losas macizas de 10 y 20 cm de altura.

Fuente. Elaboración propia

4.1.3.3. Escaleras

La figura 9, se muestra un esquema de la escalera.

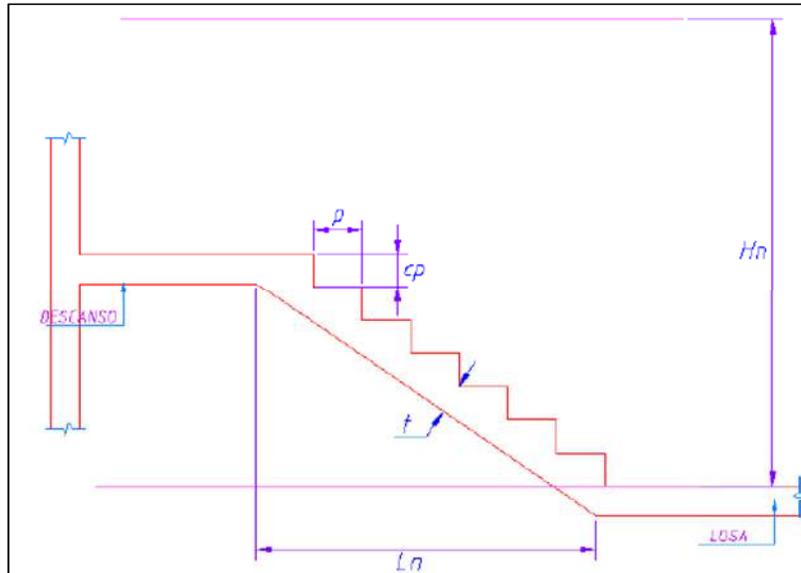


Figura 9. Representación de escalera.

Fuente. Elaboración propia

Se tiene:

H_n : Altura de entrapiso

L_n : Proyección horizontal del tramo inclinado de la escalera

p : Paso

cp : Contrapaso

t : Espesor de garganta

Para la dimensión del paso se tomó un valor de $p = 0.25$ m.

El contrapaso se determina con la división de la altura de entrapiso entre el número de contrapasos que se presenta en el plano de arquitectura. En este caso se tiene una altura de entrapiso de 2.40 metros y 14 contrapasos, por lo tanto la expresión es:

$$cp = \frac{H_n}{\text{contrapasos}} \rightarrow \frac{2.40}{14} = 0.171 \text{ m}$$

El espesor de la garganta de la escalera se halló considerando la siguiente expresión:

$$t = \frac{Ln}{25} \approx \frac{Ln}{20}$$

En la arquitectura propuesta la proyección horizontal mide 1.25 metros. Como se ve en la tabla 3 el espesor de garganta deberá tener como mínimo una dimensión de 0.05 m, para este proyecto se tomó un espesor de 0.15 m con el fin de facilitar el vaciado de concreto y evitar inconvenientes de vibración.

Tabla 3.
Espesor de garganta de escalera

	Ln/25	Ln/20
t (espesor de garganta)	0.05 m	0.06 m

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 4 muestra los valores del pre dimensionamiento de la escalera.

Tabla 4.
Valores característicos de la escalera

Hn	2.40 m
Ln	1.25 m
p	0.25 m
cp	0.171 m
t	0.15 m

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Metrado de cargas

De acuerdo a los elementos estructurales, el metrado se realizó a partir de dos aspectos: El metrado por cargas de gravedad que se efectuó para las losas macizas y escaleras. Y el metrado por cargas de sismo para verificar la longitud de los muros de ductilidad limitada en ambas direcciones.

4.2.1. Medrado de cargas por gravedad

4.2.1.1. Medrado de Losa maciza

Se consideraron losas macizas de 10 cm y de 20 cm de espesor, así mismo un piso terminado de 2.5 cm de espesor con un peso de 50 kg/m². Las tablas 5 y 6 muestran el medrado de cargas tanto para piso típico y azotea respectivamente.

Tabla 5.
Medrado de losa maciza típica

Losa techo típico	Peso propio (kg/m ²)	Piso terminado (kg/m ²)	Total carga muerta (kg/m ²)	Total carga viva (kg/m ²)
h=0.10 cm	240	50	290	200
h=0.20 cm	480	50	530	200

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6.
Medrado de losa maciza de azotea

Losa techo típico	Peso propio (kg/m ²)	Piso terminado (kg/m ²)	Total carga muerta (kg/m ²)	Total carga viva (kg/m ²)
h=0.10 cm	240	50	290	100

Fuente: Elaboración Propia

4.2.1.2. Medrado de Escalera

Para el medrado de la escalera se destinó una carga muerta como recomendación del Ingeniero (San Bartolomé, 2013). Se empleó una carga viva de 200kg/m² tal como indica la Norma de Cargas E.020.

Mediante la siguiente expresión, determinamos el peso por metro cuadrado de escalera:

$$W_{escalera} = \gamma \left[\frac{cp}{2} + t \cdot \sqrt{\left(\frac{cp}{p}\right)^2 + 1} \right]$$

$$w_{pp} = 2.4 x \left[\frac{0.171}{2} + 0.15 x \sqrt{\left(\frac{0.171}{0.25}\right)^2 + 1} \right]$$

$$w_{pp} = 0.64 \text{ ton/m}^2$$

Datos:

cp : contrapaso = 0.171 cm

p : paso = 0.25 m

t : espesor de la losa de la escalera = 0.15 cm

Sustituyendo los valores se tiene:

Carga muerta:

$$\text{Peso propio} \rightarrow W_{escalera} = 0.64 \text{ Tn/m}^2$$

$$\text{Piso terminado} \rightarrow 0.05 x 1.$$

Carga viva:

$$Cv (\text{vivienda}) = 0.20 x 1.00 = 0.20 \text{ tn/m}$$

Carga última:

$$Wu = (1.4 x 0.69) + (1.7 x 0.20) = 1.31 \text{ tn/m}$$

4.2.2. Metrado por cargas de sismo

4.2.2.1. Metrado de Muros de Ductilidad Limitada

Se verificó la longitud de muros en cada dirección, para este cálculo se considerará que el 100% de la cortante basal será absorbida en su mayoría por el área del concreto.

Para poder determinar el espesor del muro se debe de asignar a cada pared un peso del techo, a esa actividad se la llama "Ares tributarias", el cual radica en dibujar en el encuentro de muros líneas a 45°.

El peso que se les asigna a cada pared es su propio peso. En la figura 10 se muestra el área tributaria para cada muro:

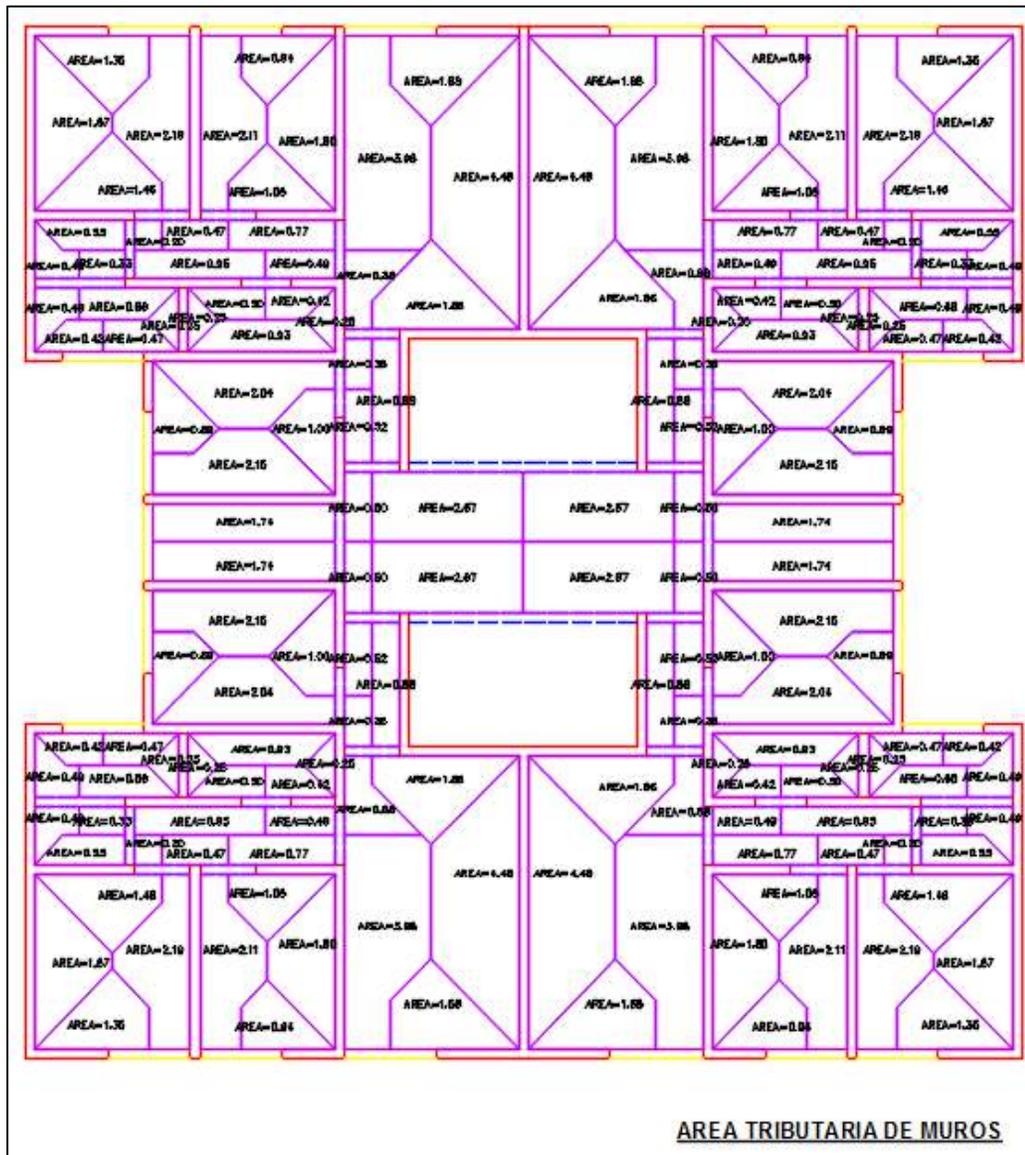


Figura 10. Plano de áreas tributarias de muros

Fuente. Elaboración propia

Se realiza el metrado para el Muro X21.

Tenemos:

$$\text{Área muro} = 3.20 \times 0.15 = 0.48 \text{ m}^2$$

$$\text{Áltura de muro} = 2.40 \text{ m}$$

$$\text{Peso específico del concreto} = 2.40 \text{ tn/m}^3$$

$$\text{Área tributaria} = 3.89 \text{ m}^2$$

Calculamos:

$$W_{muro} = H. \text{ muro} * A. \text{ muro} * \text{Peso esp. del concreto}$$

$$W_{muro} = 2.40 \times 0.48 \times 2.40 = 2.765 \text{ tn}$$

$$W_{techo} = 0.10 \times 3.89 \times 2.40 = 0.934 \text{ tn}$$

$$W_{piso \text{ terminado}} = 0.05 \times 3.89 = 0.149 \text{ tn}$$

$$W_{muerta} = 0.934 + 0.149 = 1.083 \text{ tn} = 1.08 \text{ tn}$$

Tabla 7.

Metrado de cargas del muro X21

Piso	hmuro (m)	Wmuro (tn)	Wtecho + Pterm (tn)	Área tributaria (m2)	Carga viva (tn)	Carga viva (tn)
5	2.40	2.77	1.08	3.89	0.10	0.389
4	2.40	2.77	1.08	3.89	0.20	0.778
3	2.40	2.77	1.08	3.89	0.20	0.778
2	2.40	2.77	1.08	3.89	0.20	0.778
1	2.40	2.77	1.08	3.89	0.20	0.778
			Total =	19.45	Total =	3.890

Fuente. Elaboración propia

4.3. Análisis sísmico

4.3.1. Descripción del análisis

El análisis sísmico busca hallar las fuerzas y desplazamientos que se producen en cada uno de los elementos estructurales del edificio, para realizar el diseño respectivo.

4.3.2. Modelo Estructural

Para el análisis del edificio se realizó un modelo tridimensional mediante el uso del software ETABS (Figura 11). Los muros fueron modelados como elementos bidimensionales de 15 cm de espesor.

Para cada piso de la estructura se estableció un diafragma rígido con tres grados de libertad por piso y todos los elementos verticales fueron empotrados en la base.

Las cargas debidas al peso de las losas fueron establecidas a elementos área (membrana), ya que su función principal es la transferencia de las cargas gravitacionales a los muros.

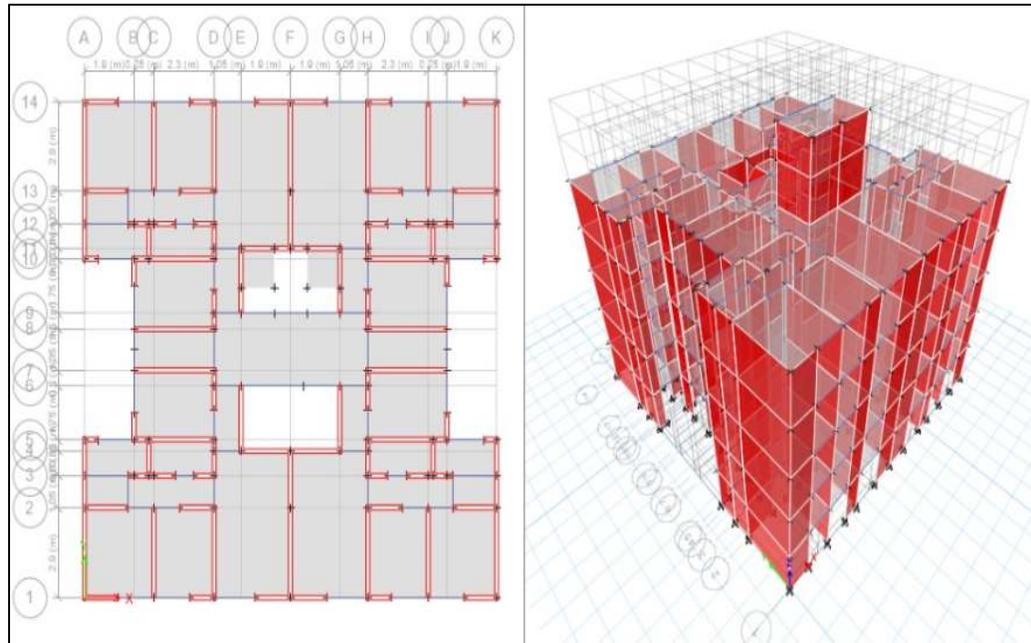


Figura 11. Vista en Planta y 3D del modelo estructural en Etabs

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3. Parámetro y requisitos generales

A continuación, se describen los parámetros según la Norma E.030 (2018)

4.3.3.1. Parámetros de sitio

A. Zonificación sísmica del Perú: factor z

El país cuenta con 4 zonas sísmicas; a cada zona se asigna un factor Z según indica en la figura 12. De acuerdo a la ubicación geográfica, la ciudad de Tacna está contemplada como Zona 4 y en la tabla 8 se indica el factor zona por lo cual se considera un valor de $Z=0.45$.

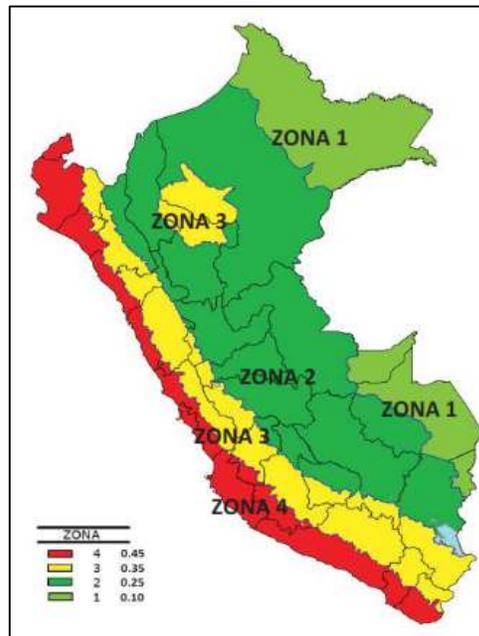


Figura 12. Zonas Sísmicas.
Fuente: Norma E030 (2018)

Tabla 8.

Factores de Zona “Z”

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Elaboración Propia

B. Condiciones geotécnicas: factor S y Tp

(Norma E.030, 2018), “Para efectos de esta norma se clasifica a los perfiles de suelo de acuerdo a sus propiedades mecánicas, a la profundidad del estrato, al período fundamental de vibración y a la velocidad de propagación de las ondas de corte; según esta clasificación se consideran cinco perfiles de suelo, los mismos que van asociados a un factor de amplificación S y a un parámetro Tp”.

De acuerdo al Instituto Nacional de Defensa Civil – “Mapa de peligros de la ciudad de Tacna” tenemos como dato que el suelo sobre el cual se cimentara el proyecto es Grava bien graduadas (GW) y Gravas pobremente Graduadas (GP) y tiene una capacidad portante mayor a $Q_{adm} = 3.00 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 9.
Factor de Suelo “S”

SUELO ZONA	S_0	S_1	S_2	S_3
Z_4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z_3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z_2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z_1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Norma E030 (2018)

Tabla 10.
Periodos T_p y T_L

	Perfil de Suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
$T_p(S)$	0.3	0.4	0.6	1.0
$T_L(S)$	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Norma E030 (2018)

De la Norma E.030 (2018) obtenemos que el tipo de Suelo por su condición Geotécnica es del tipo S2, de la Tabla 9 obtenemos el factor de Suelo cuyo valor es $S = 1.05$, de la tabla 10 obtenemos los valores de T_p y T_L siendo estos 0.6 y 2.0.

C. Factor de amplificación sísmica: factor C

(Norma E.030, 2018), “Este coeficiente es interpretado como el factor de amplificación de la respuesta de la estructura con respecto a la aceleración del suelo”. Como indica el artículo 14 de la norma, este factor se consigue con la siguiente expresión:

$$C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T} \right); C \leq 2.5$$

Donde:

T es el período de la estructura que se define en el numeral 28.4, concordado con el numeral 29.1 de la norma.

Entonces tenemos que $T = 0.2$ Seg. (Obtenido en el ítem 4.4.1) y $T_p = 0.4$, entonces se cumple que:

$$T < T_p \rightarrow 0.2 < 0.4 \text{ por lo tanto, } C=2.5$$

4.3.3.2. Requisitos generales

A. Categoría de las Edificaciones.

Según el Artículo 15 definido en la tabla N° 5 de la Norma E030 la categoría del edificio se clasifica como categoría “C” – Edificaciones Comunes y le corresponde un factor de uso de $U = 1$

B. Sistema Estructural.

La norma actual plantea un análisis más íntegro para determinar el factor de reducción (R). El cual se determina como el producto de la multiplicación de un dato elemental por el tipo de sistema estructural y otros basados en el análisis de la irregularidad en planta y en altura como se muestra a continuación:

$$R = R_0 \times I_a \times I_p$$

Donde:

R_0 : Coeficiente básico de Reducción

I_a : Factor irregularidad en altura

I_p : Factor irregularidad en planta

Para el presente análisis se consideró:

- Un sistema estructural de Muros de ductilidad limitada cuyo Coeficiente Básico de reducción es $R_0 = 4$.
- La estructura presente irregularidades. Por lo tanto.

$$R = R_0 \times I_a \times I_p = 4 \times 0.9$$

$$R = 3.6$$

4.4. Análisis estático

4.4.1. Periodo fundamental de vibración

El cálculo del periodo fundamental de vibración en cada dirección es determinado por la siguiente expresión:

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

Donde:

$$C_T = 60$$

$$h_n = 12.00 \text{ m}$$

Para las direcciones X e Y, remplazamos en la formula.

$$T = \frac{h_n}{C_T} = \frac{12.00}{60} = 0.2 \text{ seg.}$$

4.4.2. Fuerza cortante en la base

La fuerza cortante total en la base de la estructura, se determina por la siguiente expresión:

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

Donde:

$$Z = 0.45$$

$$U = 1$$

$$S = 1$$

$$C = 2.5$$

$$R = 3.6$$

$$V = \frac{0.45 \times 1 \times 2.5 \times 1}{3.6} \times 1041.89$$

$$V = 325.59 \text{ Tnf}$$

4.5. Análisis dinámico

Según la (Norma E.030, 2018), indica que “existen dos formas de realizar el análisis dinámico, el primero es de una superposición espectral y el segundo es un análisis tiempo – historia”.

4.5.1. Análisis de modos de vibración

La vivienda multifamiliar contempla diafragmas rígidos en todos los niveles, 03 modos de vibración por nivel (02 de desplazamiento y 01 de giro). Teniendo un total de 15 modos de vibración por los 05 niveles.

Tabla 11.
Periodos y porcentaje de masas participativas en cada dirección

Modo	Periodo (s)	%Masa Participativa X-X	%Masa Participativa Y-Y
1	0.160	69.00	0.00
2	0.126	0.00	0.00
3	0.111	0.00	71.00
4	0.057	2.00	0.00
5	0.044	0.00	3.00
6	0.044	0.00	0.00
7	0.037	0.00	0.00
8	0.035	19.00	0.00
9	0.030	0.00	0.00
10	0.028	0.00	8.00
11	0.025	0.00	10.00
12	0.021	1.00	0.00
13	0.016	5.00	0.00
14	0.014	0.00	0.00
15	0.013	0.00	5.00

Fuente: Elaboración Propia

Según la (Norma E.030, 2018), en el numeral 29.1.2. nos indica que: “en cada dirección se considere aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, además debe tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección del análisis”.

En las siguientes tablas 12 y 13 expresan los modos de vibración para cada dirección.

Tabla 12.
Modo de vibración predominante en la dirección X-X

Modo	Periodo (s)	%Masa Participativa X-X
1	0.160	69.00
8	0.035	19.00
13	0.016	5.00
TOTAL		93.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13.
Modo de vibración predominante en la dirección Y-Y

Modo	Periodo (s)	%Masa Participativa Y-Y
3	0.111	70.00
10	0.028	8.00
11	0.025	10.00
15	0.013	5.00
TOTAL		94.00

Fuente: Elaboración Propia

4.5.2. Análisis de aceleración espectral

Utilizaremos un espectro inelástico de pseudo aceleración en ambas direcciones X-X y Y-Y, el cual está definido por la siguiente expresión:

$$S_a = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot g \quad (m/s^2)$$

En la Tabla 14, se muestra los valores de la pseudo aceleración para un rango de 0 a 2 segundos intervalos de 0.05 segundos.

Tabla 14.
Valores de Sa para cada Periodo.

T	Sa Dir X- X	Sa Dir Y- Y	T	Sa Dir X- X	Sa Dir Y- Y
0.00	2.897	2.897	1.05	1.655	1.655
0.05	2.897	2.897	1.10	1.580	1.580
0.10	2.897	2.897	1.15	1.511	1.511
0.15	2.897	2.897	1.20	1.449	1.449
0.20	2.897	2.897	1.25	1.391	1.391
0.25	2.897	2.897	1.30	1.337	1.337
0.30	2.897	2.897	1.35	1.288	1.288
0.35	2.897	2.897	1.40	1.242	1.242
0.40	2.897	2.897	1.45	1.199	1.199
0.45	2.897	2.897	1.50	1.159	1.159
0.50	2.897	2.897	1.55	1.121	1.121
0.55	2.897	2.897	1.60	1.086	1.086
0.60	2.897	2.897	1.65	1.053	1.053
0.65	2.674	2.674	1.70	1.022	1.022
0.70	2.483	2.483	1.75	0.993	0.993
0.75	2.318	2.318	1.80	0.966	0.966
0.80	2.173	2.173	1.85	0.940	0.940
0.85	2.045	2.045	1.90	0.915	0.915
0.90	1.931	1.931	1.95	0.891	0.891
0.95	1.830	1.830	2.00	0.869	0.869
1.00	1.738	1.738			

Fuente: Elaboración Propia

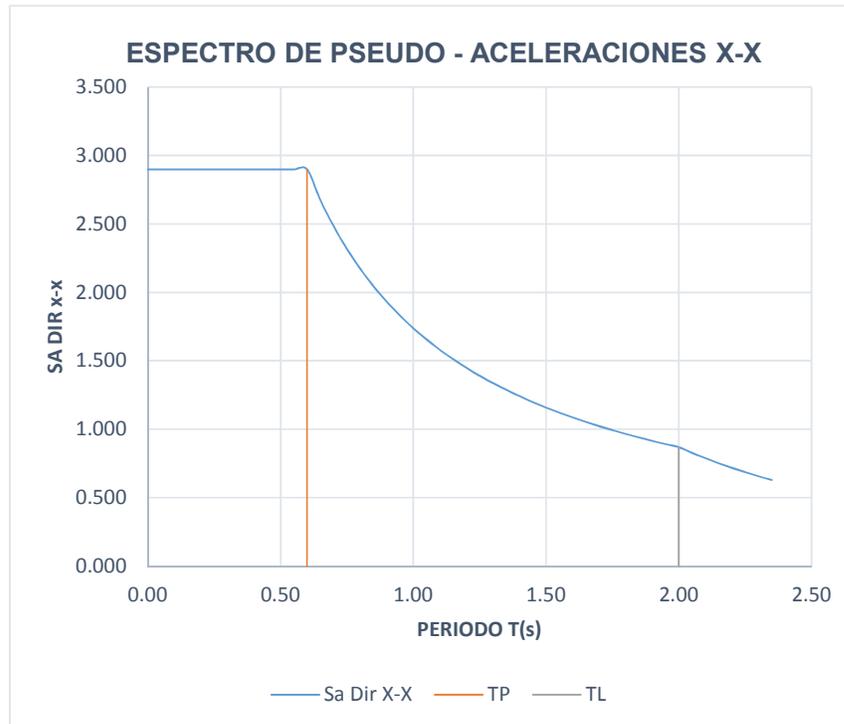


Figura 13. Espectro de Respuesta de Pseudo aceleración dirección X-X

Fuente: *Elaboración Propia*

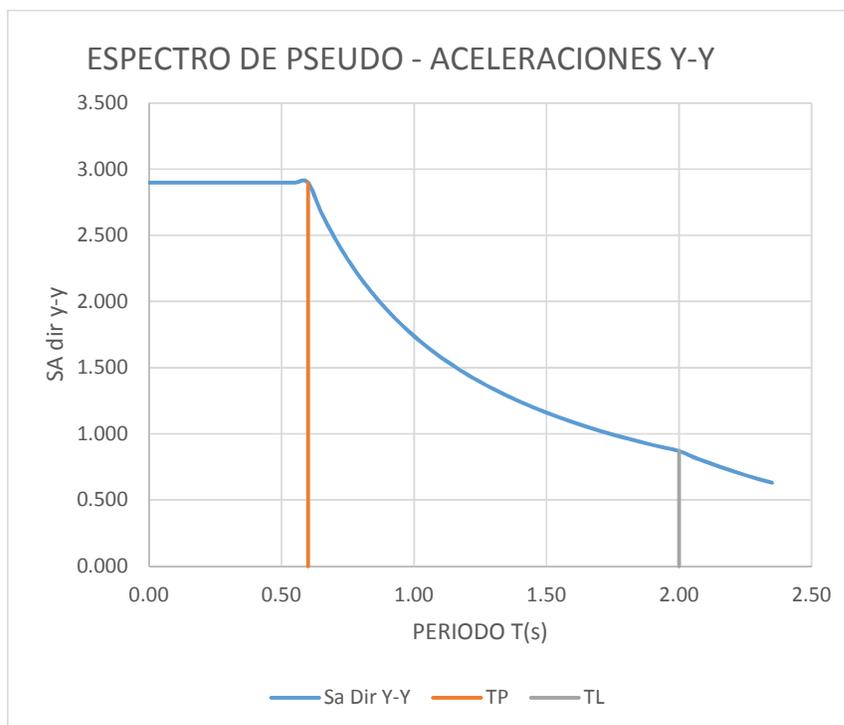


Figura 14. Espectro de Respuesta de Pseudo aceleración dirección Y-Y

Fuente: *Elaboración Propia*

4.5.3. Criterios de combinación

Se Utilizó combinación cuadrática completa (CQC).

4.5.4. Desplazamientos de edificación

De acuerdo al análisis, se obtuvieron los desplazamientos laterales lineales y con ellos se halló los desplazamientos relativos elásticos, y al multiplicarlos por 0.85R se obtuvo los desplazamientos relativos inelásticos.

La (Norma E.030, 2018), indica que: “la relación entre el desplazamiento relativo inelástico y la altura de entrepiso (Deriva) no deben ser mayor a 0.005, para muros de ductilidad limitada”.

En la tabla 15, se muestran las operaciones para comprobar los desplazamientos para las direcciones X e Y.

Tabla 15:
Desplazamiento y derivas Máximas en X-X y Y-Y.

Pi so	Desplazamiento de entre piso elástico (m) $\Delta_{elastico}$		Desplazamiento de entre piso inelástico (m) $\Delta_i = 0.85 \cdot R \cdot \Delta_{elastico}$		Deriva de entre Piso Δ_i/h	
	Direcci ón	Direcci ón	Direcci ón	Direcci ón	Direcci ón	Direcci ón
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
1	0.0003	0.0002	0.0010	0.0005	0.0004	0.0002
2	0.0010	0.0005	0.0030	0.0015	0.0009	0.0004
3	0.0019	0.0009	0.0057	0.0028	0.0011	0.0005
4	0.0013	0.0013	0.0086	0.0041	0.0012	0.0005
5	0.0037	0.0017	0.0114	0.0053	0.0012	0.0005

Fuente: Elaboración Propia

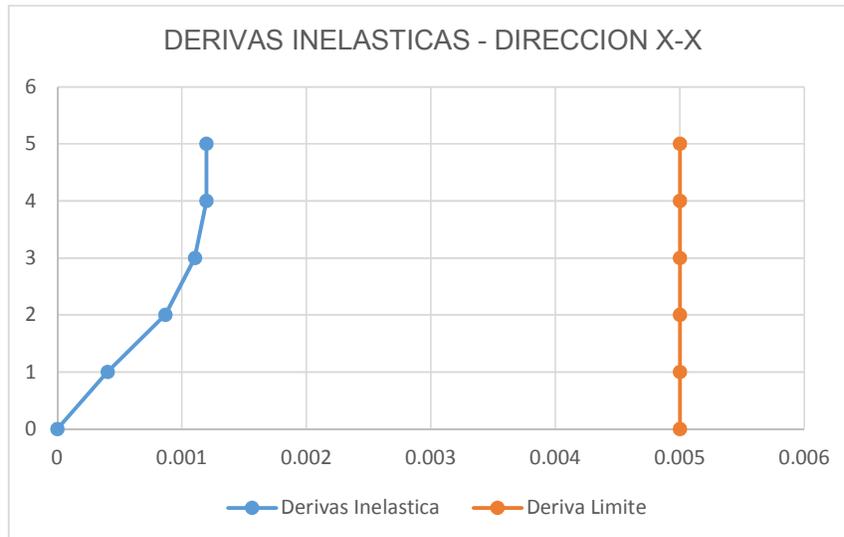


Figura 15: Derivas Inelásticas en la dirección X

Fuente: elaboración propia.

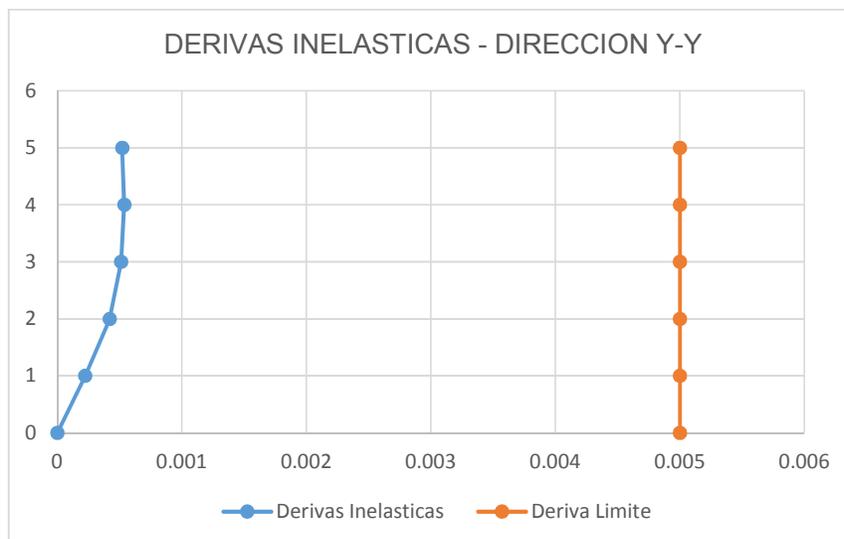


Figura 16: Derivas Inelásticas en la dirección Y

Fuente: elaboración propia.

4.5.5. Cortante de diseño

La (Norma E.030, 2018) indica que, “para cada sentido del análisis, la fuerza cortante en la base es mayor al 80% en edificaciones regulares y mayor a 90% en edificación irregularidades”.

También indica que, si es preciso incrementar la cortante para cumplir requerimientos mínimos, se debe de escalar equitativamente todos los otros resultados obtenidos, a excepción de los desplazamientos.

Tabla 16:
Fuerza Estática, Dinámica y Factor de Escala.

	V estático (Tn)	V dinámico (Tn)	V diseño 90%Vest. (Tn)	Factor de Escala
Dirección X-X	326.37	246.776	293.733	1.190
Dirección Y-Y	326.37	250.028	293.733	1.175

Fuente: Elaboración Propia

4.6. Diseño en Concreto Armado

4.6.1. Consideraciones generales

4.6.1.1. Cargas de diseño

Se indican dos tipos de cargas de gravedad: carga muerta (CM) y carga viva (CV). Para la carga muerta se consideran las cargas permanentes como el peso propio y alguna máquina inmóvil. Sin embargo, en la carga viva se consideran el peso de los habitantes, equipos móviles, mobiliarios o pesos transitorios. Igualmente, se toma en cuenta la carga de sismo (S).

4.6.1.2. Método de diseño

Las edificaciones se ejecutan con el diseño de ruptura o también resistencia. De acuerdo a este diseño se proporciona al muro una resistencia menor igual a la requerida, esta resistencia lo obtenemos realizando una multiplicación de las cargas actuantes por factores de amplificación.

4.6.1.3. Hipótesis de diseño

- Hipótesis de Navier: las secciones permanecen planas antes y después de aplicar las cargas.

- Perfecta adherencia entre concreto y acero. Ambos materiales se deforman la misma cantidad.
- La resistencia en tracción del concreto se considera nula.
- Se emplea el bloque equivalente de compresiones con $0.85 f'c$ como valor constante, este valor se distribuye en una distancia de $a = \beta_1 \cdot c$ donde β_1 es una constante que depende de la resistencia del concreto y c es la distancia del eje neutro a la fibra más alejada en compresión.
- Para concretos hasta $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ se asigna β_1 a un valor de 0.85.
- La deformación última de compresión del concreto es $\epsilon_{cu} = 0.003$.
- Se tiene en cuenta que la separación máxima de las varillas tiene que ser menor a tres veces del muro o 0.40 m.

4.6.1.4. Combinación de carga y factores de amplificación

En el capítulo 9 de la (Norma E.060, 2009), Requisitos de Resistencia y de Servicio, indican que: “ las combinaciones de cargas para la obtención de la carga última y de la resistencia requerida, dichas combinaciones contienen, entre otras, a la carga muerta (CM), carga viva (CV) y carga de sismo (S)”.

A continuación, se muestra las combinaciones de carga según el artículo 9.2 de la (Norma E.060, 2009).

$$U = 1.4CM + 1.7CV$$

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

$$U = 0.9 CM \pm S$$

4.6.1.5. Factores de reducción de resistencia

La tabla N° 17 muestra los factores de reducción de resistencia según el artículo 9.3 de la (Norma E.060, 2009).

Tabla 17.
Factores de reducción de resistencia

	ϕ
Flexión sin carga axial	0.90
Flexión con carga axial	0.90
Cortante	0.85
Carga axial	0.70

Fuente: Norma E.060

4.6.2. Diseño de Muros de ductilidad

4.6.2.1. Consideraciones generales para el diseño

tener en cuenta las instrucciones de diseño de muros establecidos por la norma E.060. Si el espesor de los muros es de 10cm, no deben confinarse, sin embargo, si los muros son de un espesor de 15cm si deben de confinarse.

Para acero vertical, consideramos usar acero de 3/8 de pulgada y 5/8 de pulgada de diámetro. El acero se distribuye en dos filas en muros de 15 cm, y se utilizan estribos de 3/8 de pulgada para confinar el final de los muros.

En este tipo de diseño, el objetivo es hacer que el muro falle a flexión en lugar de corte, a fin de garantizar que se proporcione la sobre resistencia requerida para que ello se produzca.

4.6.2.2. Diseño por flexocompresión

El muro está sometido a fuerzas axiales y momentos flectores porque debe analizarse por flexocompresión. Esto implica agregar un gráfico de interacción y viene dado por una combinación de normales y el momento de la parte utilizada.

A partir del análisis de flexocompresión, tenemos el modelo de estructura y fuerzas combinadas.

Luego, el cálculo aproximado del acero vertical se realiza con la menor cuantía vertical (ρ vertical). Además, también se cree que la distancia máxima entre las varillas debe ser menos de tres veces el espesor del muro o 40 cm:

$$Si Vu \geq 0.5\phi Vc \rightarrow \rho_{vertical} \geq 0.0025 \quad Y \quad \rho_{horizontal} \geq 0.0025$$

$$Si Vu \leq 0.5\phi Vc \rightarrow \rho_{vertical} \geq 0.0015 \quad Y \quad \rho_{horizontal} \geq 0.0020$$

Además

$$Si \frac{hm}{lm} \leq 2 \rightarrow \rho_{vertical} > \rho_{horizontal}$$

A continuación, utilice la herramienta Section Designer del programa ETABS con el fin de obtener los diagramas de interacción en las direcciones X e Y. El diseño por flexo compresión es un proceso iterativo en el que se va modificando el número de refuerzos hasta lograr que todos los pares ordenados (ϕM_n , ϕP_n) se encuentren dentro del diagrama.

continuamente se debe comprobar que $\phi M_n \geq 1.2 M_{cr}$ del tercio inferior o dos primeros pisos del edificio. M_{cr} se puede encontrar usando la siguiente expresión:

$$M_{cr} = S \cdot \left(2\sqrt{f'_c} + \frac{P}{A} \right)$$

4.6.2.3. Diseño por cortante

Lo fundamental es que falla sea por flexo compresión y luego por cortante. Se debe encontrar la fuerza cortante última (V_{ua}) y el momento último (M_{ua}). En definitiva, el gráfico de interacción se hallan con M_n y P_u . Seguido se halla la cortante último (V_u):

$$V_u = V_{ua} \cdot \frac{M_n}{M_{ua}}$$

Utilizamos el valor máximo de M_n/M_{ua} , el coeficiente R la mitad de los primeros pisos de la edificación y lo que queda $M_n/M_{ua} = 1.5$.

Hallamos:

$$\phi V_c = \phi \times A_{cw} \times \alpha \times \sqrt{f'_c}$$

Donde:

ϕ : 0.85 (factor de reducción)

A_{cw} : 0.8L x (área de corte en la dirección analizada)

α : Cociente que relaciona la altura del muro (hm) con su longitud (lm).

$$\text{Si } \frac{hm}{lm} \leq 1.5 \rightarrow \alpha = 0.80$$

$$\text{Si } \frac{hm}{lm} \geq 2.5 \rightarrow \alpha = 0.53$$

$$\text{Si } 1.5 < \frac{hm}{lm} < 2.5 \rightarrow \text{interpolar linealmente}$$

Si $V_u > \phi V_c$ se debe obtener el valor de $V_s = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi}$ para para luego obtener la cuantía horizontal $\rho_h = \frac{V_s}{A_{CW} \times f_y}$.

Con los valores de V_s y V_c se obtiene $V_n = V_c + V_s$, luego se debe verificar que $V_n < 2.7 \times A_{CW} \times \sqrt{f'_c}$.

Seguidamente se debe comprobar el cortante por fricción con el fin de garantizar que la base del muro tenga una resistencia adecuada. Se obtiene con la siguiente expresión definida en el artículo 21.9.8 de la norma E.060:

$$V_n < \phi \mu (N_u + A_v \times f_y)$$

Donde:

- $\phi = 0.85$: Factor de reducción de resistencia al cortante
- $\mu = 0.60$: Módulo de fricción del concreto endurecido
- $N_u = 0.90 \times Nm$: Fuerza normal última en función de la carga muerta
- $A_v = \rho_v \times t \times 100$: Área de refuerzo vertical (2 cm)
- Nm : Fuerza normal debido a carga muerta
- ρ_v : Cuantía vertical de acero
- t : Espesor del muro

4.6.2.4. Ejemplo de diseño de muro

Para el modelo se muestra el Muro (Md), en la figura 17, corresponde a la configuración del ascensor. A continuación, se detallan los pasos realizados para el diseño.

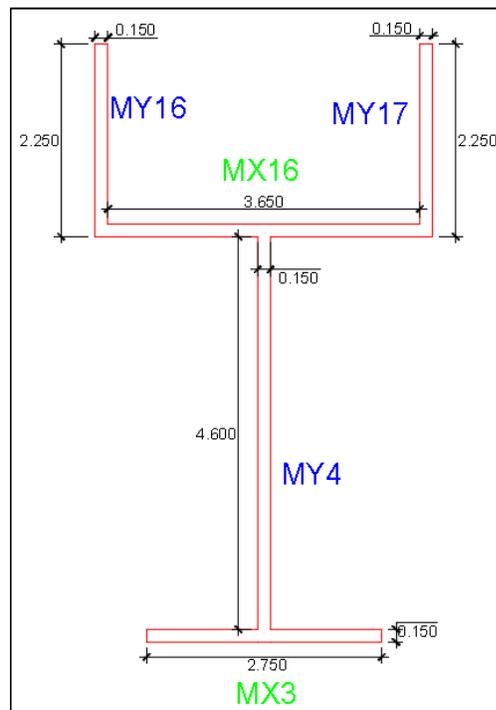


Figura 17: Geometría del Muro Md

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla N° 18 muestra las fuerzas axiales, cortantes y momentos flectores para los casos de carga muerta, viva, Sismo en la dirección X y en la dirección Y.

Tabla 18:
Cargas en la base del Muro Md

Carga	P (Tnf)	Vx (Tnf)	Vy (Tnf)	Mx (Tnf-m)	My (Tnf-m)
Muerte (CM)	120.15	-1.87	0.14	-0.48	0.22
Vive (CV)	23.16	-0.55	0.06	-1.93	0.14
Sismo X (Sx)	0.01	46.70	0.09	528.06	1.00
Sismo Y (Sy)	1.05	0.20	36.85	2.13	409.42

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 19:
Fuerzas Últimas del muro Md

Combinaciones	Pu (Tn)	Vu X-X (Tn)	Vu Y-Y (Tn)
1.4CM+1.7CV	207.58	-3.54	0.30
SISMO EN X			
1.25(CM+CV)+Sx	180.22	43.68	0.34
1.25(CM+CV)-Sx	178.04	-49.72	0.16
0.9CM+Sx	109.22	45.02	0.21
0.9CM-Sx	107.04	-48.38	0.04
SISMO EN Y			
1.25(CM+CV)+Sy	179.14	-2.82	37.10
1.25(CM+CV)-Sy	179.13	-3.22	-36.60
0.9CM+Sy	108.13	-1.48	36.98
0.9CM-Sy	108.12	-1.88	-36.73

Fuente: Elaboración Propia.

A. Diseño por Flexo compresión.

Calculamos el acero Vertical en la dirección X.

MX3:

- $h_m = 12.00$ m
- $l_m = 2.75$ m
- $e = 0.15$ m
- $h_m/l_m = 4.36 > 2.5 \rightarrow \alpha = 0.53$

$$\phi V_c = \phi \cdot A_{cw} \cdot \alpha \cdot \sqrt{f'_c}$$

$$\phi V_c = (0.85) * (0.8 \times 275 \times 15) \times (0.53) \times \left(\frac{1 \text{tn}}{1000 \text{kg}} \right) * \sqrt{175} = 19.67 \text{ Tn}$$

MX16:

- $h_m = 16.40$ m
- $l_m = 3.65$ m
- $e = 0.15$ m

- $h_m/l_m = 4.49 > 2.5 \rightarrow \alpha = 0.53$
- $\phi V_c = \phi \cdot A_{cw} \cdot \alpha \cdot \sqrt{f'_c}$

$$\phi V_c = (0.85) * (0.8 \times 365 \times 15) \times (0.53) \times \left(\frac{1 \text{tn}}{1000 \text{kg}} \right) * \sqrt{175} = 26.10 \text{ Tn}$$

Entonces:

$$\phi V_{c \text{acumulado}} = 19.67 + 26.10 = 47.77 \text{ Tn}$$

$$\frac{\phi V_{c \text{acumulado}}}{2} = 23.89 \text{ Tn}$$

Del análisis se tiene que:

$$V_u = 49.72 \text{ Tn}$$

Como:

$$\frac{\phi V_c}{2} < V_u \rightarrow \rho_{vertical} = 0.0025$$

$$23.89 < 49.72 \rightarrow \rho_{vertical} = 0.0025$$

Entonces área del Acero:

$$A_s = 0.0025 * 15 * 100 = 3.75 \text{ cm}^2$$

Se coloca aceros de verticales de $\phi 3/8'' @ 25\text{cm}$

MY4:

- $h_m = 16.40 \text{ m}$
- $l_m = 2.25 \text{ m}$
- $e = 0.15 \text{ m}$
- $h_m/l_m = 2.61 > 2.5 \rightarrow \alpha = 0.53$
- $\phi V_c = \phi \cdot A_{cw} \cdot \alpha \cdot \sqrt{f'_c}$

$$\phi V_c = (0.85) * (0.8 \times 460 \times 15) \times (0.53) \times \left(\frac{1 \text{tn}}{1000 \text{kg}} \right) * \sqrt{175} = 32.89 \text{ Tn}$$

MY16:

- $h_m = 12.00 \text{ m}$

- $l_m = 4.60 \text{ m}$
- $e = 0.15 \text{ m}$
- $h_m/l_m = 7.29 > 2.5 \rightarrow \alpha = 0.53$
- $\phi V_c = \phi \cdot A_{cw} \cdot \alpha \cdot \sqrt{f'_c}$

$$\phi V_c = (0.85) * (0.8 \times 225 \times 15) \times (0.53) \times \left(\frac{1 \text{ tn}}{1000 \text{ kg}} \right) * \sqrt{175} = 16.09 \text{ Tn}$$

MY17:

- $h_m = 12.00 \text{ m}$
- $l_m = 4.60 \text{ m}$
- $e = 0.15 \text{ m}$
- $h_m/l_m = 7.29 > 2.5 \rightarrow \alpha = 0.53$
- $\phi V_c = \phi \cdot A_{cw} \cdot \alpha \cdot \sqrt{f'_c}$

$$\phi V_c = (0.85) * (0.8 \times 225 \times 15) \times (0.53) \times \left(\frac{1 \text{ tn}}{1000 \text{ kg}} \right) * \sqrt{175} = 16.09 \text{ Tn}$$

Entonces:

$$\phi V_{c \text{ acumulado}} = 32.89 + 16.09 + 16.09 = 65.07 \text{ Tn}$$

$$\frac{\phi V_{c \text{ acumulado}}}{2} = 32.54 \text{ Tn}$$

Del análisis se tiene que:

$$V_u = 37.10 \text{ Tn}$$

Como: $\frac{\phi V_c}{2} < V_u \rightarrow \rho_{vertical} = 0.0025$

$$32.54 < 37.10 \rightarrow \rho_{vertical} = 0.0025$$

Entonces área del Acero:

$$A_s = 0.0025 * 15 * 100 = 3.75 \text{ cm}^2$$

Se coloca aceros de verticales de $\emptyset 3/8'' @ 25\text{cm}$

Con la herramienta Section Designer del programa ETABS, se realizó el diseño del muro Md toando en cuenta los valores de la cuantía mínima de acero vertical. La figura 18 Muestra la distribución del acero considerado.

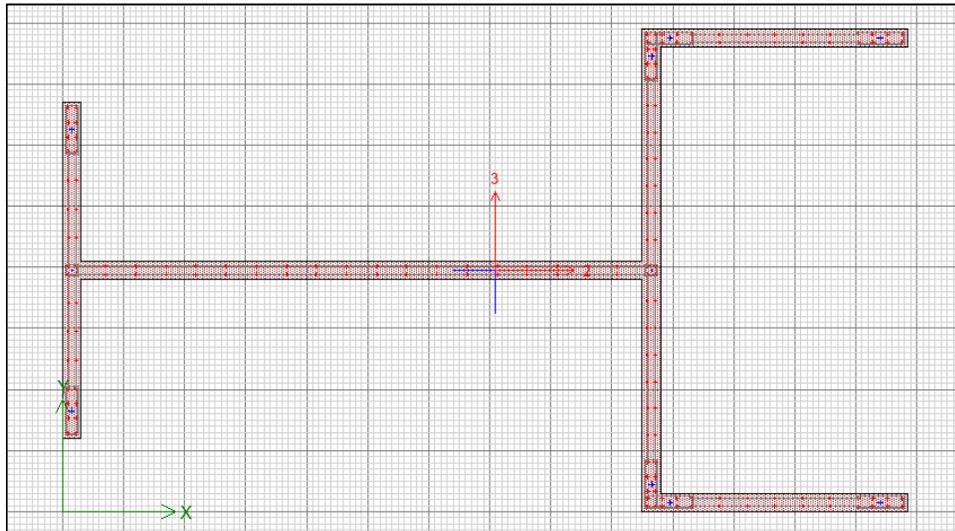


Figura 18: Distribución de acero en el muro Md

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 20 se muestra la combinación de cargas y se eligió el valor máximo para el diseño.

Tabla 20:
Combinación de cargas para el muro Md

Combinaciones	Pu (Tn)	Mu X-X (Tn-m)	Mu Y-Y (Tn-m)
1.4CM+1.7CV	207.58	-3.96	0.55
SISMO EN X			
1.25(CM+CV)+Sx	180.22	525.04	1.46
1.25(CM+CV)-Sx	178.04	-531.08	-0.55
0.9CM+Sx	109.22	527.62	1.20
0.9CM-Sx	107.04	-528.50	-0.80
SISMO EN Y			
1.25(CM+CV)+Sy	179.14	-0.89	409.87
1.25(CM+CV)-Sy	179.13	-5.15	-408.96
0.9CM+Sy	108.13	1.70	409.62
0.9CM-Sy	108.12	-2.57	-409.22

Fuente: Elaboración propia

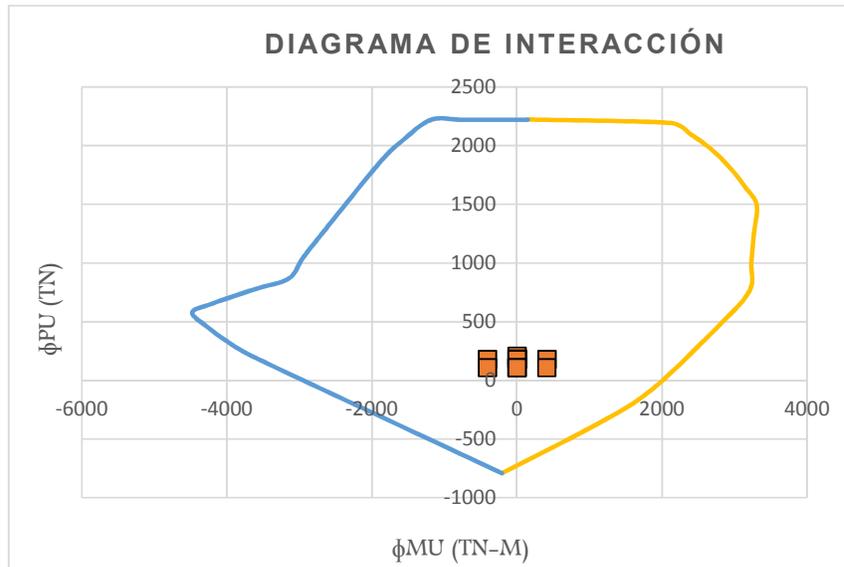


Figura 19: Diagrama de Iteración en dirección X-X, Muro Md

Fuente: Elaboración Propia

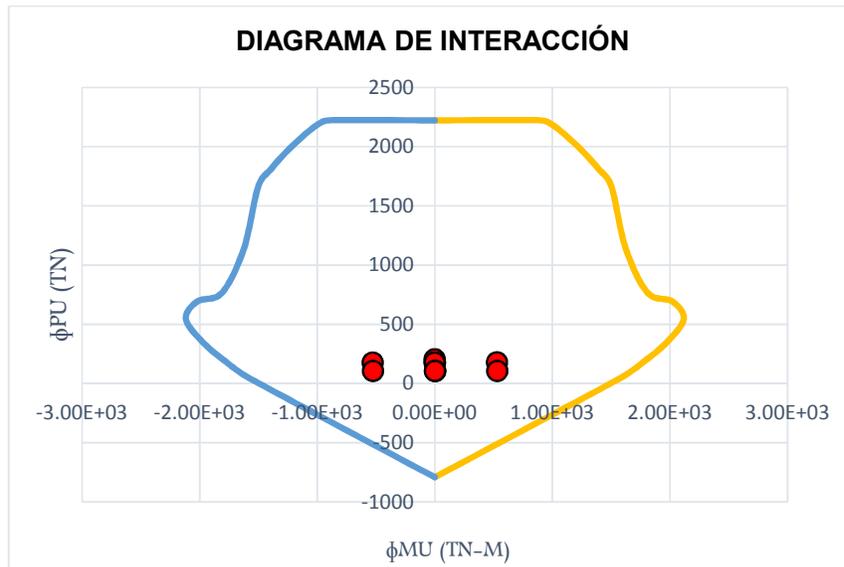


Figura 20: Diagrama de Iteración en dirección Y-Y, Muro Md

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede verificar en las figuras 19 y 20 todos los puntos se localizan dentro de la curva de interacción el cual nos indica que la distribución del acero es el adecuado, entonces podemos decir que el muro de ductilidad limitada logrará resistir las cargas y momentos que actúan en la estructura.

Ahora verificaremos el momento de agrietamiento con las propiedades del muro Md, se debe cumplir que:

$$\emptyset M_n \geq 1.2M_{cr}$$

Para la dirección X:

$$A = 2.30 \text{ m}^2 \quad I_x = 11.60 \text{ m}^2 \quad Y_{cg} = 3.55 \text{ m}$$

$$M_{cr} = S * \left(2\sqrt{f'c} + \frac{P}{A} \right) = \frac{11.60}{3.55} * \left(2 * \sqrt{1750} + \frac{207.58}{2.30} \right) = 568.29 \text{ Tn.m}$$

Por lo tanto:

$$1.2M_{cr} = 681.96 \text{ Tn.m}$$

Amplificamos y se obtiene:

$$P_u = 207.58 \text{ Tn} \rightarrow M_n = 4054 \text{ Tn.m} \rightarrow \emptyset M_n = 3648.60 \text{ Tn.m}$$

Entonces se cumple:

$$\emptyset M_n = 3648.60 \text{ Tn.m} > 1.2M_{cr} = 681.90 \text{ Tn.m}$$

Para la dirección Y:

$$A = 2.30 \text{ m}^2 \quad I_y = 3.23 \text{ m}^2 \quad Y_{cg} = 1.98 \text{ m}$$

$$M_{cr} = S * \left(2\sqrt{f'c} + \frac{P}{A} \right) = \frac{3.23}{1.98} * \left(2 * \sqrt{1750} + \frac{207.58}{2.30} \right) = 283.72 \text{ Tn.m}$$

Por lo tanto:

$$1.2M_{cr} = 340.46 \text{ Tn.m}$$

Amplificamos y se obtiene:

$$P_u = 207.58 \text{ Tn} \rightarrow M_n = 2000 \text{ Tn.m} \rightarrow \emptyset M_n = 1800 \text{ Tn.m}$$

Entonces se cumple:

$$\emptyset M_n = 1800 \text{ Tn.m} > 1.2M_{cr} = 340.46 \text{ Tn.m}$$

B. Diseño por Cortante:

Para ello se emplea la siguiente Formula:

$$V_U = V_{ua} * \frac{M_n}{M_{ua}}$$

Dirección X:

De las tablas 19 y 20 se extrae los valores de V_{ua} y M_{ua} y de la figura 19 obtenemos el valor del Mu:

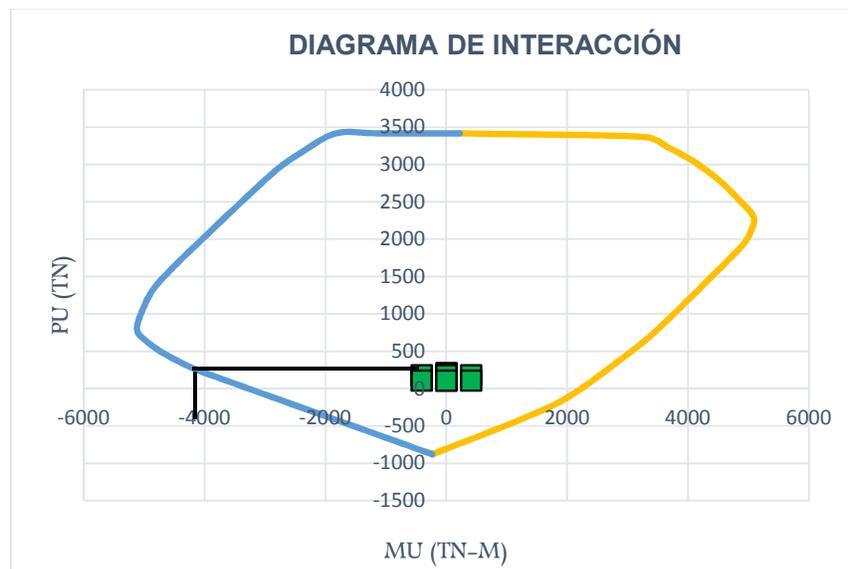


Figura 21: Diagrama de Interacción X-X para determinar el Mu.

Fuente: elaboración propia.

$$V_{ua} = 49.72 \text{ Tn} \quad M_{ua} = 531.08 \text{ Tn.m} \quad M_n = 4054 \text{ Tn.m}$$

$$\frac{M_n}{M_{ua}} = \frac{4054}{531.08} = 7.63 > R = 3.6$$

La relación de Mn/Mua no debe ser mayor a R, entonces tomamos el valor de R=3.6.

Entonces:

$$V_u = V_{ua} * R = 49.72 * 3.6 = 178.99 \text{ Tn}$$

Calculamos la resistencia nominal máxima.

$$\phi V_{n \max} = \phi x A_c x 2.7 \sqrt{f'c}$$

$$\phi V_{n \max} = 0.85 * (460 + 225 + 225) * 15 * 2.7 \sqrt{175} * \left(\frac{1 \text{ Tn}}{1000 \text{ Kg}} \right)$$

$$\phi V_{n \max} = 0.85 * (460 + 225 + 225) * 15 * 2.7\sqrt{175} * \left(\frac{1Tn}{1000Kg}\right)$$

$$\phi V_{n \max} = 414.41 Tn$$

Por lo tanto:

$$V_s = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi}$$

Se sabe que $\phi V_c = 47.77 Tn$, entonces reemplazando en:

$$V_s = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi} = \frac{178.99 - 47.77}{0.85} = 154.38 Tn$$

$$\rho_h = \frac{V_s}{A_{cw} + f'y} = \frac{154.38 * 1000}{910 * 15 * 4200} = 0.0027$$

Calculo del aporte real del acero:

$$V_{s \text{ real}} = A_{cw} * \rho_h * f'y = 9.10 * 0.15 * 0.0027 * 4.2 * 10^4 = 154.79 Tn$$

Se Calcula del espaciamiento:

$$s = \frac{A_s * f'y * l_w}{V_s} = \frac{2(0.71) * 4200 * 910}{154.79 * 1000} = 35.06 \text{ cm}$$

Se empleó acero horizontal de $\phi 3/8''@25\text{cm}$.

Dirección Y:

De las tablas 19 y 20 se extrae los valores de V_{ua} y M_{ua} y de la figura 22 obtenemos el valor del Mu:

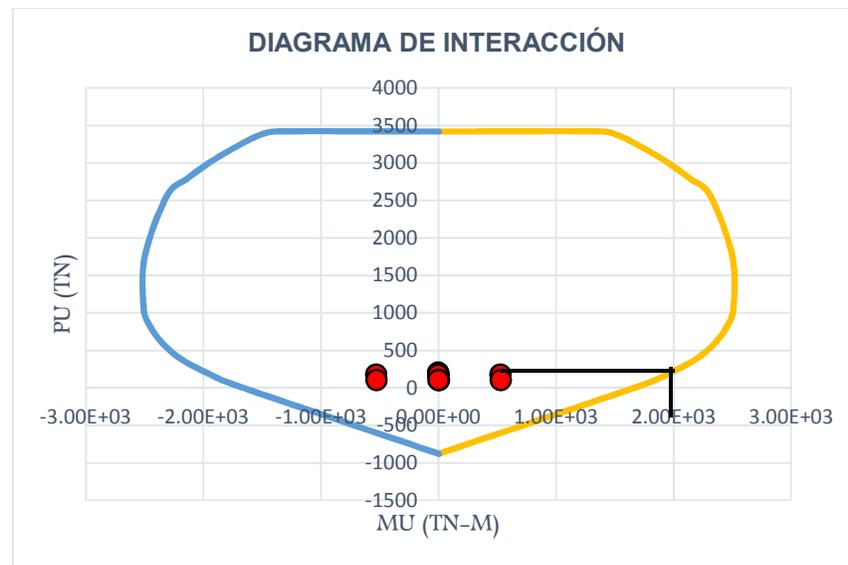


Figura 22: Diagrama de Interacción Y-Y para determinar el Mu.

Fuente: Elaboración propia.

$$V_{ua} = 37.10 \text{ Tn} \quad M_{ua} = 409.87 \text{ Tn.m} \quad M_n = 2000 \text{ Tn.m}$$

$$\frac{M_n}{M_{ua}} = \frac{2000}{409.87} = 4.87 > R = 3.6$$

La relación de M_n/M_{ua} no debe ser mayor a R , entonces tomamos el valor de $R=3.6$.

Entonces:

$$V_u = V_{ua} * R = 37.10 * 3.6 = 133.56 \text{ Tn}$$

Calculamos la resistencia nominal máxima.

$$\phi V_{n \max} = \phi x A_c x 2.7 \sqrt{f'c}$$

$$\phi V_{n \max} = 0.85 * (365 + 275) * 15 * 2.7 \sqrt{175} * \left(\frac{1 \text{ Tn}}{1000 \text{ Kg}} \right)$$

$$\phi V_{n \max} = 0.85 * (640) * 15 * 2.7 \sqrt{175} * \left(\frac{1 \text{ Tn}}{1000 \text{ Kg}} \right)$$

$$\phi V_{n \max} = 291.45 \text{ Tn}$$

Por lo tanto:

$$V_s = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi}$$

Se sabe que $\phi V_c = 65.07 \text{ Tn}$, entonces reemplazando en:

$$V_s = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi} = \frac{133.56 - 65.07}{0.85} = 80.57 \text{ Tn}$$

$$\rho_h = \frac{V_s}{A_{cw} + f'y} = \frac{80.57 * 1000}{640 * 15 * 4200} = 0.0020 \rightarrow \rho_{h \min} = 0.0025$$

Calculo del aporte real del acero:

$$V_{s \text{ real}} = A_{cw} * \rho_h * f'y = 6.40 * 0.15 * 0.0025 * 4.2 * 10^4 = 100.8 \text{ Tn}$$

Se Calcula del espaciamiento:

$$s = \frac{A_s * f'y * l_w}{V_s} = \frac{2(0.71) * 4200 * 640}{100.8 * 1000} = 37.86 \text{ cm}$$

Se empleó acero horizontal de $\phi 3/8" @ 25 \text{ cm}$.

C. Diseño por cortante Fricción:

Para ello emplearemos la siguiente ecuación:

$$\phi V_n = \phi * \mu * (N_u + A_v * f_y)$$

Se calcula para las dos direcciones:

$$N_u = 0.9 * N_m = 0.9 * 120.14 = 108.13 \text{ Tn}$$

$$A_v = \rho_{vertical} * t * 100 = 0.0025 * 15 * 100 = 3.75 \text{ cm}^2$$

$$\phi V_n = 0.85 * 0.60 * [(108.13 * 1000) + 3.75 * 4200] \left(\frac{1 \text{ Tn}}{1000 \text{ Kg}} \right)$$

$$\phi V_n = 63.13 \text{ Tn}$$

Entonces del análisis se tienen que:

$$Vu_x = 49.72 \text{ Tn} \quad Vu_y = 37.10 \text{ Tn}$$

Se verifica que el cortante de diseño es mayor a los valores últimos de ambas direcciones.

4.6.3. Diseño de Losa Maciza

4.6.3.1. Diseño por flexión

Siempre deben implementarse las condiciones de equilibrio de fuerza, compatibilidad de desplazamiento y relaciones constitutivas.

4.6.3.1.1. Ecuación de diseño

Para la sección rectangular con falla de tracción, use la siguiente expresión:

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$\phi Mn = 0.9 * A_s * f_y * \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

Donde:

A_s : Área de acero requerido por flexión (cm²)

f_y : Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo (kg/cm²)

f'_c : Resistencia característica a la compresión del concreto (kg/cm²)

b : Ancho de la sección (cm)

d : Peralte efectivo de la sección (cm)

Cuando $\phi Mn \geq Mu$, el diseño por flexión puede satisfacerse.

4.6.3.1.2. Acero mínimo, cuantía balanceada y acero máximo

La cuantía de acero calculada con las fórmulas anteriores debe cumplir con los requisitos determinados en la norma E.060. Con la menor cantidad de acero, es necesario asegurarse de que la sección de fisura pueda resistir al menos 1,2 veces el momento de agrietamiento (M_{cr}).

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I_g}{y_t} ; \quad f_r = 2 \times \sqrt{f'c}$$

Donde:

I_g : Inercia bruta de la sección (cm⁴)

$f'c$: Resistencia característica a la compresión del concreto (kg/cm²)

f_r : Resistencia característica a la tracción del concreto (kg/cm²)

y_t : Distancia del eje neutro al borde de la sección (cm)

Se obtiene entonces una expresión para el cálculo del acero mínimo en una sección rectangular:

$$A_{s \min} = \frac{0.70 \times \sqrt{f'c}}{f_y} \times b \times d$$

4.6.3.2. Diseño por flexión

En el caso concreto de losas macizas, la sección bruta que tienen es considerable, por lo que la norma E.060 propone colocar los refuerzos de acero por cambios volumétricos. Según el artículo 9.7.2 de la norma E.060, la cuantía mínima por contracción y temperatura en losas macizas es de 0,0018, por lo que el acero mínimo para estas losas se determina con la siguiente expresión:

$$A_{s \min} = 0.0018 \times b \times d$$

Donde b es el ancho de la sección estudiada y h es el peralte de la losa. La cantidad máxima de acero está en función de la cuantía balanceada, la misma que se calcula con la siguiente expresión:

$$\rho_b = \frac{0.85 \times f'c \times \beta_1}{f_y} \left(\frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_y} \right)$$

Donde:

ε_{cu} : Deformación última del concreto (0.003)

ε_y : Deformación de fluencia del acero (0.002)

La cantidad máxima de acero es el 75% del acero balanceado.

$$A_s \text{ máx} = 0.75 \times \rho_b \times b \times d$$

4.6.3.3. Diseño por cortante

La (Norma E.060, 2009), establece que: “La resistencia requerida por fuerza cortante V_u debe ser menor que ϕV_n . El V_n considera el aporte del concreto (V_c) y del acero de refuerzo (V_s)”.

$$V_n = V_c + V_s$$

$$\phi V_n \geq V_u$$

También se dice que la fuerza nominal V_n no debe exceder el siguiente valor:

$$V_n < 2.6 \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

Además, se considera que el aporte del concreto es:

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

Después de evaluar el refuerzo requerido de flexión y cortante, las longitudes del acero de refuerzo deben establecerse para permitir un anclaje adecuado en las paredes adyacentes. La longitud del anclaje permite que las barras se adhieran a las tensiones de tracción.

4.6.3.4. Ejemplo de diseño de losa maciza

El diseño de losas del edificio se realizó con la ayuda del programa SAFE. Los cálculos se efectuaron empleando un modelo de elementos finitos.

Para la losa típica se consideraron espesores de 10 cm y en el área del baño de 20 cm, en el techo se consideró el espesor de toda la losa de 10 cm debido a que no hay instalaciones sanitarias.

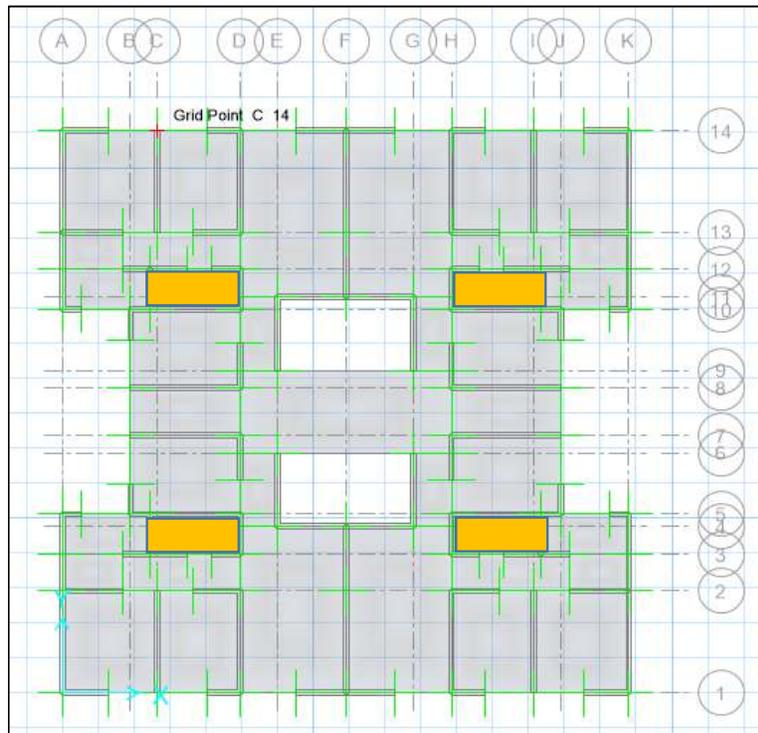


Figura 23: Losa Típica, Espesores 10 cm y 20 cm (Naranja)

Fuente: Elaboración propia.

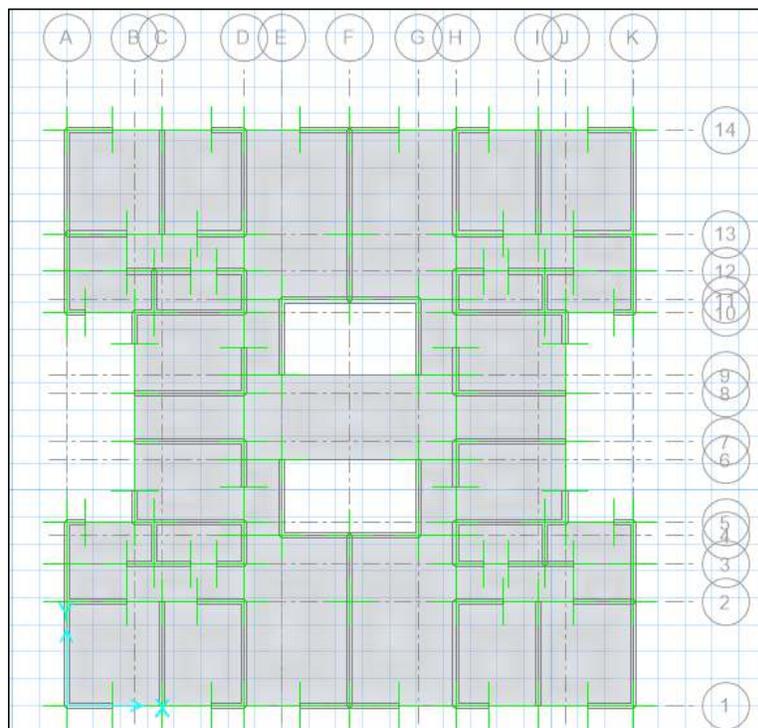


Figura 24: Losa Azotea, Espesor de 10 cm

Fuente: Elaboración propia.

Diseño por flexión y cortante

- Las losas se diseñaron por metro lineal; es decir, considerando una franja de 100 cm.
- El acero de refuerzo se distribuyó en una sola capa para las losas de 10 cm y en dos capas para las de 20 cm.
- El peralte efectivo en losas de 10 cm se consideró de 5 cm; en losas de 20 cm, la altura disminuida en 3 cm.
- Convenientemente se colocó el acero mínimo como refuerzo base, y en las zonas donde se requería de una mayor cantidad de acero se colocaron bastones para satisfacer la demanda del refuerzo por flexión.

La tabla 21 muestra el acero máximo y mínimo que se requiere para las losas de 10 cm y 20 cm.

Tabla 21:
Acero Máximo y Mínimo para Losas.

Losa	$A_{s\ max} = 0.75x A_s b$	$A_{s\ min} = 0.0018xbxh$
10 cm	$0.75x1.77\%x100x10 = 13.28\ cm^2$	$0.0018x100x10 = 1.8\ cm^2$
20 cm	$0.75x1.77\%x100x20 = 26.55\ cm^2$	$0.0018x100x20 = 3.6\ cm^2$

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo tanto, se toma la decisión de colocar acero de 3/8" cuya Área es de 0.71 cm², de modo que se tiene lo siguiente:

Determinamos el espaciamiento entre barras de acero:

$$s = \frac{0.71\text{cm}^2}{1.8\ \text{cm}^2/\text{m}} = 0.39\ \text{m}$$

Se tomó un espaciamiento de 0.25 m, de modo que el área de acero por metro lineal sería:

$$A_s = \frac{0.71\text{cm}^2}{0.25\text{m}} = 2.84\ \text{cm}^2/\text{m}$$

Aplicando las ecuaciones mencionadas líneas arriba del presente capítulo se tiene:

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b} = \frac{2.84 \times 4200}{0.85 \times 175 \times 100} = 0.802\ \text{cm}^2/\text{m}$$

$$\phi Mn = 0.9 \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) = 0.9 \times 2.84 \times 4200 \times \left(5 - \frac{0.802}{2}\right) = 0.417 \text{ Tn.m/m}$$

Se buscó que se cumpla que el $\phi Mn \geq M_u$. En los lugares que el momento ultimo resulto mayor al momento nominal, se adicionaron bastones para que se pueda cumplir con las exigencias de flexión.

Para el diseño por fuerza cortante se tiene:

$$\phi Vc = \phi \times 0.53 \sqrt{f'c} \times b \times d$$

$$\phi Vc = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{175} \times 100 \times 5 \times \left(\frac{1 \text{ Tn}}{1000 \text{ kg}}\right) = 2.98 \text{ Tn}$$

Se debe de cumplir que la $\phi Vc \geq V_u$ para cumplir con las exigencias de la fuerza cortante.

A continuación, se efectuó el diseño considerando los momentos resultantes del modelo en las direcciones 1-1(eje X-X) y 2-2(Eje Y-Y), en la losa típica y la Azotea.

4.6.3.5. Diseño de losa Típica

En la figura 25 se muestran los momentos en la losa maciza típica en la dirección X-X y los lugares donde se requiere refuerzo adicional.

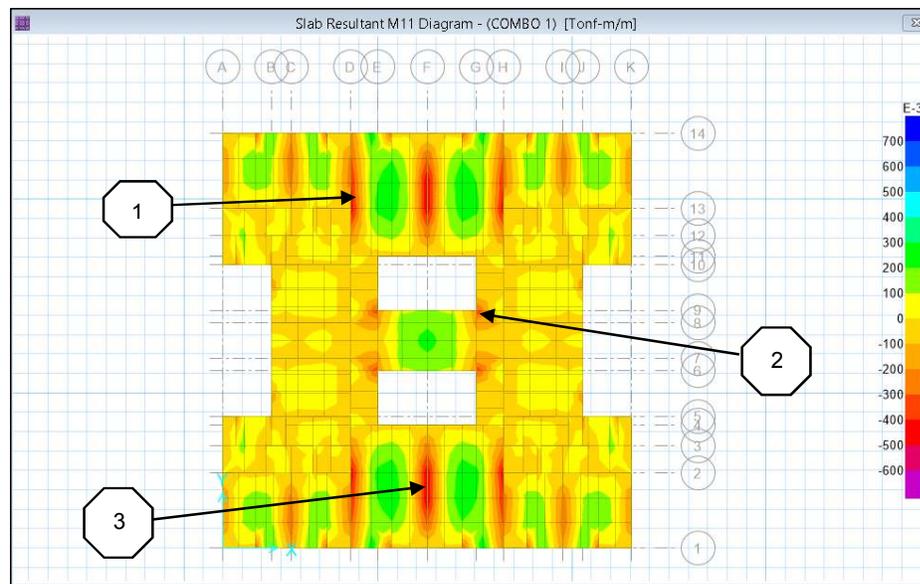


Figura 25: Momentos en la Dirección X-X (Tn-m/m) losa típica.

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 22 se muestran los resultados de Mu y Vu de las zonas identificadas.

Tabla 22:
Resultados del diseño por flexión y cortante en el eje x-x losa típica.

	1	2	3
Losa	10 cm	10 cm	10 cm
Mu (Tn-m/m)	-0.491	-0.5055	-0.4083
ØMn (Tn-m/m)	0.417	0.417	0.417
Vu (Tn/m)	0.825	0.868	0.6
ØVc (Tn/m)	2.98	2.98	2.98

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede verificar en la tabla 22 que los momentos últimos son mayores a los momentos nominales por lo tanto en las zonas 1, 2 y 3 requiere de refuerzos.

Se puede verificar también que la cortante ultima no superan al cortante reducida del concreto por lo tanto es correcto.

Se consideró Refuerzos de 3/8" en los puntos 1, 2 y 3 entonces:

$$A_s = \frac{0.71 \text{ cm}^2}{0.125 \text{ m}} = 5.68 \text{ cm}^2 / \text{ m}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b} = \frac{5.68 \times 4200}{0.85 \times 175 \times 100} = 1.64 \text{ cm}^2 / \text{ m}$$

$$\emptyset Mn = 0.9 \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2} \right) = 0.9 \times 5.68 \times 4200 \times \left(5 - \frac{1.64}{2} \right) = 0.9 \text{ Tn. m/m}$$

Entonces el acero colocado en las zonas 1, 2 y 3 es:

$$\emptyset 3/8" @ 0.25 \text{ m} + \emptyset 3/8" @ 0.25 \text{ m}$$

En la figura 26 se muestran los momentos en la losa maciza típica en la dirección Y-Y y los lugares donde se requiere refuerzo adicional.

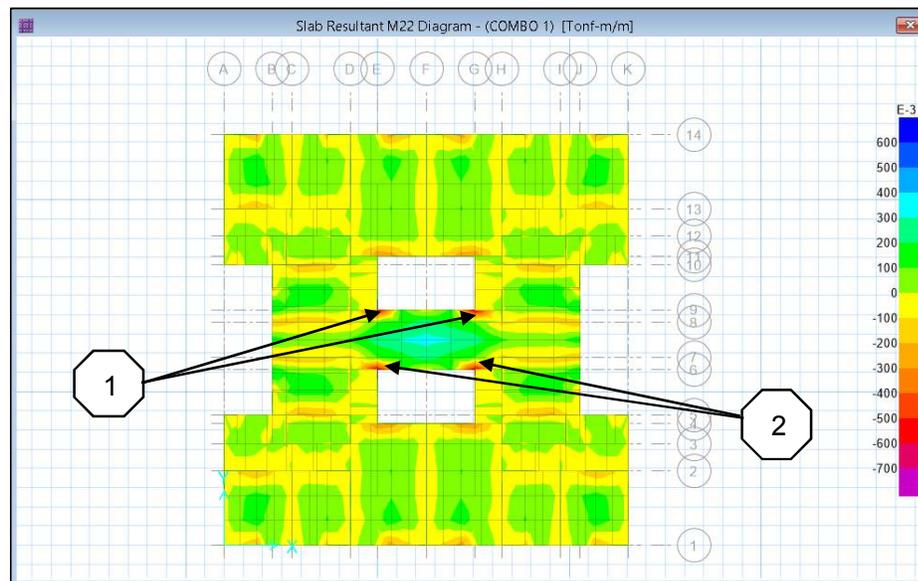


Figura 26: Momentos en la Dirección Y-Y (Tn-m/m).

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 23 se muestran los resultados de M_u y V_u de las zonas identificadas.

Tabla 23:
Resultados del diseño por flexión y cortante en el eje Y-Y losa típica.

	1	2
Losa	10 cm	10 cm
M_u (Tn-m/m)	-0.667	-0.667
ϕM_u (Tn-m/m)	0.417	0.417
V_u (Tn/m)	1.502	-1.502
ϕV_c (Tn/m)	2.98	2.98

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede verificar en la tabla 23 que los momentos últimos son mayores a los momentos nominales por lo tanto en las zonas 1 y 2 requiere de refuerzos.

Se puede verificar también que la cortante ultima no superan al cortante reducida del concreto por lo tanto es correcto.

Se consideró Refuerzos de 3/8" en los puntos 1 y 2 entonces:

$$A_s = \frac{0.71 \text{ cm}^2}{0.125 \text{ m}} = 5.68 \text{ cm}^2 / \text{ m}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b} = \frac{5.68 \times 4200}{0.85 \times 175 \times 100} = 1.64 \text{ cm}^2 / \text{ m}$$

$$\emptyset Mn = 0.9 \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2} \right) = 0.9 \times 5.68 \times 4200 \times \left(5 - \frac{1.64}{2} \right) = 0.9 \text{ Tn. m/m}$$

Entonces el acero colocado en las zonas 1 y 2 es:

$$\emptyset 3/8" @ 0.25 \text{ m} + \emptyset 3/8" @ 0.25 \text{ m}$$

4.6.3.6. Diseño de losa Azotea.

En la figura 27 se muestran los momentos en la losa maciza azotea en la dirección X-X y los lugares donde se requiere refuerzo adicional.

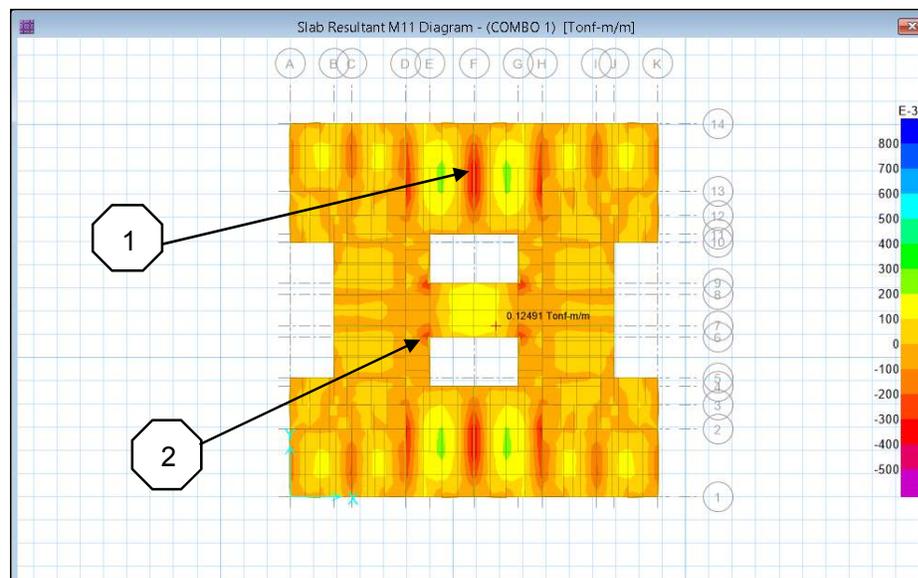


Figura 27: Momentos en la dirección X-X (ton-m/m) losa de azotea

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 24 se muestran los resultados de M_u y V_u de las zonas identificadas.

Tabla 24:

Resultados del diseño por flexión y cortante en el eje X-X losa Azotea

	1	2
Losa	10 cm	10 cm
Mu (Tn-m/m)	-0.395	-0.298
ØMu (Tn-m/m)	0.417	0.417
Vu (Tn/m)	0.596	0.39
ØVc (Tn/m)	2.98	2.98

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede verificar en la tabla 24 que los momentos últimos no son mayores a los momentos nominales por lo tanto en las zonas 1 y 2 no requiere de refuerzos, Se verifica también que la cortante ultima no superan al cortante reducida del concreto por lo tanto es correcto.

Entonces el acero colocado en las zonas 1 y 2 es: $\varnothing 3/8'' @ 0.25 m$

En la figura 28 se muestran los momentos en la losa maciza azotea en la dirección Y-Y y los lugares donde se requiere refuerzo adicional.

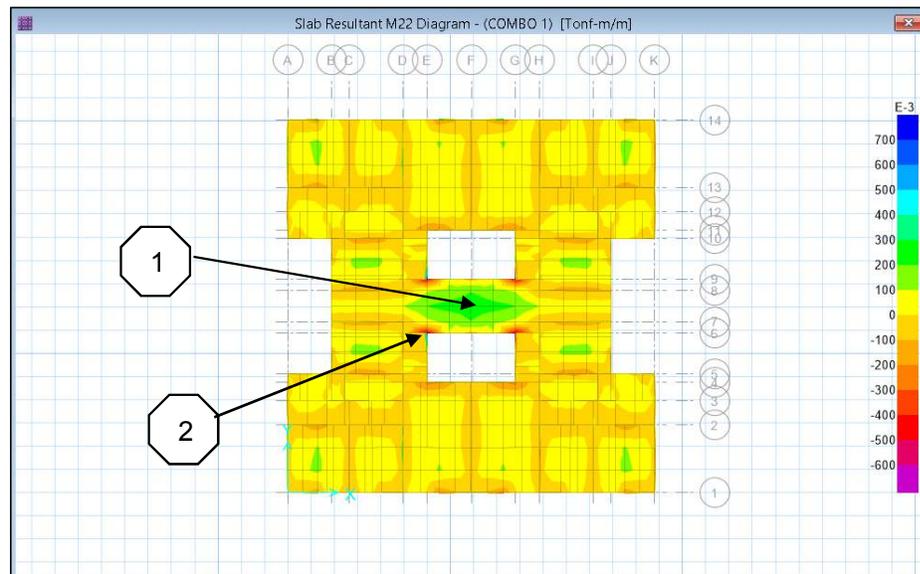


Figura 28: Momentos en la dirección Y-Y (ton-m/m) losa de azotea

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 25 se muestran los resultados de Mu y Vu de las zonas identificadas.

Tabla 25.

Resultados del diseño por flexión y cortante en el eje Y-Y losa Azotea.

	1	2
Losa	10 cm	10 cm
Mu (Tn-m/m)	0.253	-0.246
ØMu (Tn-m/m)	0.417	0.417
Vu (Tn/m)	0.02	-0.684
ØVc (Tn/m)	2.98	2.98

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede verificar en la tabla 25 que los momentos últimos no son mayores a los momentos nominales por lo tanto en las zonas 1 y 2 no requiere de refuerzos, Se verifica también que la cortante ultima no superan al cortante reducida del concreto por lo tanto es correcto.

Entonces el acero colocado en las zonas 1 y 2 es: $\emptyset 3/8'' @ 0.25 m$

4.6.4. Diseño de Escalera

4.6.4.1. Consideraciones generales

Del metrado de escalera se tienen las siguientes cargas para el tramo inclinado:

$$W_{PP} = 0.64 \text{ ton/m}^2$$

$$CV = 0.20 \text{ ton/m}^2$$

Considerando un metro de ancho y 50 kg/m² de piso terminado se tiene:

En el tramo inclinado:

$$CM = 0.64 + 0.05 = 0.69 \text{ ton/m}^2$$

$$CV = 0.20 \text{ ton/m}^2$$

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = 1.31 \text{ ton/m}^2$$

En el descanso:

$$CM = (0.15 \times 1 \times 2.4) + (1 \times 0.05) = 0.41 \text{ ton/m}^2$$

$$CV = 0.20 \text{ ton/m}^2$$

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = 0.914 \text{ ton/m}^2$$

4.6.4.2. Diseño por corte

Se verificó que la resistencia al corte ϕV_c cumple con los requerimiento V_u .
Se consideró un recubrimiento de 3.5 cm.

$$\phi V_c = \phi 0.53 \sqrt{f'c} b_w d = 0.85 * 0.53 * \sqrt{175} * 100 * (15 - 3.5) = 6.85 \text{ Tn}$$

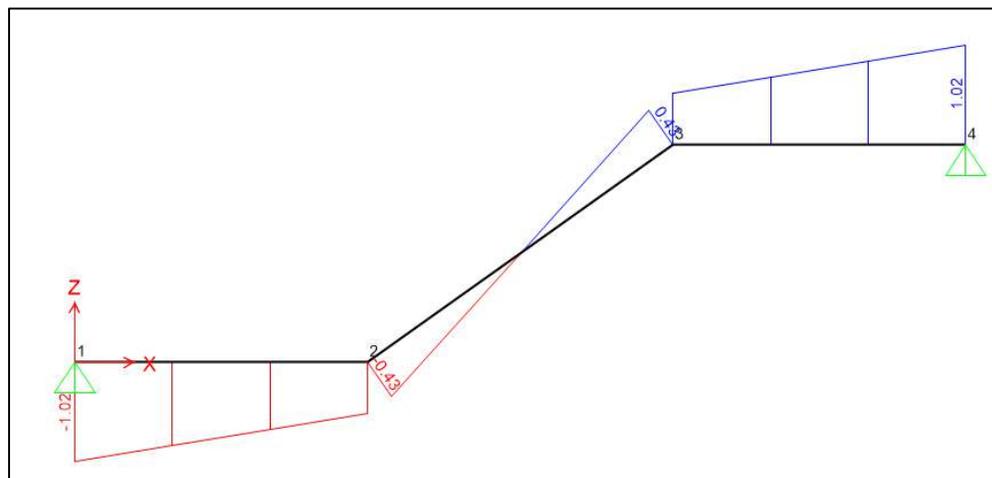


Figura 29: Diagrama de fuerza cortante de la escalera - Piso típico.

Fuente: *Elaboración Propia.*

La figura 29 obtenido mediante el programa Sap2000, del cual se obtuvo la cortante última cuyo valor es: $V_u = 1.02 \text{ Tn}$.

Entonces:

$$\phi V_c = 6.85 \text{ Tn} > V_u = 1.02 \text{ Tn} \rightarrow \text{SI CUMPLE}$$

4.6.4.3. Diseño por flexión

Se usó el programa SAP2000 para obtener los valores de la fuerza cortante última (V_u) y momento cortante último (M_u), en la figura 28 se muestra el M_u del tramo típico.

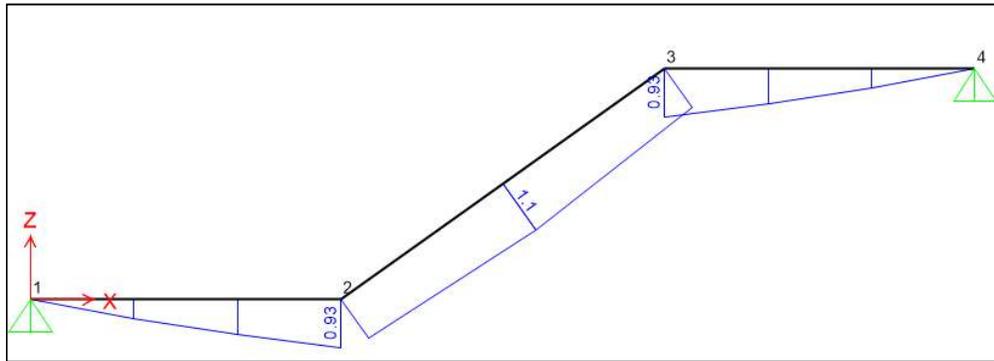


Figura 30: Diagrama de momento Flector - Escalera piso típico.

Fuente: Elaboración Propia.

De la figura 30 se tiene que el $M_u = 1.10 \text{ Tn. m/m}$,

$$M_u^+ = \gamma M_u \quad , \text{ donde } \gamma = 0.9$$

$$M_u^- = \frac{M_u^+}{\beta} \quad , \text{ donde } \beta = 2$$

Por lo tanto:

$$M_u^+ = 0.9 * 1.10 = 0.99 \text{ Tn. m/m}$$

$$M_u^- = \frac{0.99}{2} = 0.495 \text{ Tn. m/m}$$

con la siguiente expresión obtenemos el acero positivo y negativo.

$$A_s = \frac{0.85 * f'_c * b * d}{f_y} - \sqrt{\frac{1.7 f'_c b}{f_y^2} \left(\frac{0.85 * f'_c * b * d}{f_y} - \frac{M_u}{\phi} \right)}$$

$$A_s^+ = \frac{0.85 * 175 * 100 * 11.5}{4200} - \sqrt{\frac{1.7 * 175 * 100}{4200^2} \left(\frac{0.85 * 175 * 100 * 11.5}{4200} - \frac{0.99 * 10^5}{0.9} \right)}$$

$$A_s^+ = 2.34 \text{ cm}^2$$

$$A_s^- = \frac{0.85 * 175 * 100 * 11.5}{4200} - \sqrt{\frac{1.7 * 175 * 100}{4200^2} \left(\frac{0.85 * 175 * 100 * 11.5}{4200} - \frac{0.495 * 10^5}{0.9} \right)}$$

$$A_s^- = 1.16 \text{ cm}^2$$

Calculo de acero mínimo:

$$A_{s_{min}} = 0.0018bh = 0.0018 \times 100 \times 15 = 2.70 \text{ cm}^2/m$$

- Área de acero ($\varnothing 3/8''$) : 0.71 cm²
- Espaciamiento :

$$S = \frac{0.71}{2.70} \times 100 = 25 \text{ cm} \rightarrow @ 0.25$$

Por lo tanto, se consideró para el diseño 2.7 cm²/m y barras de $\varnothing 3/8''$ de diámetro para el diseño. Con lo se determinó un espaciamiento (s) de 26.29 cm y se eligió un espaciamiento de 25 cm.

En la figura 31 se muestra el bosquejo de distribución de acero en la escalera.

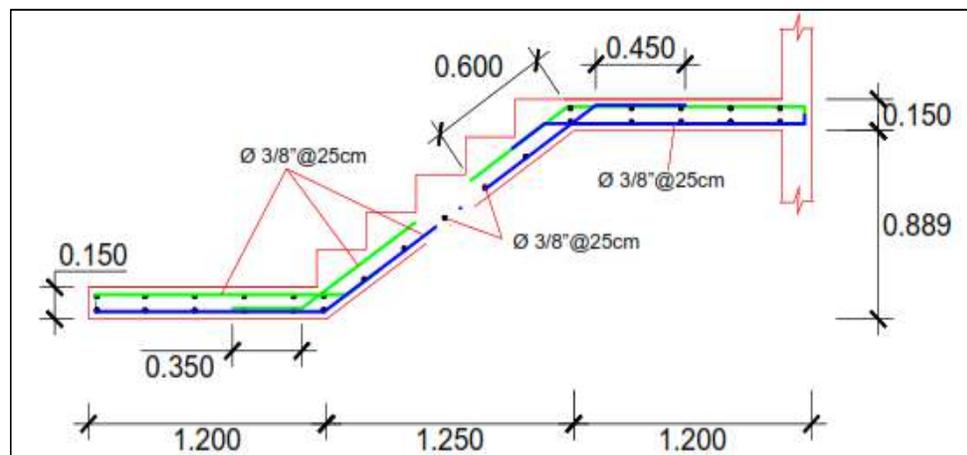


Figura 31: Diseño de escalera 2do tramo típico.

Fuente: Elaboración Propia.

4.6.5. Diseño de Platea de cimentación

Esta cimentación es la una de la más utilizadas para este tipo de sistema estructural, para su aplicación el terreno debe de estar nivelado, comúnmente es usada en terrenos no homogéneos donde usualmente se producen asentamiento del tipo diferencial, sin embargo, por su facilidad en la construcción y el tiempo de colocación en obra respecto a otros sistemas de cimentación, se toma en cuenta este tipo de cimentación.

4.6.5.1. Características de la platea de cimentación

Se tomará en cuenta los siguientes valores de diseño.

- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- $e = 0.30 \text{ m} \rightarrow \text{Espesor de Losa}$
- $b = 0.30 \text{ m}, h = 0.80 \text{ m} \rightarrow \text{Viga de Cimentacion}$

4.6.5.2. Esfuerzos en el Suelo.

Las presiones que se ejercen sobre la cimentación deben de ser de compresión, los valores máximos de dichas compresiones deberán ser menores a la carga admisible.

En la siguiente tabla se indica las combinaciones por gravedad y sismo según la Norma E.050.

Tabla 26:

Valores Máximos de presión en el suelo por combinación de carga.

	Combinación	Valor máximo
Carga por Gravedad	CM+CV	Q=3.00 kg/cm ²
Carga de Sismo en X	CM+CV±0.8 Sx	1.2Q=3.6 kg/cm ²
Carga de Sismo en Y	CM+CV±0.8 Sy	1.2Q=3.6 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Para el diseño se aconseja el uso del SAFE, La rigidez obedecerá a la capacidad portante del suelo y lo evaluamos empleando el cuadro de coeficiente de balasto. Se asigna un coeficiente de balasto de $K_s = 6 \text{ kg/cm}^3$ para $q = 3.0 \text{ kg/cm}^2$ y 7.2 kg/cm^3 para capacidad portante de 3.6 kg/cm^2 .

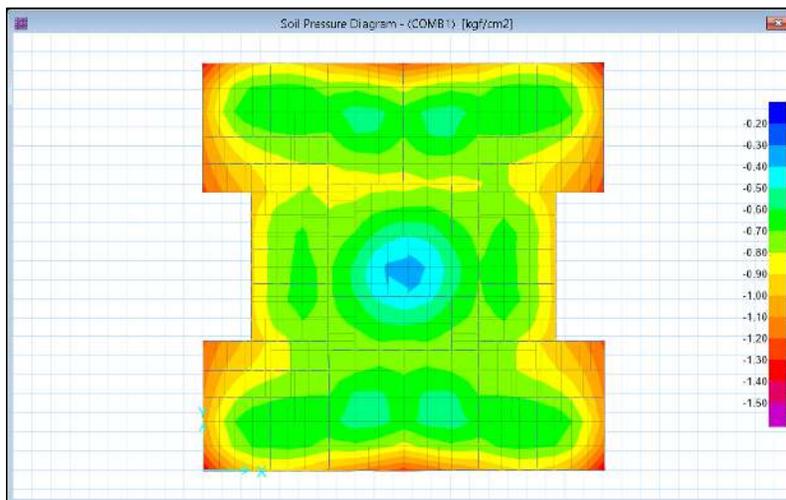


Figura 32: Presiones en el suelo debido a la combinación de carga muerta y viva.

Fuente: Elaboración Propia.

4.6.5.3. Diseño por Flexión y Cortante.

El diseño de desarrollo de forma parecida al diseño de losas macizas, se diseñó la platea por metro Lineal, es decir, se consideró una franja de 100cm.

El Acero de refuerzo se distribuye en dos capas considerando un peralte efectivo de 23 cm cuyo recubrimiento es de 7cm, Con la siguiente expresión calculamos el acero mínimo:

$$A_{s \min} = 0.0018 * b * h$$

$$A_{s \min} = 0.0018 * 100 * 30 = 5.4 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Por lo tanto se colocó acero de 1/2" ($A_s = 1.267 \text{ cm}^2$), ahora calculamos el espaciamiento S.

$$s = \frac{1.267}{5.4/2} = 0.46 \text{ m}$$

Se consideró un espaciamiento de 0,25 m, por lo que resulta el área de acero por metro lineal.

$$A_s = \frac{1.267}{0.25} = 5.068 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Se calculó el momento nominal de diseño con las siguientes ecuaciones:

$$a = \frac{5.068 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 1.19 \text{ cm/m}$$

$$\phi M_n = 0.9 \times 5.068 \times 4200 \times \left(23 - \frac{1.19}{2} \right) = 4.29 \text{ Tn. m/m}$$

Se buscó que se cumpla la relación $\phi M_n > M_u$, en las zonas donde el momento ultimo resulte mayor se adicionaron bastones con el fin del cumplir los requerimiento de flexión.

Para el diseño por fuerza cortante tenemos:

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 100 \times 23 \times \left(\frac{1 \text{ Tn}}{1000 \text{ kg}} \right) = 15.02 \text{ Tn}$$

Se buscó que se cumpla la relación $\phi V_n > V_u$, con el fin del cumplir los requerimiento de fuerza cortante.

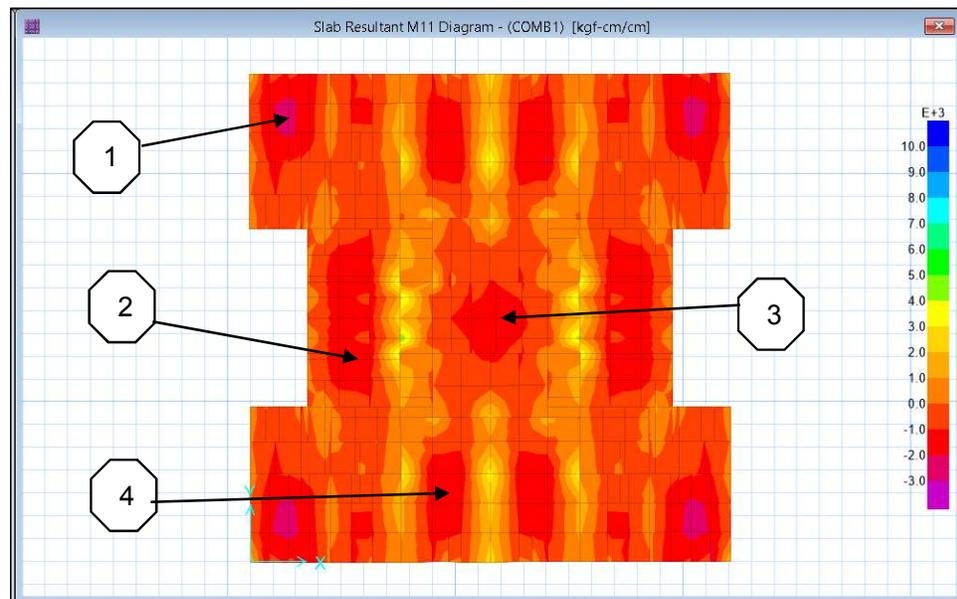


Figura 33: Momentos Flector en la dirección X-X platea de cimentación.

Fuente: Elaboración propia.

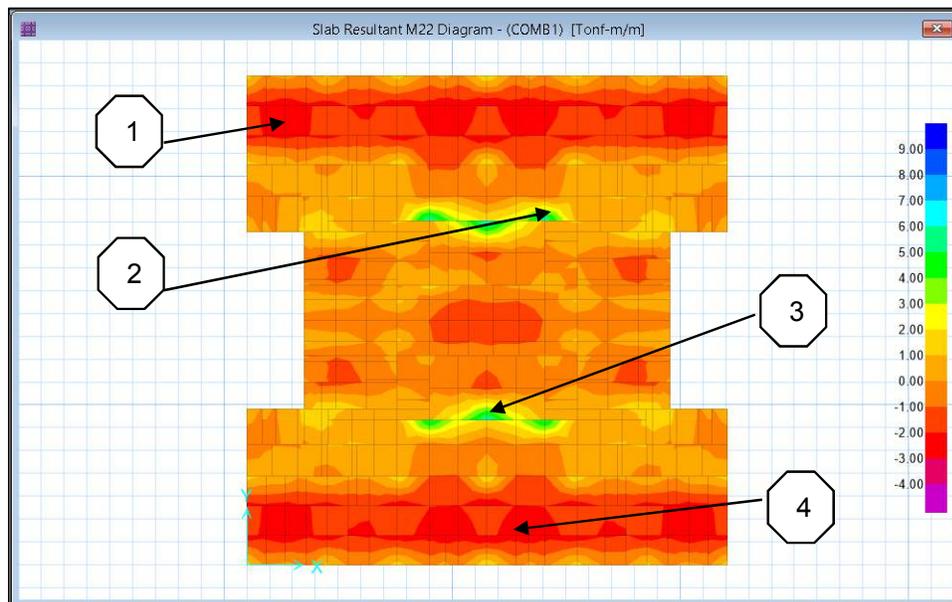


Figura 34: Momentos Flector en la dirección Y-Y platea de cimentación.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27:

Diseño por flexión y cortante en dirección X-X platea de cimentación.

	1	2	3	4
Mu (Tn. M)	-2.2	-1.76	-1.31	-1.81
ØMu (Tn. M)	4.29	4.29	4.29	4.29
Vu (Tn)	2.58	5.81	5.93	5.3
ØVc (Tn)	15.02	15.02	15.02	15.02
Acero colocado (cm²)	Ø1/2"@0.25cm	Ø1/2"@0.25cm	Ø1/2"@0.25cm	Ø1/2"@0.25cm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28:

Diseño por flexión y cortante en dirección Y-Y platea de cimentación.

	1	2	3	4
Mu (Tn. M)	-2.60	-6.09	-6.03	-2.85
ØMu (Tn. M)	4.29	4.29	4.29	4.29
Vu (Tn)	2.51	8.29	7.31	5.15
ØVc (Tn)	15.02	15.02	15.02	15.02
Acero colocado (cm²)	Ø1/2"@0.25cm	Ø1/2"@0.25cm	Ø1/2"@0.25cm	Ø1/2"@0.25cm

Fuente: Elaboración propia

4.6.5.4. Diseño de la viga de cimentación.

Se realizó el diseño por flexión y cortante: Viga de 0.30m x0.80m

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2, f_y = 4200 \text{ kg/cm}^3, b = 30 \text{ cm y } d = 0.70$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{0.7x\sqrt{f'_c}xbxd}{f_y} = \frac{0.7x\sqrt{210}x30x73}{4200} = 5.29 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ max}} = 0.75x\rho_bxbxh = 1.6\%x30x73 = 35.04 \text{ cm}^2$$

Diseño por Flexión:

El momento máximo hallado es $M_u = 52.72 \text{ tn. m}$

$$A_s = \frac{0.85 * f'_c b d}{f_y} - \sqrt{\frac{1.7 f'_c b}{f_y^2} \left(\frac{0.85 * f'_c b d}{f_y} - \frac{M_u}{\phi} \right)} = 21.62 \text{ cm}^2$$

Se colocó en todas las vigas aceros de 5/8" en total serán 12Ø5/8".

Diseño por Cortante:

Se obtuvo una fuerza cortante de $V_u = 43.61 \text{ tn. m}$, entonces se tiene.

$$\phi V_c = \frac{0.85x0.53x\sqrt{210}x30x63}{1000} = 12.34 \text{ Tn}$$

$$\phi V_c < V_u \rightarrow \text{Requiere de Estribos}$$

$$V_s = \frac{V_u}{0.85} - \phi V_c = \frac{43.61}{0.85} - 12.34 = 38.96 \text{ Tn}$$

Tomaremos estribos de 1/2" entonces $A_v = 2x1.29 = 2.58 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{A_v x f_y x d}{V_s} = \frac{2.58x4200x63}{38.96x1000} = 17.08$$

Se colocaron estribos en la viga de cimentación de 1/2" @20cm

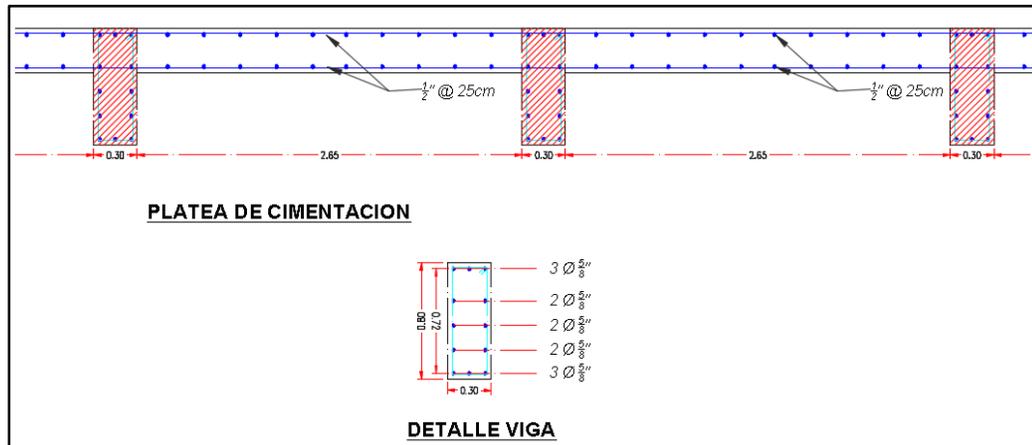


Figura 35: Detalle de distribución de acero en la platea de cimentación.

Fuente: elaboración Propia

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

En cuanto a la hipótesis general se había planteado:

“Siguiendo las especificaciones dadas en el reglamento Nacional de edificaciones, se obtiene un diseño óptimo y seguro para el Edificio de Vivienda Multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna”.

Al respecto debemos mencionar lo siguiente:

A partir de los resultados obtenidos aceptamos la hipótesis general que establece que el análisis y diseño estructural del edificio de 5 niveles con muros e ductilidad limitada en la Ciudad de Tacna cumple con los parámetros establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene los siguientes autores, (Egoabil, 2019), (Coaquira, 2018) y (Vargas & Terrazos, 2016) que este sistema con Muros de Ductilidad Limitada presentan un adecuado comportamiento estructural ante amenazas sísmicas, ya que cumplen con los parámetros de Diseño Sismo resistente y del Diseño Estructural que plantea el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

Como hipótesis específica 1, se había planteado:

“Del análisis estructural de un Edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada ante solicitaciones estáticas y dinámicas, se obtiene una adecuada resistencia y ductilidad acorde a lo especificado en la Norma E.030 - Diseño Sismo resistente”.

Al respecto debemos mencionar lo siguiente:

Actualmente, la Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones, indica que el límite de la distorsión de un edificio de concreto armado con muros de ductilidad limitada es 0.005 y con este

sistema se puede construir como máximo 8 pisos. En base a los resultados del modelamiento de la edificación en el software Etabs obtuvimos distorsiones máximas de entrepiso en la dirección X de 0.0012 y en la dirección Y de 0.0005, de igual manera los autores (Egoabil, 2019), (Coaquira, 2018) y (Vargas & Terrazos, 2016) obtuvieron resultados similares a los nuestros. Estos valores se encuentran dentro del rango indicado por la Norma Técnica E.030.

Sin embargo en la investigación realizada por (Cotrado, 2017) menciona que: “En base a los resultados de los ensayos cíclicos realizados en el CISMID, el Dr. Carlos Zavala (Jefe del laboratorio de estructuras del CISMID-UNI) sugiere que sólo se debe trabajar con una distorsión máxima de 4/1000 o 0.004, así mismo se debe limitar el número de pisos a 4”.

Como hipótesis específica 2, se había planteado:

“Del diseño estructural por resistencia última de un edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada, se obtiene cuantías de acero que cumplen con lo establecido en el Norma E.060 - Concreto Armado”.

Al respecto debemos mencionar lo siguiente:

Se tomaron en cuenta las consideraciones para el diseño de los elementos estructurales indicados en el capítulo 21 “Disposiciones especiales para el diseño sísmico” establecidos en la Norma E.060. El resultado del cálculo obtenido se consideró muros estructurales de espesor de 15cm siendo comprobado en la etapa de predimensionamiento y en la etapa de diseño.

Para el diseño de losas macizas en dos direcciones según el libro (Blanco, 2011) indica que “el espesor del paño debe ser mayor al perímetro dividido entre 180, del cual obtuvimos como resultado 10 cm de espesor de losa, exceptuando las zonas de baño las cuales tendrán losas de 20 centímetros de espesor para facilitar las instalaciones sanitarias.

Para el acero vertical se consideró el uso de acero de 3/8” y 5/8” de diámetro, el acero se distribuyó en dos hileras para los muros de 15cm y adicionalmente se

usó estribos de 3/8" mm para confinar los extremos de los muros de igual manera el autor (Egoabil, 2019) considera el mismo diámetro de acero vertical. En cambio los autores (Vargas & Terrazos, 2016) y (Coaquira, 2018) utilizaron acero de 8 mm y 12 mm. Sin embargo (Cotrado, 2017) recomienda el uso de acero de 3/8" como mínimo en muros de ductilidad limitada.

Como hipótesis específica 3, se había planteado:

“El tipo de cimentación es la más apropiada en el diseño de un edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles considerando los muros de ductilidad limitada como tipo de sistema estructural cumpliendo la Norma E.050 – Suelos y Cimentaciones”.

Al respecto debemos mencionar lo siguiente:

Se optó por el diseño de una platea de cimentación de 0.30 m de espesor con vigas de cimentación de 0.30 x 0.80 m, esto es concordante a lo que indica la norma E.050 en el artículo 19 “Las plateas de cimentación deben ser losas rígidas de concreto armado, con acero en dos direcciones y deberán llevar una viga perimetral de concreto armado cimentado a una profundidad mínima de 0,40 m, medida desde la superficie del terreno o desde el piso terminado, la que sea menor”.

Los autores (Egoabil, 2019) y (Vargas & Terrazos, 2016) consideran un espesor de la platea de cimentación 0.40 m y 0.50 m respectivamente, mientras que para las vigas de borde consideraron 0.3x0.80 m y 0.30x1.10m, las cuales cumplen lo indicado por la norma E.050, la Norma E.060 en el numeral capítulo 21 numeral 21.10.3 indica también que Las vigas (uñas o dientes) interiores de las plateas deberán tener una profundidad mínima por debajo de la losa 600 mm o de dos veces el espesor de la losa. Por lo tanto, se puede deducir que la mejor opción en cuanto a la cimentación para el sistema de muros de ductilidad limitada es el de platea de cimentación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Las conclusiones en base al objetivo general y específicos son:

Primera conclusión

Del análisis y diseño estructural con el sistema de Muros de Ductilidad Limitada y según las delimitaciones establecidas, se concluye que los sistemas de Muros de Ductilidad Limitada presentan un adecuado comportamiento estructural ante la amenaza sísmica, ya que cumplen con los requisitos del Diseño Sismo resistente y del Diseño Estructural que plantea el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

Segunda conclusión

Del análisis estático y dinámico que se realizó mediante el programa Etabs, se concluye que el sistema de Muros de Ductilidad Limitada posee una adecuada rigidez lateral. De los resultados obtenidos en los desplazamientos de entre piso se obtuvo una distorsión máxima de 0.0012 en la dirección X y una distorsión máxima de 0.0005 en la dirección Y, las cuales son inferiores al límite permisible (distorsión máxima de 0.005). Asimismo, para estructuras irregulares, la Norma E.030 indica que: “la fuerza cortante dinámica en la base debe ser por los menos 90% de la calculada en el análisis estático”, caso contrario estas deben ser escaladas, por lo que en nuestro análisis sísmico los factores escalares fueron de 1.19 para el eje X y para Y es 1.175.

Tercera conclusión

En el diseño estructural todos los muros de ductilidad limitada tienen un espesor de 15 cm, siendo comprobados en la etapa de predimensionamiento y diseño. Se consideraron losas macizas en dos direcciones de 10 cm de altura a excepción de las áreas de los servicios higiénicos donde se consideró una losa de 20 cm de altura esto con fin de facilitar las instalaciones sanitarias. Por lo tanto, se concluye que los resultados obtenidos cumplen con los parámetros establecidos en el Norma E.060 –Concreto Armado.

Cuarta conclusión

Se realizó el diseño de plateas de cimentación para los muros de ductilidad limitada, mediante el uso de software SAFE, se optó por el diseño de una platea de cimentación de 0.30 m de espesor con vigas de cimentación de 0.30 x 0.80 m. esto es concordante a lo que indica la norma E.050 en el artículo 19 “Las plateas de cimentación deben ser losas rígidas de concreto armado, con acero en dos direcciones y deberán llevar una viga perimetral de concreto armado cimentado a una profundidad mínima de 0,40 m, medida desde la superficie del terreno o desde el piso terminado, la que sea menor”. Del diseño estructural se requiere varillas de acero de $\frac{1}{2}$ " espaciadas a 25cm.

RECOMENDACIONES

Primera recomendación

Se recomienda a las entidades públicas o privadas la importancia de indagar respecto a los criterios de diseño. Es importante mencionar que la utilización de una mayor cantidad de concreto en Muros de Ductilidad Limitada es factible a diferencia de otros sistemas, ya que las dimensiones y el rendimiento se optimizan.

Segunda recomendación

En base a los resultados obtenidos de otras investigaciones se recomienda a los futuros ingenieros especialistas en la rama de estructuras, trabajar con distorsión permisible de $4/1000$ o 0.004 , así mismo se debe limitar el número de pisos a 4 para evitar que sobrepasen los límites indicados en la Norma Técnica E.030.

Tercera recomendación

El Sistema de muros de ductilidad limitada se aplica mejor al uso de viviendas multifamiliares en el que se requiere gran densidad de muros portantes y simetría en la construcción de los departamentos. Esto genera que sean un proceso constructivo práctico y con óptimos tiempos productivos.

Cuarta recomendación

Finalmente indicamos que, para suelos de baja capacidad portante, en el Sistema de muros de ductilidad limitada se recomienda el uso de Plateas de cimentación debido a que el área de contacto de cimentación es mayor a la mitad del área total (50%).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Almeida, F. J. (2015). *Análisis experimental de muros delgados de hormigón armado para viviendas de baja altura [Tesis Pregrado, Pontificia Universidad Católica de Chile]*. Repositorio institucional, Santiago, Chile. Obtenido de <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/15718>
- Blanco, A. (2011). *Estructuración y diseño en Concreto Armado*.
- Coaquira, T. (2018). *Análisis y diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 7 pisos con muros de ductilidad limitada en la ciudad de Puno*. Repositorio institucional de la Universidad Andina Nestor Cáceres Velasquez, Juliaca.
- Cotrado, D. (2017). *Elaboración de curvas de Fragilidad de Muros de Ductilidad Limitada de 10 cm de Espesor, Basados en Ensayos Experimentales, Período 2011-2015*. Repositorio Institucional, Tacna.
- Delgado. (2006). *Edificios peruanos con muros de concreto de ductilidad limitada*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/169/DELGADO_RAUL_EDIFICIOS_PERUANOS_MUROS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Delgado, R. (2016). *Edificios Peruanos con Muros de Ductilidad Limitada*. Lima: UPCP.
- Egoabil, X. L. (2019). *Análisis y diseño estructural de un edificio de viviendas multifamiliares de 6 pisos con muros de ductilidad limitada [Tesis Pregrado, Universidad Continental]*. Repositorio institucional, Huancayo, Perú. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7110>
- Muñoz, A. (2006). *Edificios peruanos con muros de concreto de ductilidad limitada*. Lima, Perú. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/169/DELGADO_RAUL_EDIFICIOS_PERUANOS_MUROS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Norma E 0.30. (2018). *Diseño Sismoresistente*.
- Norma E.060. (2009). *Concreto Armado*.
- Pómez, D. V. (2012). *Estudio de alternativas estructurales para el techado de un edificio de oficinas [Tesis electrónica, Pontificia Universidad Católica del Perú]*. Repositorio institucional.
- Rojas, F., & Ruiz, R. (2020). *Análisis de Estructuración en planta a partir de planos de Arquitectura e Ingeniería para Edificios con Muros de Hormigón Armado*

- en Chile [Tesis Pregrado, Universidad de Chile].* Repositorio institucional, Santiago, Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/175779>
- San Bartolomé, Á. (2013). *Edificios de concreto armado con muros delgados de ductilidad limitada.* Académica española.
- Vargas, A., & Terrazos, T. (2016). *Diseño estructural de un edificio de 7 pisos con Muros de Ductilidad Limitada [Tesis Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú].* Repositorio institucional, Lima, Perú. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7022>

ANEXOS.

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MÉTODOLOGIA
General:	General:	General:	V. Independiente.	Indicadores de VI.	
¿Cuáles son los criterios de Análisis y Diseño Estructural de un Edificio de Vivienda Multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna en base al Reglamento Nacional de Edificaciones?	Analizar y Diseñar Estructuralmente un Edificio de Vivienda Multifamiliar de 5 Niveles con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna en base al Reglamento Nacional de Edificaciones.	Siguiendo las especificaciones dadas en el reglamento Nacional de edificaciones, se obtiene un diseño óptimo y seguro para el Edificio de Vivienda Multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna	Análisis y Diseño estructural.	<ul style="list-style-type: none"> • Periodos y modos de vibración • Desplazamientos y distorsiones de entrepiso • Cuantías de acero 	<p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Diseño de Investigación: Evaluativo</p> <p>Nivel de Investigación: integrativo</p>
Específicos:	Específicos:	Específicos:	V. Dependiente.	Indicadores de VD.	
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué resultados se obtiene con el análisis estructural de un Edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada ante solicitaciones estáticas y dinámicas, según la Norma E.030 - Diseño Sismo resistente? • ¿Qué resultados se obtiene con el diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada de acuerdo a los requerimientos establecidos en el Norma E.060 - Concreto Armado? • ¿Qué tipo de cimentación es la más adecuada en el diseño de un edificio de vivienda multifamiliar considerando los muros de ductilidad limitada como tipo de sistema estructural de acuerdo a la Norma E.050 – Suelos y Cimentaciones? 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el análisis estructural de un Edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada ante solicitaciones estáticas y dinámicas, según la Norma E.030 - Diseño Sismo resistente. • Realizar el diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada de acuerdo a los requerimientos establecidos en el Norma E.060 - Concreto Armado. • Determinar qué tipo de cimentación es la más adecuada en el diseño de un edificio de vivienda multifamiliar considerando los muros de ductilidad limitada como tipo de sistema estructural de acuerdo a la Norma E.050 – Suelos y Cimentaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Del análisis estructural de un Edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada ante solicitaciones estáticas y dinámicas, se obtiene una adecuada resistencia y ductilidad acorde a lo especificado en la Norma E.030 - Diseño Sismo resistente. • Del diseño estructural por resistencia última de un edificio de vivienda multifamiliar de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada, se obtiene cuantías de acero que cumplen con lo establecido en el Norma E.060 - Concreto Armado. • El tipo de cimentación es la más apropiada en el diseño de un edificio de vivienda multifamiliar considerando los muros de ductilidad limitada como tipo de sistema estructural cumpliendo la Norma E.050 – Suelos y Cimentaciones. 	Vivienda Multifamiliar con muros de ductilidad Limitada.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema estructural • Ubicación geográfica • Capacidad portante • Propiedades mecánicas de los materiales 	<p>Población: Edificaciones de Vivienda Multifamiliar con Muros de Ductilidad Limitada en Tacna.</p> <p>Muestra: Edificio de 5 niveles con Muros de Ductilidad Limitada en el distrito de Gregorio Albarracín.</p>

ANEXO 2: DENSIDAD DE MUROS

DENSIDAD DE MUROS							
PROYECTO:		Análisis y Diseño Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 05 pisos con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna.					
UBICACIÓN:		Gregorio Albarracín -Tacna					
DATOS:		Z = 0.45		S = 1		Ap = 219.02 m ²	
		U = 1		N = 5			
DIRECCIÓN X				DIRECCIÓN Y			
Muro	L(m)	t(m)	Ac(m²)	Muro	L(m)	t(m)	Ac(m²)
X1	1.35	0.15	0.20	Y1	2.75	0.15	0.41
X2	1.00	0.15	0.15	Y2	3.05	0.15	0.46
X3	2.75	0.15	0.41	Y3	2.75	0.15	0.41
X4	1.00	0.15	0.15	Y4	4.60	0.15	0.69
X5	1.35	0.15	0.20	Y5	2.75	0.15	0.41
X6	1.75	0.15	0.26	Y6	3.05	0.15	0.46
X7	1.40	0.15	0.21	Y7	2.75	0.15	0.41
X8	1.40	0.15	0.21	Y8	2.05	0.15	0.31
X9	1.75	0.15	0.26	Y9	1.00	0.15	0.15
X10	1.85	0.15	0.28	Y10	1.00	0.15	0.15
X11	0.85	0.15	0.13	Y11	1.00	0.15	0.15
X12	0.85	0.15	0.13	Y12	1.00	0.15	0.15
X13	1.85	0.15	0.28	Y13	2.05	0.15	0.31
X14	0.45	0.15	0.07	Y14	0.80	0.15	0.12
X15	3.20	0.15	0.48	Y15	1.20	0.15	0.18
X16	3.95	0.15	0.59	Y16	2.10	0.15	0.32
X17	3.20	0.15	0.48	Y17	2.10	0.15	0.32
X18	0.60	0.15	0.09	Y18	1.20	0.15	0.18
X19	3.20	0.15	0.48	Y19	0.80	0.15	0.12
X20	3.20	0.15	0.48	Y20	1.20	0.15	0.18
X21	3.20	0.15	0.48	Y21	1.20	0.15	0.18
X22	3.20	0.15	0.48	Y22	0.80	0.15	0.12
X23	0.60	0.15	0.09	Y23	2.10	0.15	0.32
X24	3.20	0.15	0.48	Y24	2.10	0.15	0.32
X25	3.95	0.15	0.59	Y25	0.80	0.15	0.12
X26	3.20	0.15	0.48	Y26	2.05	0.15	0.31
X27	0.60	0.15	0.09	Y27	1.00	0.15	0.15
X28	1.85	0.15	0.28	Y28	1.00	0.15	0.15
X29	0.85	0.15	0.13	Y29	1.00	0.15	0.15
X30	0.85	0.15	0.13	Y30	1.00	0.15	0.15
X31	1.85	0.15	0.28	Y31	2.05	0.15	0.31
X32	1.75	0.15	0.26	Y32	2.75	0.15	0.41
X33	1.40	0.15	0.21	Y33	3.05	0.15	0.46

DENSIDAD DE MUROS							
PROYECTO: Análisis y Diseño Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 05 pisos con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna.							
UBICACIÓN: Gregorio Albarracín -Tacna							
DATOS:							
	Z =	0.45	S =	1	Ap =	219.02 m ²	
	U =	1	N =	5			
X34	1.40	0.15	0.21	Y34	2.75	0.15	0.41
X35	1.75	0.15	0.26	Y35	4.60	0.15	0.69
X36	1.35	0.15	0.20	Y36	2.75	0.15	0.41
X37	1.00	0.15	0.15	Y37	3.05	0.15	0.46
X38	2.75	0.15	0.41	Y38	2.75	0.15	0.41
X39	1.00	0.15	0.15	-	-	-	-
X40	1.35	0.15	0.20	-	-	-	-
∑ Lt =			11.1075	∑ Lt =			11.4000

Debe cumplirse lo siguiente, para las dos direcciones tanto en el eje X como en el Eje Y.

$$\frac{\sum L * t}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

$$\text{En X} = \frac{11.1075}{219.02} \geq \frac{0.45 * 1 * 1 * 5}{56} = 0.0507 \geq 0.0402 \rightarrow \text{Si cumple}$$

$$\text{En Y} = \frac{11.4000}{219.02} \geq \frac{0.45 * 1 * 1 * 5}{56} = 0.0521 \geq 0.0402 \rightarrow \text{Si cumple}$$

ANEXO 3: PREDIMENSIONAMIENTO DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA

PREDIMENSIONAMIENTO DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA									
PROYECTO: Análisis y Diseño Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 05 pisos con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna.									
UBICACIÓN: Gregorio Albarracín Tacna									
DATOS:									
$f'c =$	175	kg/cm ²	=	2.4	tn/m ³	$W_{terminado} =$	0.05	tn/m ²	
$f_y =$	4200	kg/cm ²	S/C =	0.2	tn/m ²	$W(s/c) \text{ azotea} =$	0.1	tn/m ²	
$N =$	5		$l_c =$	2.4	m	$Losa \text{ maciza } h =$	0.1	m	
1.- Cálculo de Pu									
Pu= 1.4 CM + 1.7 CV									
PRIMER PISO	AT (m ²)	MURO (m)			WD (tn)		WD (tn)	WL (tn)	Pu (tn)
		t	L	h	Muro	Losa + piso			
X1	1.35	0.15	0.20	12.00	0.87	1.96	2.83	1.22	6.03
X2	0.94	0.15	0.14	12.00	0.61	1.36	1.97	0.85	4.20
X3	3.36	0.15	0.50	12.00	2.18	4.87	7.05	3.02	15.01
X4	0.94	0.15	0.14	12.00	0.61	1.36	1.97	0.85	4.20
X5	1.35	0.15	0.20	12.00	0.87	1.96	2.83	1.22	6.03
X6	2.21	0.15	0.33	12.00	1.43	3.20	4.64	1.99	9.87
X7	1.82	0.15	0.27	12.00	1.18	2.64	3.82	1.64	8.13
X8	1.82	0.15	0.27	12.00	1.18	2.64	3.82	1.64	8.13
X9	2.21	0.15	0.33	12.00	1.43	3.20	4.64	1.99	9.87
X10	2.44	0.15	0.37	12.00	1.58	3.54	5.12	2.20	10.90
X11	0.91	0.15	0.14	12.00	0.59	1.32	1.91	0.82	4.07
X12	0.91	0.15	0.14	12.00	0.59	1.32	1.91	0.82	4.07
X13	2.44	0.15	0.37	12.00	1.58	3.54	5.12	2.20	10.90
X14	0.42	0.15	0.06	12.00	0.27	0.61	0.88	0.38	1.88
X15	3.44	0.15	0.52	12.00	2.23	4.99	7.22	3.10	15.37
X16	3.72	0.15	0.56	12.00	2.41	5.39	7.80	3.35	16.62
X17	3.44	0.15	0.52	12.00	2.23	4.99	7.22	3.10	15.37
X18	0.42	0.15	0.06	12.00	0.27	0.61	0.88	0.38	1.88
X19	3.89	0.15	0.58	12.00	2.52	5.64	8.16	3.50	17.38
X20	3.89	0.15	0.58	12.00	2.52	5.64	8.16	3.50	17.38
X21	3.89	0.15	0.58	12.00	2.52	5.64	8.16	3.50	17.38
X22	3.89	0.15	0.58	12.00	2.52	5.64	8.16	3.50	17.38
X23	0.42	0.15	0.06	12.00	0.27	0.61	0.88	0.38	1.88
X24	3.44	0.15	0.52	12.00	2.23	4.99	7.22	3.10	15.37
X25	3.72	0.15	0.56	12.00	2.41	5.39	7.80	3.35	16.62
X26	3.44	0.15	0.52	12.00	2.23	4.99	7.22	3.10	15.37
X27	0.42	0.15	0.06	12.00	0.27	0.61	0.88	0.38	1.88

PREDIMENSIONAMIENTO DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA									
PROYECTO: Análisis y Diseño Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 05 pisos con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna.									
UBICACIÓN: Gregorio Albarracín Tacna									
DATOS:									
f'c =	175	kg/cm ²	=	2.4	tn/m ³	Wterminado =	0.05	tn/m ²	
fy =	4200	kg/cm ²	S/C =	0.2	tn/m ²	W(s/c) azotea =	0.1	tn/m ²	
N =	5		lc =	2.4	m	Losa maciza h =	0.1	m	
1.- Cálculo de Pu									
Pu= 1.4 CM + 1.7 CV									
X28	2.44	0.15	0.37	12.00	1.58	3.54	5.12	2.20	10.90
X29	0.91	0.15	0.14	12.00	0.59	1.32	1.91	0.82	4.07
X30	0.91	0.15	0.14	12.00	0.59	1.32	1.91	0.82	4.07
X31	2.44	0.15	0.37	12.00	1.58	3.54	5.12	2.20	10.90
X32	2.21	0.15	0.33	12.00	1.43	3.20	4.64	1.99	9.87
X33	1.82	0.15	0.27	12.00	1.18	2.64	3.82	1.64	8.13
X34	1.82	0.15	0.27	12.00	1.18	2.64	3.82	1.64	8.13
X35	2.21	0.15	0.33	12.00	1.43	3.20	4.64	1.99	9.87
X36	1.35	0.15	0.20	12.00	0.87	1.96	2.83	1.22	6.03
X37	0.94	0.15	0.14	12.00	0.61	1.36	1.97	0.85	4.20
X38	3.36	0.15	0.50	12.00	2.18	4.87	7.05	3.02	15.01
X39	0.94	0.15	0.14	12.00	0.61	1.36	1.97	0.85	4.20
X40	1.35	0.15	0.20	12.00	0.87	1.96	2.83	1.22	6.03
Y1	1.87	0.15	2.75	12.00	11.88	2.71	14.59	1.68	23.29
Y2	4.77	0.15	3.05	12.00	13.18	6.92	20.09	4.29	35.43
Y3	7.60	0.15	2.75	12.00	11.88	11.02	22.90	6.84	43.69
Y4	8.96	0.15	4.60	12.00	19.87	12.99	32.86	8.06	59.72
Y5	6.55	0.15	2.75	12.00	11.88	9.50	21.38	5.90	39.95
Y6	4.77	0.15	3.05	12.00	13.18	6.92	20.09	4.29	35.43
Y7	1.87	0.15	2.75	12.00	11.88	2.71	14.59	1.68	23.29
Y8	0.98	0.15	2.05	12.00	8.86	1.42	10.28	0.88	15.89
Y9	0.50	0.15	1.00	12.00	4.32	0.73	5.05	0.45	7.83
Y10	1.49	0.15	1.00	12.00	4.32	2.16	6.48	1.34	11.35
Y11	1.49	0.15	1.00	12.00	4.32	2.16	6.48	1.34	11.35
Y12	0.50	0.15	1.00	12.00	4.32	0.73	5.05	0.45	7.83
Y13	0.98	0.15	2.05	12.00	8.86	1.42	10.28	0.88	15.89
Y14	0.89	0.15	0.80	12.00	3.46	1.29	4.75	0.80	8.01
Y15	2.02	0.15	1.20	12.00	5.18	2.93	8.11	1.82	14.45
Y16	3.55	0.15	2.10	12.00	9.07	5.15	14.22	3.20	25.34
Y17	3.55	0.15	2.10	12.00	9.07	5.15	14.22	3.20	25.34
Y18	2.02	0.15	1.20	12.00	5.18	2.93	8.11	1.82	14.45
Y19	0.89	0.15	0.80	12.00	3.46	1.29	4.75	0.80	8.01
Y20	2.02	0.15	1.20	12.00	5.18	2.93	8.11	1.82	14.45

PREDIMENSIONAMIENTO DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA									
PROYECTO: Análisis y Diseño Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 05 pisos con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna.									
UBICACIÓN: Gregorio Albarracín Tacna									
DATOS:									
f'c =	175	kg/cm ²	=	2.4	tn/m ³	Wterminado =	0.05	tn/m ²	
fy =	4200	kg/cm ²	S/C =	0.2	tn/m ²	W(s/c) azotea =	0.1	tn/m ²	
N =	5		lc =	2.4	m	Losa maciza h =	0.1	m	
1.- Cálculo de Pu									
Pu= 1.4 CM + 1.7 CV									
Y21	2.02	0.15	1.20	12.00	5.18	2.93	8.11	1.82	14.45
Y22	1.36	0.15	0.80	12.00	3.46	1.97	5.43	1.22	9.68
Y23	3.55	0.15	2.10	12.00	9.07	5.15	14.22	3.20	25.34
Y24	3.55	0.15	2.10	12.00	9.07	5.15	14.22	3.20	25.34
Y25	0.89	0.15	0.80	12.00	3.46	1.29	4.75	0.80	8.01
Y26	0.98	0.15	2.05	12.00	8.86	1.42	10.28	0.88	15.89
Y27	0.50	0.15	1.00	12.00	4.32	0.73	5.05	0.45	7.83
Y28	1.49	0.15	1.00	12.00	4.32	2.16	6.48	1.34	11.35
Y29	1.49	0.15	1.00	12.00	4.32	2.16	6.48	1.34	11.35
Y30	0.50	0.15	1.00	12.00	4.32	0.73	5.05	0.45	7.83
Y31	0.98	0.15	2.05	12.00	8.86	1.42	10.28	0.88	15.89
Y32	1.87	0.15	2.75	12.00	11.88	2.71	14.59	1.68	23.29
Y33	4.77	0.15	3.05	12.00	13.18	6.92	20.09	4.29	35.43
Y34	5.78	0.15	2.75	12.00	11.88	8.38	20.26	5.20	37.21
Y35	8.96	0.15	4.60	12.00	19.87	12.99	32.86	8.06	59.72
Y36	5.78	0.15	2.75	12.00	11.88	8.38	20.26	5.20	37.21
Y37	4.77	0.15	3.05	12.00	13.18	6.92	20.09	4.29	35.43
Y38	1.87	0.15	2.75	12.00	11.88	2.71	14.59	1.68	23.29

ANEXO 4: METRADO DE CARGAS EN X y Y

METRADO DE CARGAS EN X y Y										
PROYECTO: Análisis y Diseño Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 05 pisos con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna. Gregorio Albarracín										
UBICACIÓN: Tacna - Perú										
DATOS:										
f'c = 175 kg/cm2 = 2.4 tn/m3 Wterminado = 0.05 tn/m2										
fy = 4200 kg/cm2 S/C = 0.2 tn/m2 W(s/c) azotea = 0.1 tn/m2										
N = 5 lc = 2.4 m Losa maciza h = 0.1 m										
PRIMER PISO	AT (m2)	MURO (m)			WD (tn)		WD (tn)	WL (tn)		WL (tn)
		t	L	h	Muro	Losa + piso		1 - 4to	5 to	
X1	1.35	0.15	0.20	12.00	0.87	1.96	2.83	0.27	0.14	1.22
X2	0.94	0.15	0.14	12.00	0.61	1.36	1.97	0.19	0.09	0.85
X3	3.36	0.15	0.50	12.00	2.18	4.87	7.05	0.67	0.34	3.02
X4	0.94	0.15	0.14	12.00	0.61	1.36	1.97	0.19	0.09	0.85
X5	1.35	0.15	0.20	12.00	0.87	1.96	2.83	0.27	0.14	1.22
X6	2.21	0.15	0.33	12.00	1.43	3.20	4.64	0.44	0.22	1.99
X7	1.82	0.15	0.27	12.00	1.18	2.64	3.82	0.36	0.18	1.64
X8	1.82	0.15	0.27	12.00	1.18	2.64	3.82	0.36	0.18	1.64
X9	2.21	0.15	0.33	12.00	1.43	3.20	4.64	0.44	0.22	1.99
X10	2.44	0.15	0.37	12.00	1.58	3.54	5.12	0.49	0.24	2.20
X11	0.91	0.15	0.14	12.00	0.59	1.32	1.91	0.18	0.09	0.82
X12	0.91	0.15	0.14	12.00	0.59	1.32	1.91	0.18	0.09	0.82
X13	2.44	0.15	0.37	12.00	1.58	3.54	5.12	0.49	0.24	2.20
X14	0.42	0.15	0.06	12.00	0.27	0.61	0.88	0.08	0.04	0.38
X15	3.44	0.15	0.52	12.00	2.23	4.99	7.22	0.69	0.34	3.10
X16	3.72	0.15	0.56	12.00	2.41	5.39	7.80	0.74	0.37	3.35
X17	3.44	0.15	0.52	12.00	2.23	4.99	7.22	0.69	0.34	3.10
X18	0.42	0.15	0.06	12.00	0.27	0.61	0.88	0.08	0.04	0.38
X19	3.89	0.15	0.58	12.00	2.52	5.64	8.16	0.78	0.39	3.50
X20	3.89	0.15	0.58	12.00	2.52	5.64	8.16	0.78	0.39	3.50
X21	3.89	0.15	0.58	12.00	2.52	5.64	8.16	0.78	0.39	3.50
X22	3.89	0.15	0.58	12.00	2.52	5.64	8.16	0.78	0.39	3.50
X23	0.42	0.15	0.06	12.00	0.27	0.61	0.88	0.08	0.04	0.38
X24	3.44	0.15	0.52	12.00	2.23	4.99	7.22	0.69	0.34	3.10
X25	3.72	0.15	0.56	12.00	2.41	5.39	7.80	0.74	0.37	3.35
X26	3.44	0.15	0.52	12.00	2.23	4.99	7.22	0.69	0.34	3.10
X27	0.42	0.15	0.06	12.00	0.27	0.61	0.88	0.08	0.04	0.38
X28	2.44	0.15	0.37	12.00	1.58	3.54	5.12	0.49	0.24	2.20
X29	0.91	0.15	0.14	12.00	0.59	1.32	1.91	0.18	0.09	0.82
X30	0.91	0.15	0.14	12.00	0.59	1.32	1.91	0.18	0.09	0.82

METRADO DE CARGAS EN X y Y										
PROYECTO: Análisis y Diseño Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 05 pisos con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna. Gregorio Albarracín										
UBICACIÓN: Tacna - Perú										
DATOS:										
$f'_c =$	175	kg/cm ²	=	2.4	tn/m ³	$W_{terminado} =$	0.05	tn/m ²		
$f_y =$	4200	kg/cm ²	$S/C =$	0.2	tn/m ²	$W(s/c) \text{ azotea} =$	0.1	tn/m ²		
$N =$	5		$l_c =$	2.4	m	$Losa \text{ maciza } h =$	0.1	m		
PRIMER PISO	AT (m ²)	MURO (m)			WD (tn)		WD (tn)	WL (tn)		WL (tn)
		t	L	h	Muro	Losa + piso		1 - 4to	5 to	
X31	2.44	0.15	0.37	12.00	1.58	3.54	5.12	0.49	0.24	2.20
X32	2.21	0.15	0.33	12.00	1.43	3.20	4.64	0.44	0.22	1.99
X33	1.82	0.15	0.27	12.00	1.18	2.64	3.82	0.36	0.18	1.64
X34	1.82	0.15	0.27	12.00	1.18	2.64	3.82	0.36	0.18	1.64
X35	2.21	0.15	0.33	12.00	1.43	3.20	4.64	0.44	0.22	1.99
X36	1.35	0.15	0.20	12.00	0.87	1.96	2.83	0.27	0.14	1.22
X37	0.94	0.15	0.14	12.00	0.61	1.36	1.97	0.19	0.09	0.85
X38	3.36	0.15	0.50	12.00	2.18	4.87	7.05	0.67	0.34	3.02
X39	0.94	0.15	0.14	12.00	0.61	1.36	1.97	0.19	0.09	0.85
X40	1.35	0.15	0.20	12.00	0.87	1.96	2.83	0.27	0.14	1.22
Y1	1.87	0.15	2.75	12.00	11.88	2.71	14.59	0.37	0.19	1.68
Y2	4.77	0.15	3.05	12.00	13.18	6.92	20.09	0.95	0.48	4.29
Y3	7.60	0.15	2.75	12.00	11.88	11.02	22.90	1.52	0.76	6.84
Y4	8.96	0.15	4.60	12.00	19.87	12.99	32.86	1.79	0.90	8.06
Y5	6.55	0.15	2.75	12.00	11.88	9.50	21.38	1.31	0.66	5.90
Y6	4.77	0.15	3.05	12.00	13.18	6.92	20.09	0.95	0.48	4.29
Y7	1.87	0.15	2.75	12.00	11.88	2.71	14.59	0.37	0.19	1.68
Y8	0.98	0.15	2.05	12.00	8.86	1.42	10.28	0.20	0.10	0.88
Y9	0.50	0.15	1.00	12.00	4.32	0.73	5.05	0.10	0.05	0.45
Y10	1.49	0.15	1.00	12.00	4.32	2.16	6.48	0.30	0.15	1.34
Y11	1.49	0.15	1.00	12.00	4.32	2.16	6.48	0.30	0.15	1.34
Y12	0.50	0.15	1.00	12.00	4.32	0.73	5.05	0.10	0.05	0.45
Y13	0.98	0.15	2.05	12.00	8.86	1.42	10.28	0.20	0.10	0.88
Y14	0.89	0.15	0.80	12.00	3.46	1.29	4.75	0.18	0.09	0.80
Y15	2.02	0.15	1.20	12.00	5.18	2.93	8.11	0.40	0.20	1.82
Y16	3.55	0.15	2.10	12.00	9.07	5.15	14.22	0.71	0.36	3.20
Y17	3.55	0.15	2.10	12.00	9.07	5.15	14.22	0.71	0.36	3.20
Y18	2.02	0.15	1.20	12.00	5.18	2.93	8.11	0.40	0.20	1.82
Y19	0.89	0.15	0.80	12.00	3.46	1.29	4.75	0.18	0.09	0.80
Y20	2.02	0.15	1.20	12.00	5.18	2.93	8.11	0.40	0.20	1.82
Y21	2.02	0.15	1.20	12.00	5.18	2.93	8.11	0.40	0.20	1.82
Y22	1.36	0.15	0.80	12.00	3.46	1.97	5.43	0.27	0.14	1.22

METRADO DE CARGAS EN X y Y										
PROYECTO: Análisis y Diseño Estructural de una Vivienda Multifamiliar de 05 pisos con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna. Gregorio Albarracín										
UBICACIÓN: Tacna - Perú										
DATOS:										
f'c =	175	kg/cm2	=	2.4	tn/m3	Wterminado =	0.05	tn/m2		
fy =	4200	kg/cm2	S/C =	0.2	tn/m2	W(s/c) azotea =	0.1	tn/m2		
N =	5		lc =	2.4	m	Losa maciza h =	0.1	m		
PRIMER PISO	AT (m2)	MURO (m)			WD (tn)		WD (tn)	WL (tn)		WL (tn)
		t	L	h	Muro	Losa + piso		1 - 4to	5 to	
Y23	3.55	0.15	2.10	12.00	9.07	5.15	14.22	0.71	0.36	3.20
Y24	3.55	0.15	2.10	12.00	9.07	5.15	14.22	0.71	0.36	3.20
Y25	0.89	0.15	0.80	12.00	3.46	1.29	4.75	0.18	0.09	0.80
Y26	0.98	0.15	2.05	12.00	8.86	1.42	10.28	0.20	0.10	0.88
Y27	0.50	0.15	1.00	12.00	4.32	0.73	5.05	0.10	0.05	0.45
Y28	1.49	0.15	1.00	12.00	4.32	2.16	6.48	0.30	0.15	1.34
Y29	1.49	0.15	1.00	12.00	4.32	2.16	6.48	0.30	0.15	1.34
Y30	0.50	0.15	1.00	12.00	4.32	0.73	5.05	0.10	0.05	0.45
Y31	0.98	0.15	2.05	12.00	8.86	1.42	10.28	0.20	0.10	0.88
Y32	1.87	0.15	2.75	12.00	11.88	2.71	14.59	0.37	0.19	1.68
Y33	4.77	0.15	3.05	12.00	13.18	6.92	20.09	0.95	0.48	4.29
Y34	5.78	0.15	2.75	12.00	11.88	8.38	20.26	1.16	0.58	5.20
Y35	8.96	0.15	4.60	12.00	19.87	12.99	32.86	1.79	0.90	8.06
Y36	5.78	0.15	2.75	12.00	11.88	8.38	20.26	1.16	0.58	5.20
Y37	4.77	0.15	3.05	12.00	13.18	6.92	20.09	0.95	0.48	4.29
Y38	1.87	0.15	2.75	12.00	11.88	2.71	14.59	0.37	0.19	1.68

ANEXO 5: CARGA MUERTA Y CARGA VIVA DE MUROS

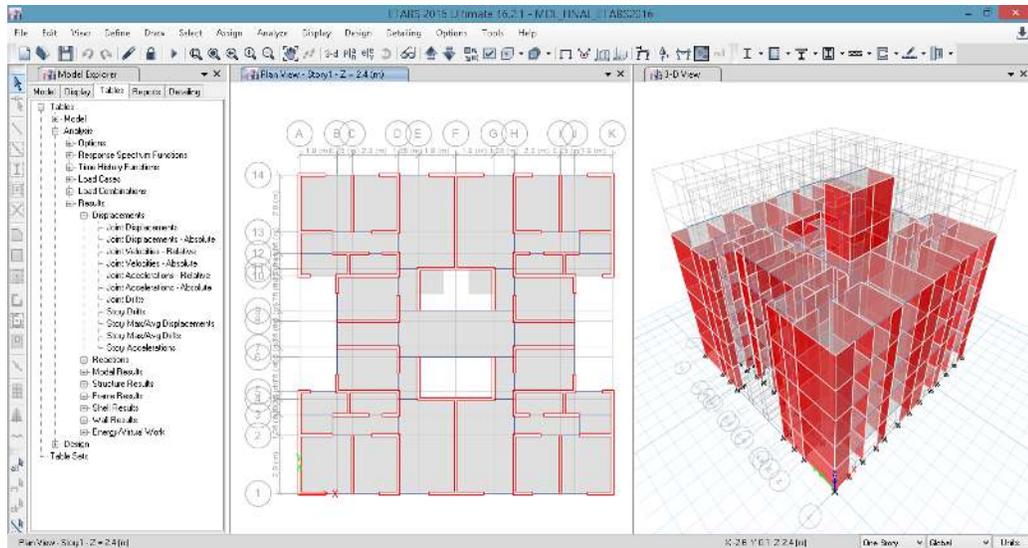
CARGA MUERTA						
PISOS 1,2,3,4 Y 5						
Elemento	Peso Específico (tn/m3)	Área (m2)	Espesor (m)	Número de veces	Altura (m)	Peso (tn)
Losa Maciza	2.40	219.02	0.10	1.00	-	52.56

Muros						
Ma	2.40	1.28	-	4.00	2.40	29.38
Mb	2.40	0.46	-	4.00	2.40	10.55
Mc	2.40	0.77	-	4.00	2.40	17.81
Md	2.40	2.33	-	2.00	2.40	26.78
Me	2.40	1.31	-	4.00	2.40	30.07
Mf	2.40	0.66	-	4.00	2.40	15.21
						129.80

CARGA VIVA					
		S/C (tn/m2)	Área (m2)	% Carga viva	Peso (tn)
Azotea	Piso 5	0.10	219.02	0.25	5.48
Piso típico	Piso 1,2,3 y 4	0.20	219.02	0.25	10.95

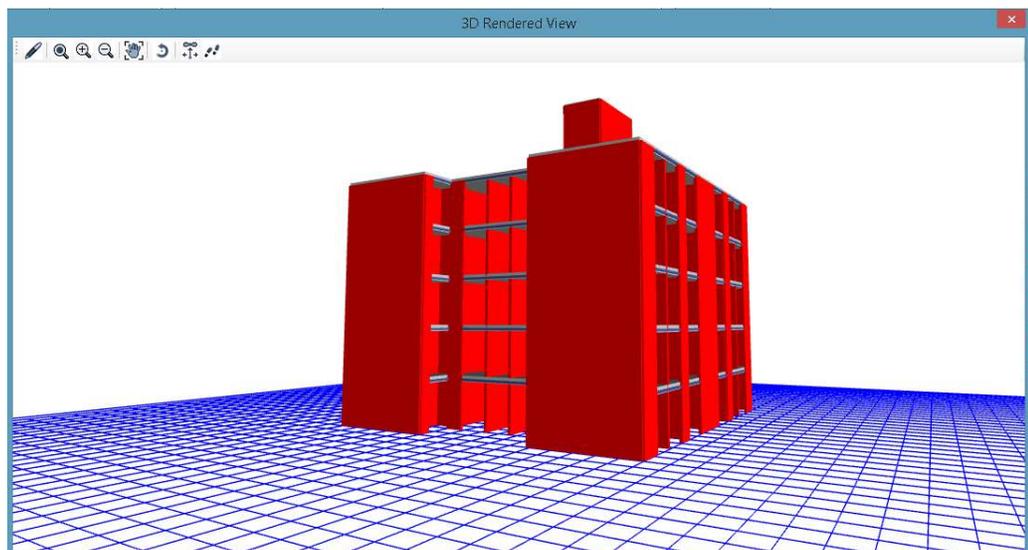
ANEXO 6: RESULTADOS DEL MODELAMIENTO ETABS

1. Modelo de la Estructura



Modelo en 3D de la estructura – Etabs.

Fuente: elaboración Propia



Modelo Renderizado 3D – Etabs.

Fuente: elaboración Propia

2. Resultados del Análisis Estático y Dinámico.

Análisis de Modos de vibración.

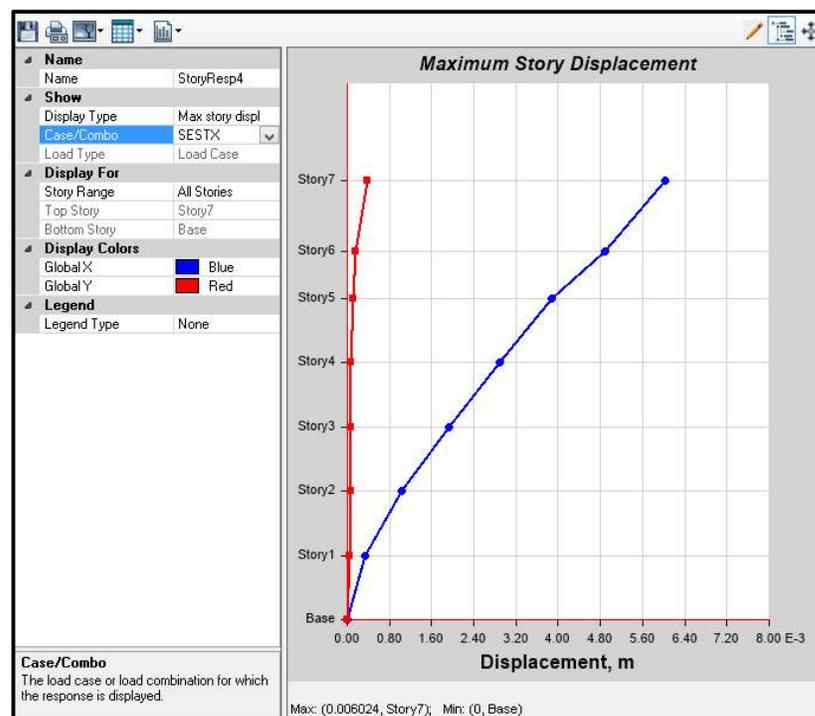
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
Modal	1	0.16	0.6901	4.78E-06	0	0.6901	4.78E-06	0	2.05E-06	0.4226	0.0009	2.05E-06	0.4226	0.0009
Modal	2	0.126	0.0011	5.79E-07	0	0.6913	5.36E-06	0	0	7.70E-06	0.7086	2.14E-06	0.4226	0.7095
Modal	3	0.111	3.14E-06	0.7077	0	0.6913	0.7077	0	0.4046	3.72E-06	1.35E-06	0.4046	0.4226	0.7095
Modal	4	0.057	0.0197	0	0	0.711	0.7077	0	0	0.0194	0.0001	0.4046	0.442	0.7096
Modal	5	0.044	0	0.0345	0	0.711	0.7422	0	0.0375	0	0	0.4421	0.442	0.7096
Modal	6	0.044	6.03E-06	0	0	0.711	0.7422	0	0	2.05E-05	0.0001	0.4421	0.4421	0.7097
Modal	7	0.037	0	0.0021	0	0.711	0.7443	0	0.0036	0	0	0.4457	0.4421	0.7097
Modal	8	0.035	0.1912	1.34E-06	0	0.9022	0.7443	0	6.78E-06	0.3256	0.0028	0.4457	0.7677	0.7125
Modal	9	0.03	0.0036	2.83E-06	0	0.9058	0.7443	0	7.78E-06	0.0066	0.2052	0.4457	0.7742	0.9177
Modal	10	0.028	1.51E-06	0.0829	0	0.9058	0.8272	0	0.1629	2.23E-06	2.08E-06	0.6086	0.7743	0.9177
Modal	11	0.025	1.75E-06	0.1012	0	0.9058	0.9284	0	0.2079	2.56E-06	5.34E-07	0.8165	0.7743	0.9177
Modal	12	0.021	0.0136	0	0	0.9194	0.9284	0	7.48E-07	0.0267	0.0072	0.8165	0.8009	0.9248
Modal	13	0.016	0.049	3.02E-06	0	0.9684	0.9284	0	8.21E-06	0.1137	0.0011	0.8165	0.9147	0.9259
Modal	14	0.014	0.0004	0	0	0.9688	0.9284	0	9.99E-07	0.001	0.0496	0.8165	0.9157	0.9755
Modal	15	0.013	0	0.0474	0	0.9688	0.9758	0	0.1138	0	0	0.9304	0.9157	0.9755

Desplazamiento Máximo en X.

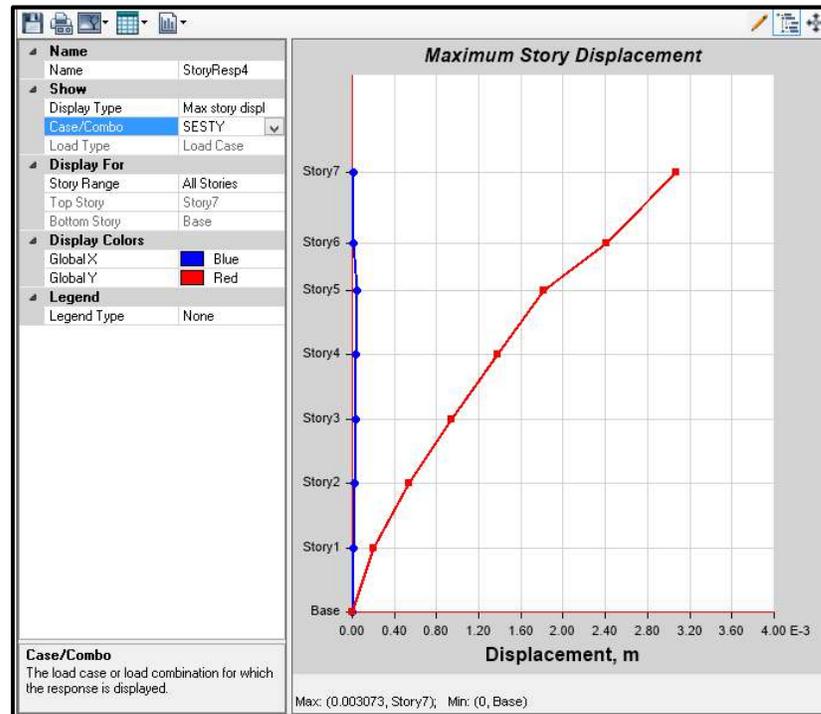
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum	Average	Ratio
			mm	mm	
Story5	SESTX	X	0.00374	0.003704	1.01
Story4	SESTX	X	0.002801	0.002776	1.009
Story3	SESTX	X	0.001862	0.001847	1.008
Story2	SESTX	X	0.000996	0.000989	1.007
Story1	SESTX	X	0.000316	0.000314	1.007

Desplazamiento Máximo en y.

Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum	Average	Ratio
			m	m	
Story5	SESTY	Y	0.001736	0.001735	1.0010
Story4	SESTY	Y	0.001328	0.001327	1.0010
Story3	SESTY	Y	0.000907	0.000907	1.0000
Story2	SESTY	Y	0.000505	0.000505	1.0000
Story1	SESTY	Y	0.000175	0.000175	1.0010



Desplazamiento elástico en X

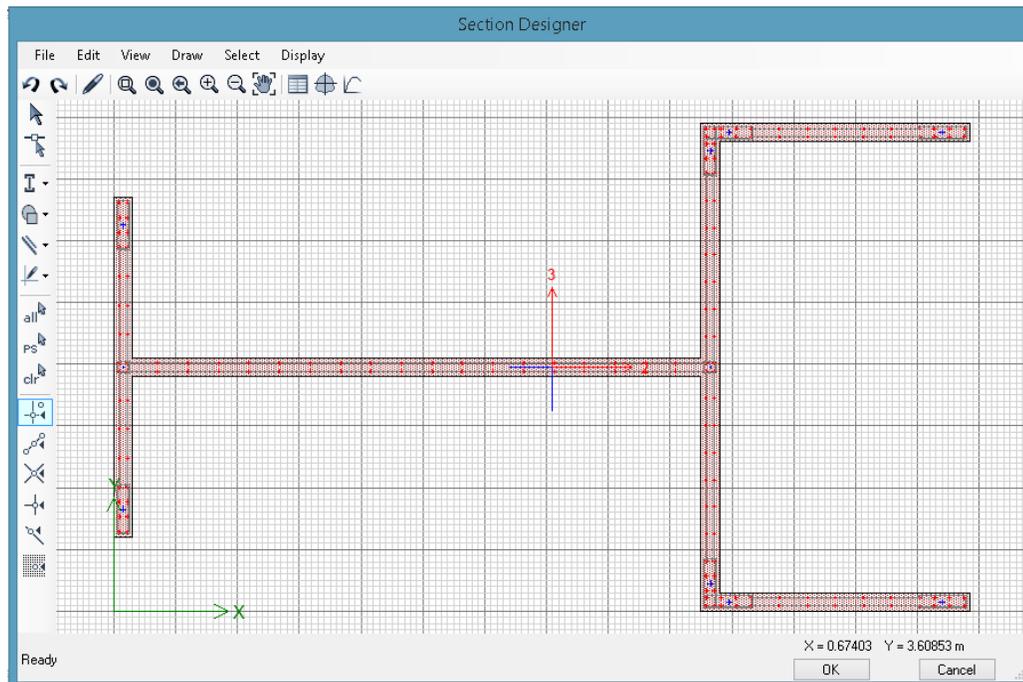


Desplazamiento elástico en Y

Fuerza cortante.

Load Case/Combo	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m	Y m	Z m
SISDX Max	293.6684	1.0259	0	8.425	2579.9421	2521.3041	0	0	0
SISDY Max	1.013	293.7942	0	2583.7873	9.0008	2532.4545	0	0	0
SESTX	-326.3685	0	0	0	-2781.5401	2612.2013	0	0	0
SESTY	0	-326.3685	0	2781.5401	0	-2578.5536	0	0	0

Diseño del Muro Md.



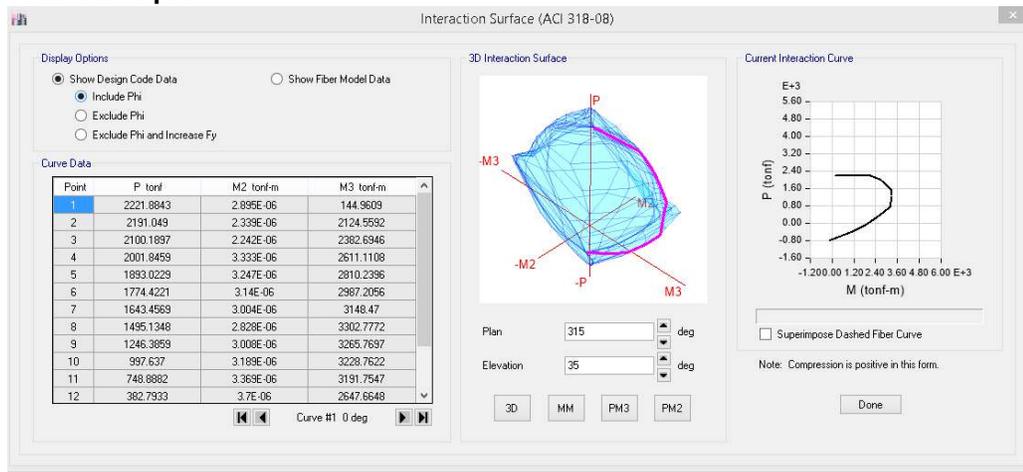
Muro Md Analizado en Etabs.

Cargar en Base del Muro Md

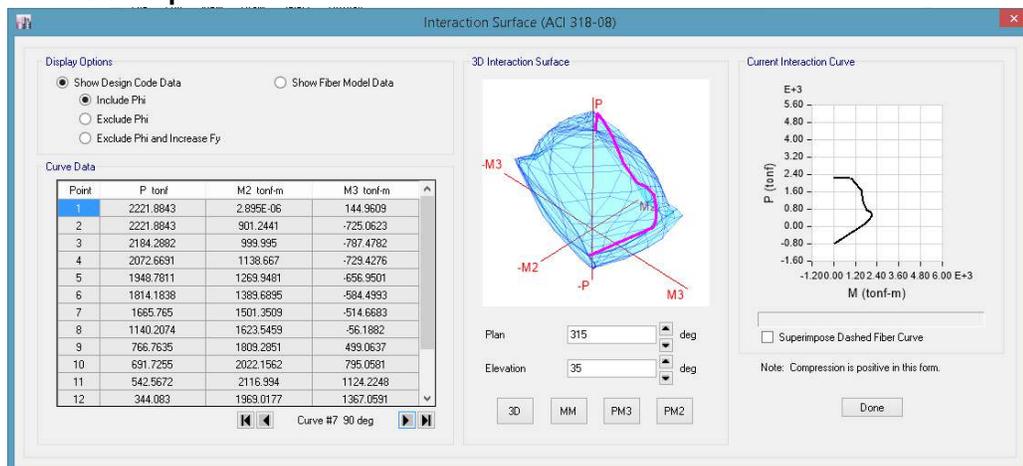
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Story1	Md	Dead	Bottom	-120.1476	-0.4379	-0.1315	0.0288	-1.009	0.9584
Story1	Md	Live	Bottom	-23.1631	-0.2369	-0.0418	0.0093	-0.3266	-1.5785
Story1	Md	SISDX Max	Bottom	0.0059	0.1374	39.7131	15.4777	433.8347	2.541
Story1	Md	SISDY Max	Bottom	1.0487	41.0006	2.2393	3.0658	19.8264	513.2114

Interacción.

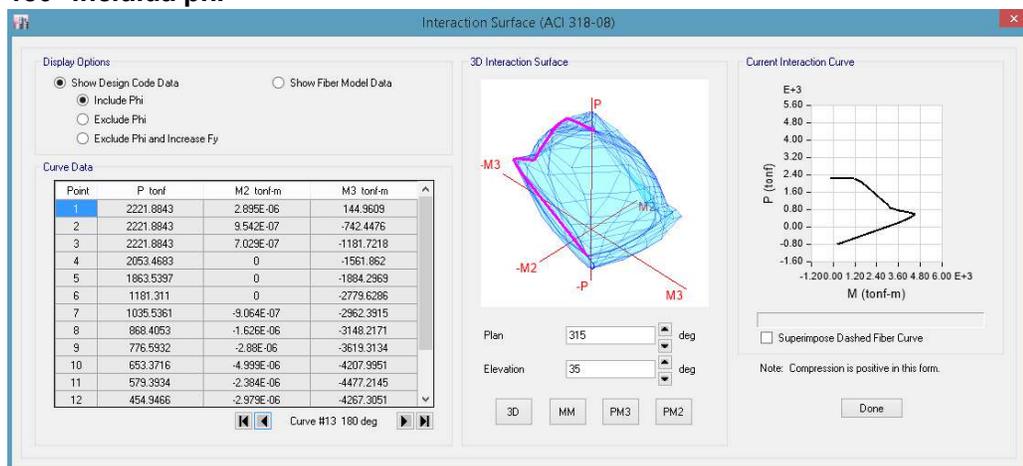
0° incluida phi



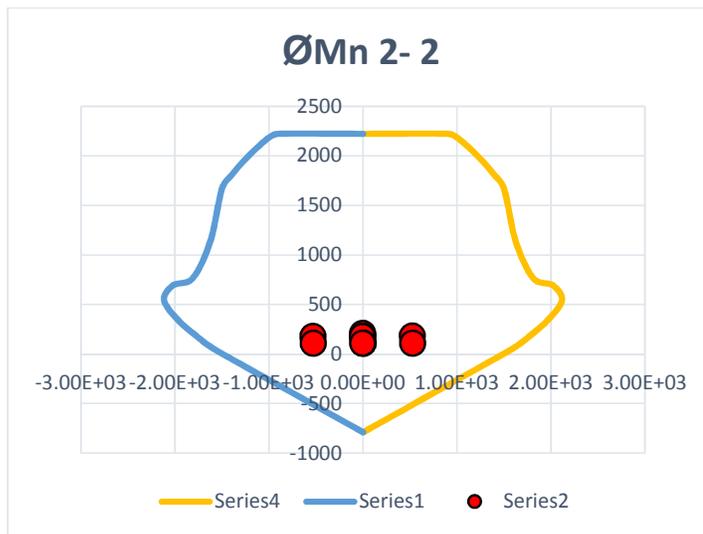
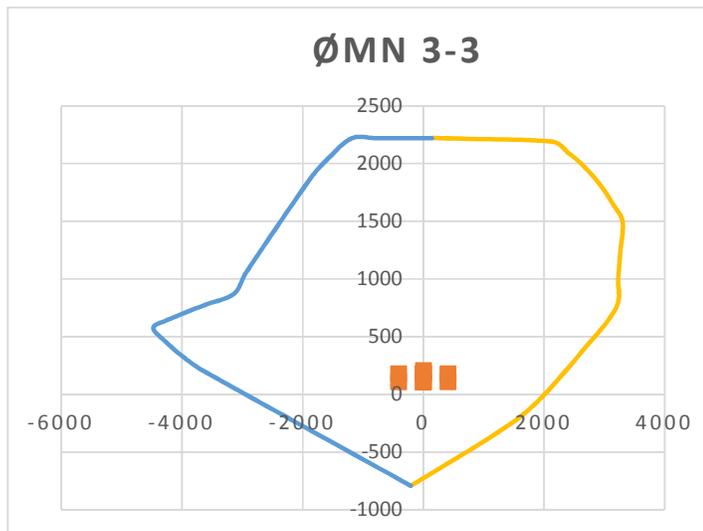
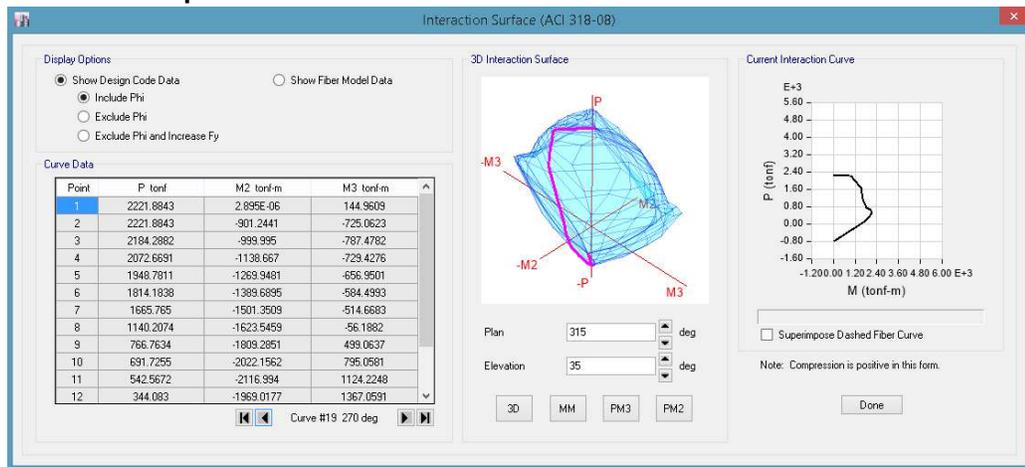
90° incluida phi



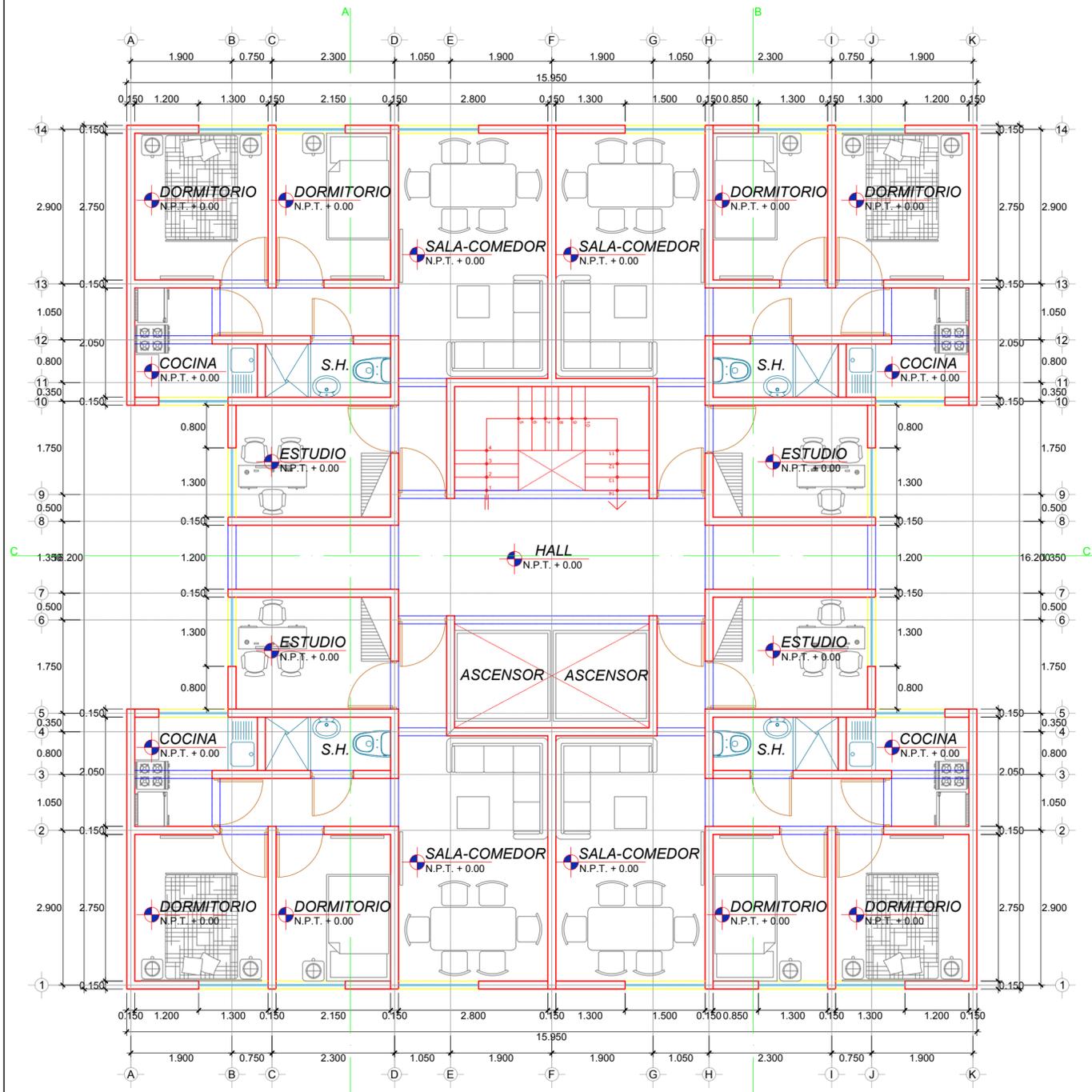
180° incluida phi



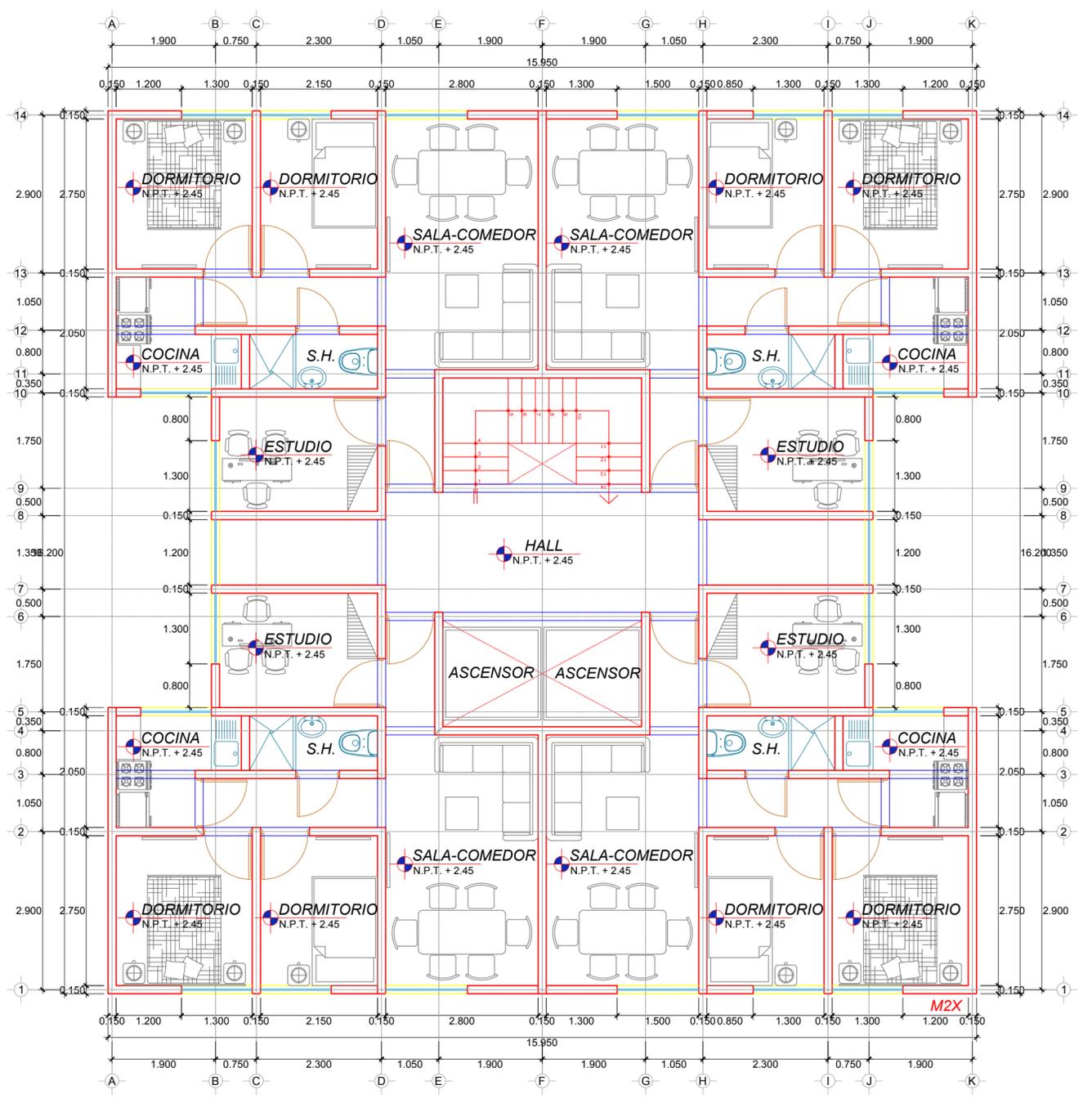
270° includa phi



PLANOS



ARQUITECTURA - PRIMER NIVEL
ESCALA: 1/75



ARQUITECTURA - PISO TÍPICO DEL 2do AL 5to NIVEL
ESCALA: 1/75



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: **"ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR CON MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CIUDAD DE TACNA - 2020"**

BACHILLER: ANCO MAMANI, ROSMERY THAIS
 MAMANI ZAPANA, ANIBAL RICHARD

PLANO: **ARQUITECTURA**

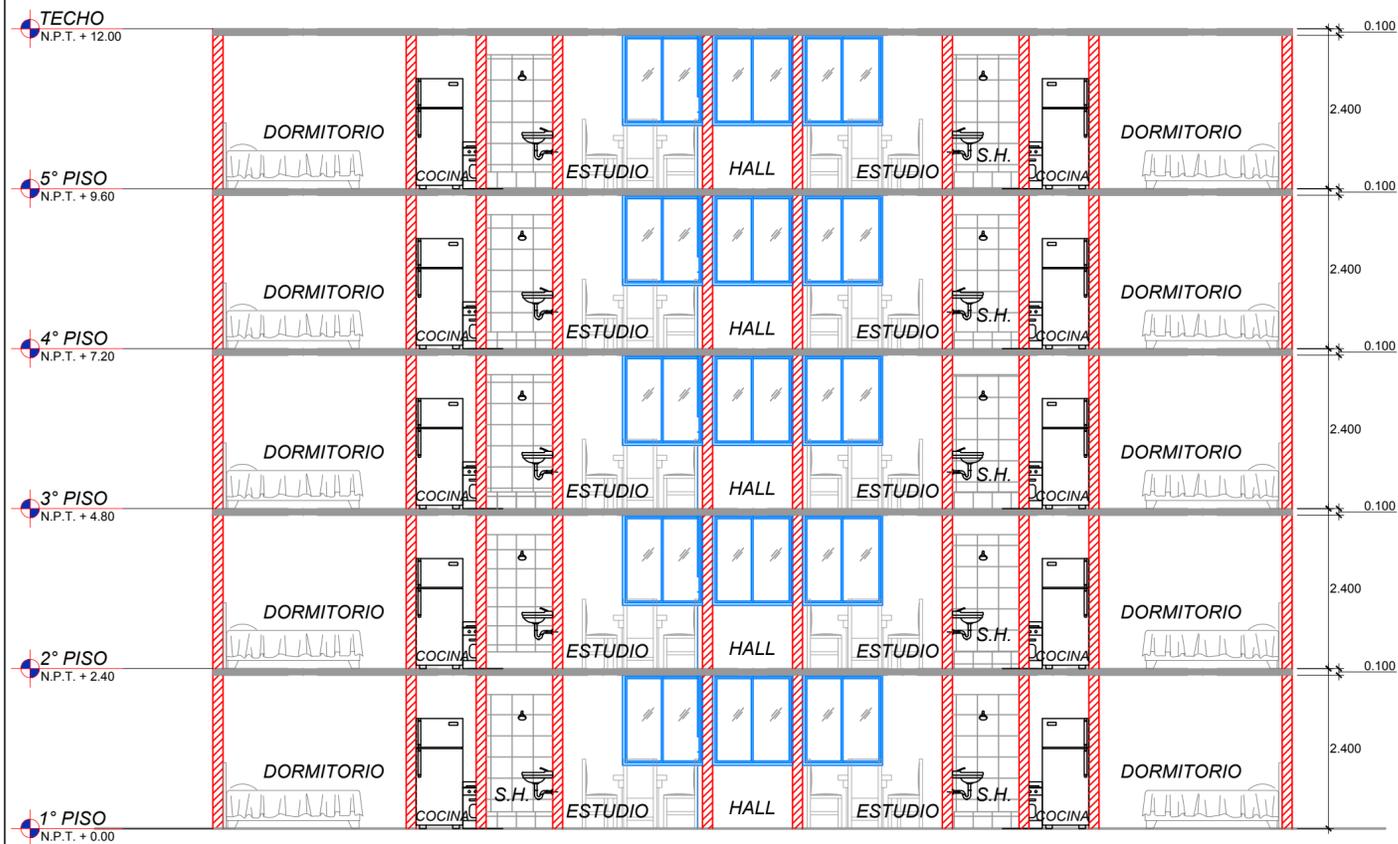
ASESOR: ING. DINA CONTRADO FLORES

DISTRITO : GREGORIO ALBARRACIN
 PROVINCIA: TACNA
 REGIÓN : TACNA

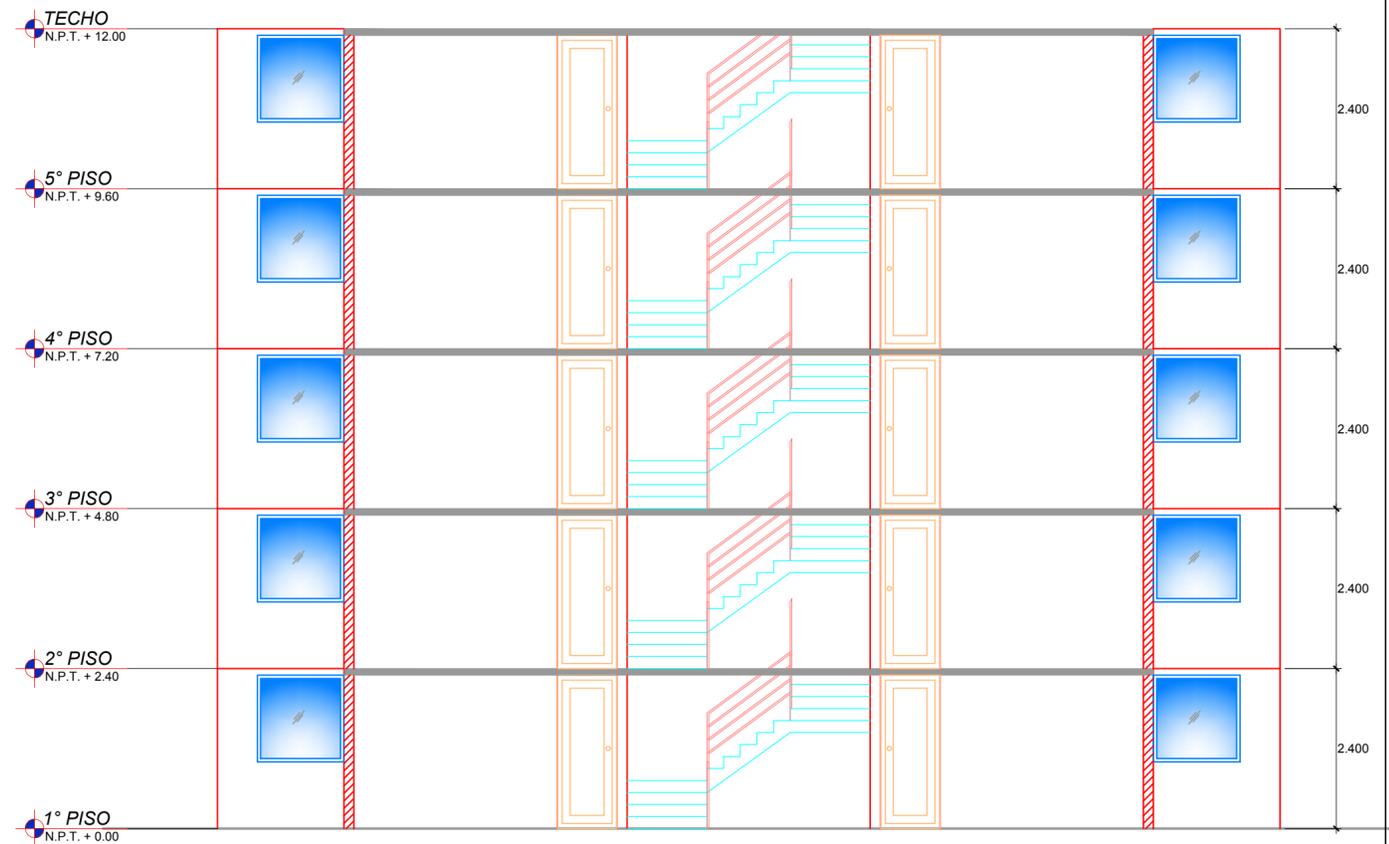
ESCALA: INDICADA

FECHA: OCTUBRE, 2020

LAMINA:
A-01



CORTE A-A - DEL 1ER AL 5TO NIVEL
ESCALA: 1/75



CORTE C-C - DEL 1ER AL 5TO NIVEL
ESCALA: 1/75



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: **"ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR CON MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CIUDAD DE TACNA - 2020"**

BACHILLER: ANCO MAMANI, ROSMERY THAIS
 MAMANI ZAPANA, ANIBAL RICHARD

PLANO: **ELEVACIÓN**

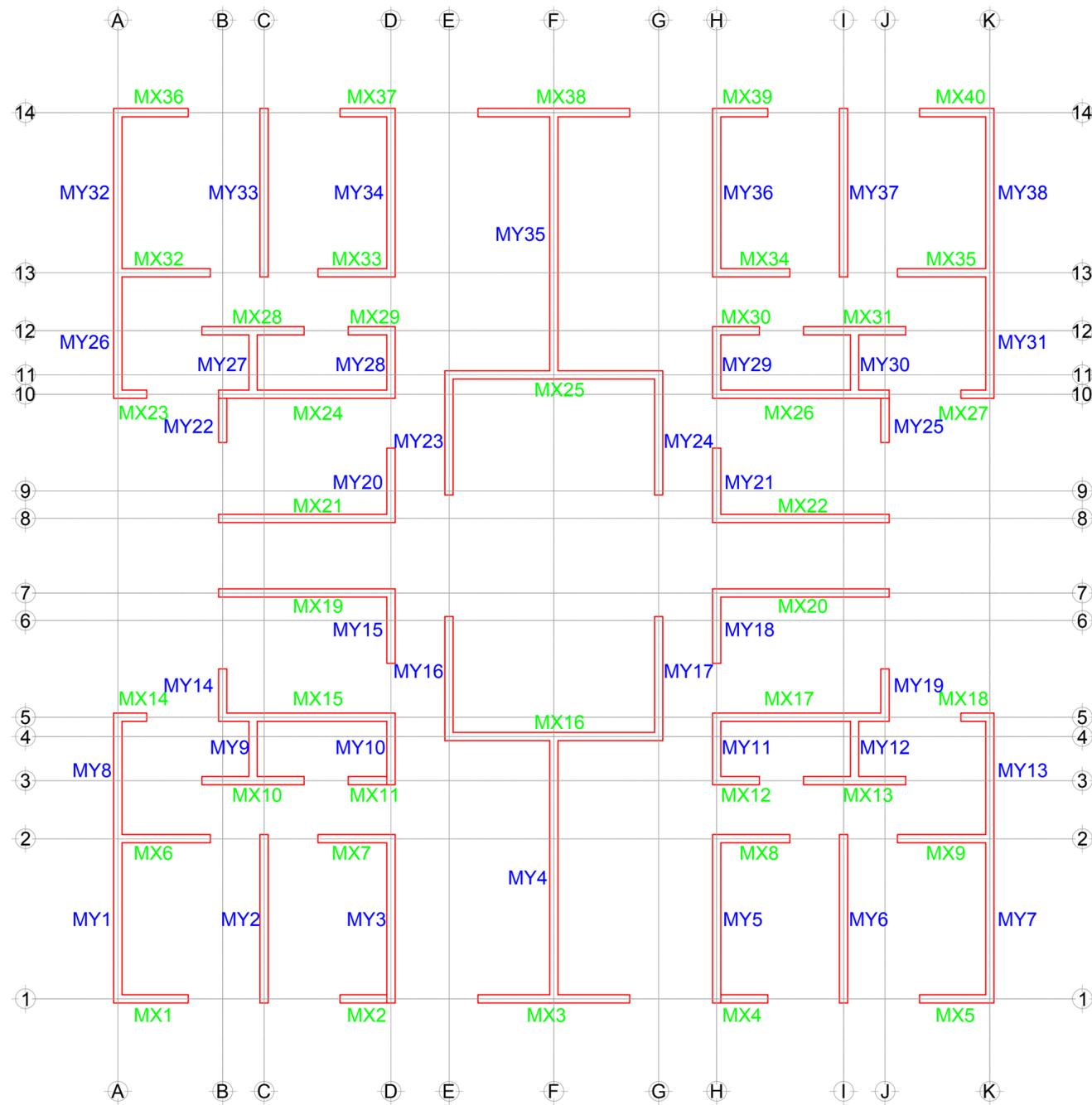
ASESOR: ING. DINA COTRADO FLORES

DISTRITO : GREGORIO ALBARRACIN
 PROVINCIA: TACNA
 REGIÓN : TACNA

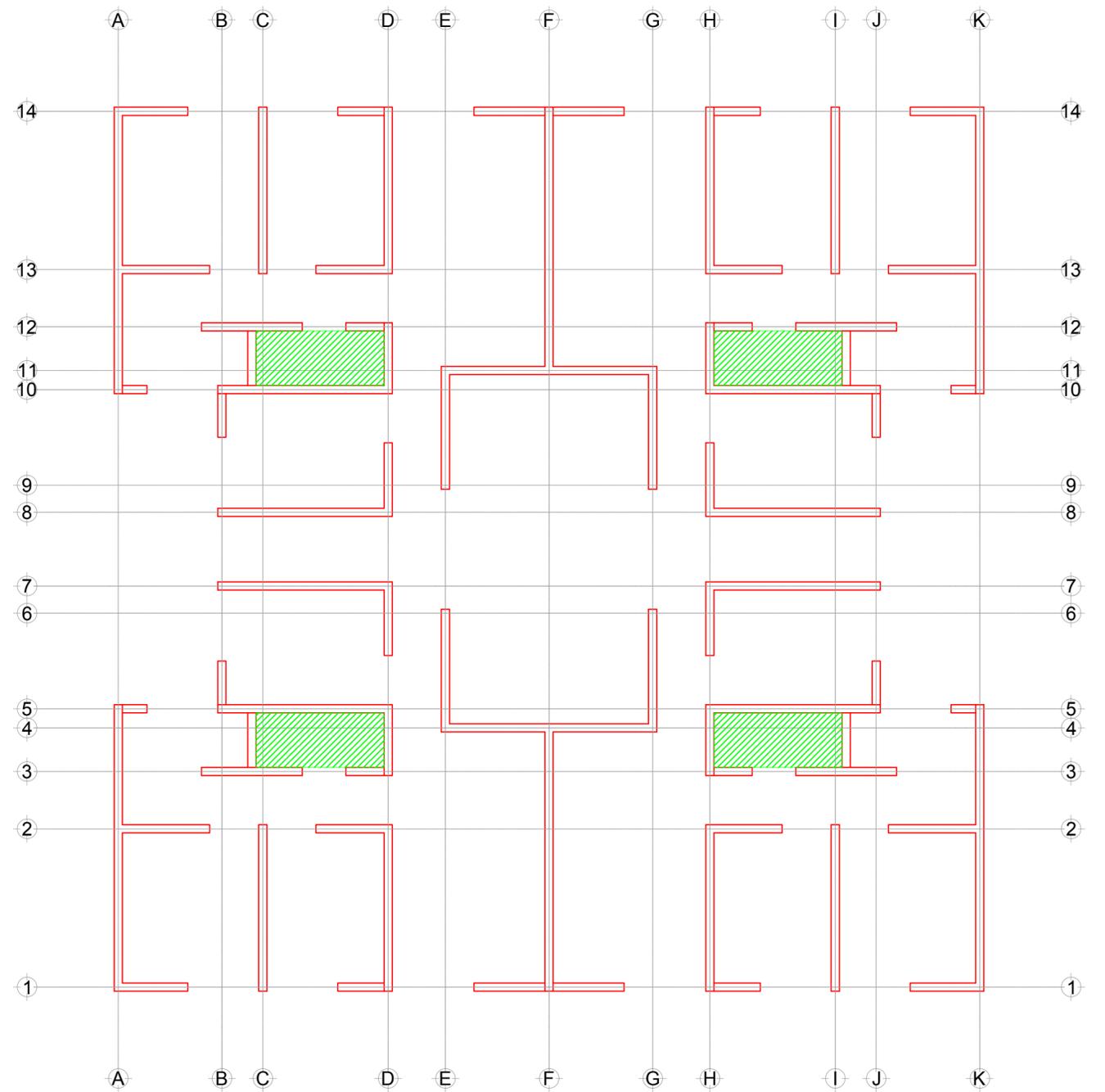
ESCALA: INDICADA

FECHA: OCTUBRE, 2020

LAMINA:
A-02



DISTRIBUCION DE MUROS
ESCALA: 1/75



DISTRIBUCION DE LOSAS MACIZAS
ESCALA: 1/75

LOSA MACIZA DE 20 CM
 LOSA MACIZA DE 10 CM



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: **"ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR CON MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CIUDAD DE TACNA - 2020"**

BACHILLER: ANCO MAMANI, ROSMERY THAIS
MAMANI ZAPANA, ANIBAL RICHARD

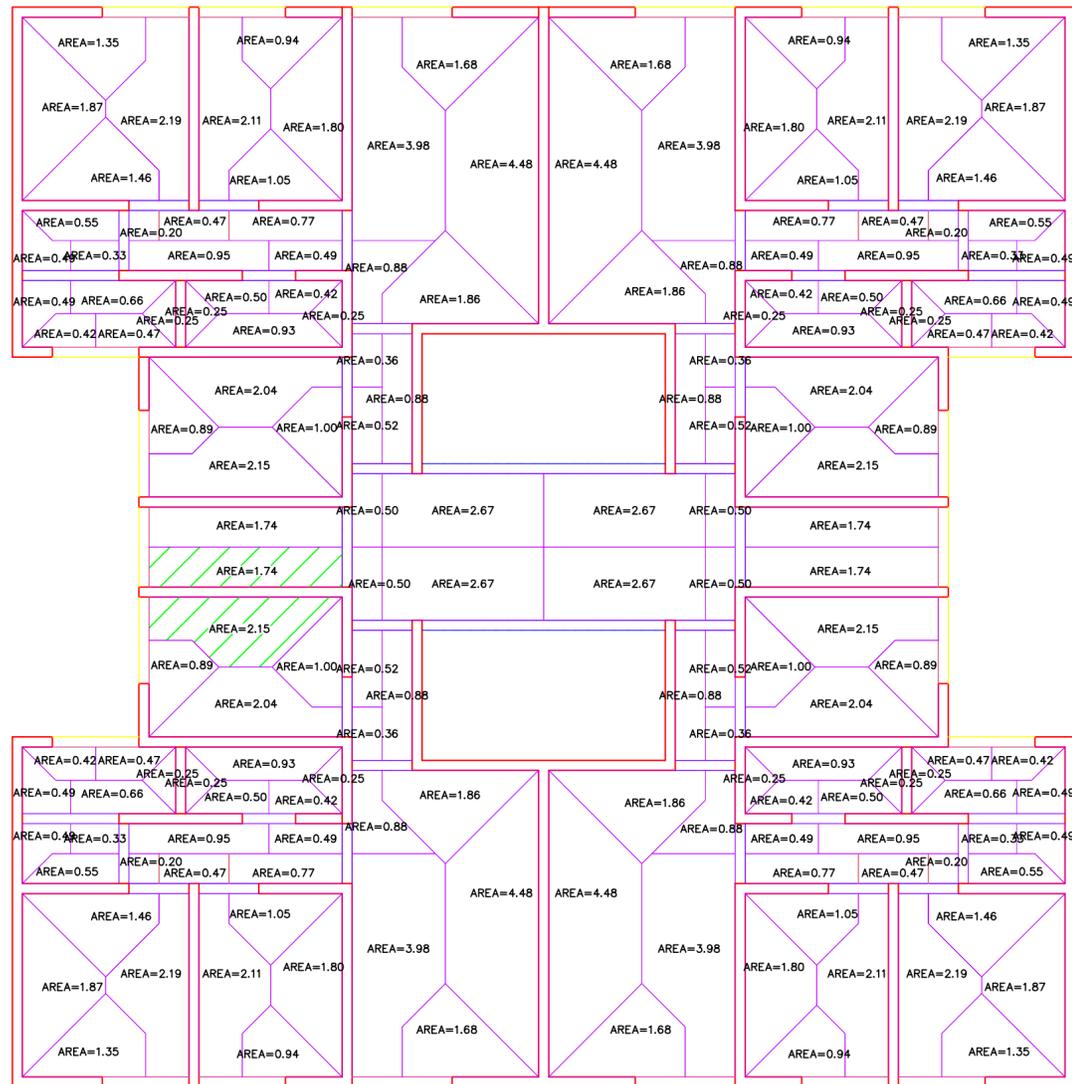
PLANO: **ARQUITECTURA**

ASESOR: ING. DINA COTRADO FLORES

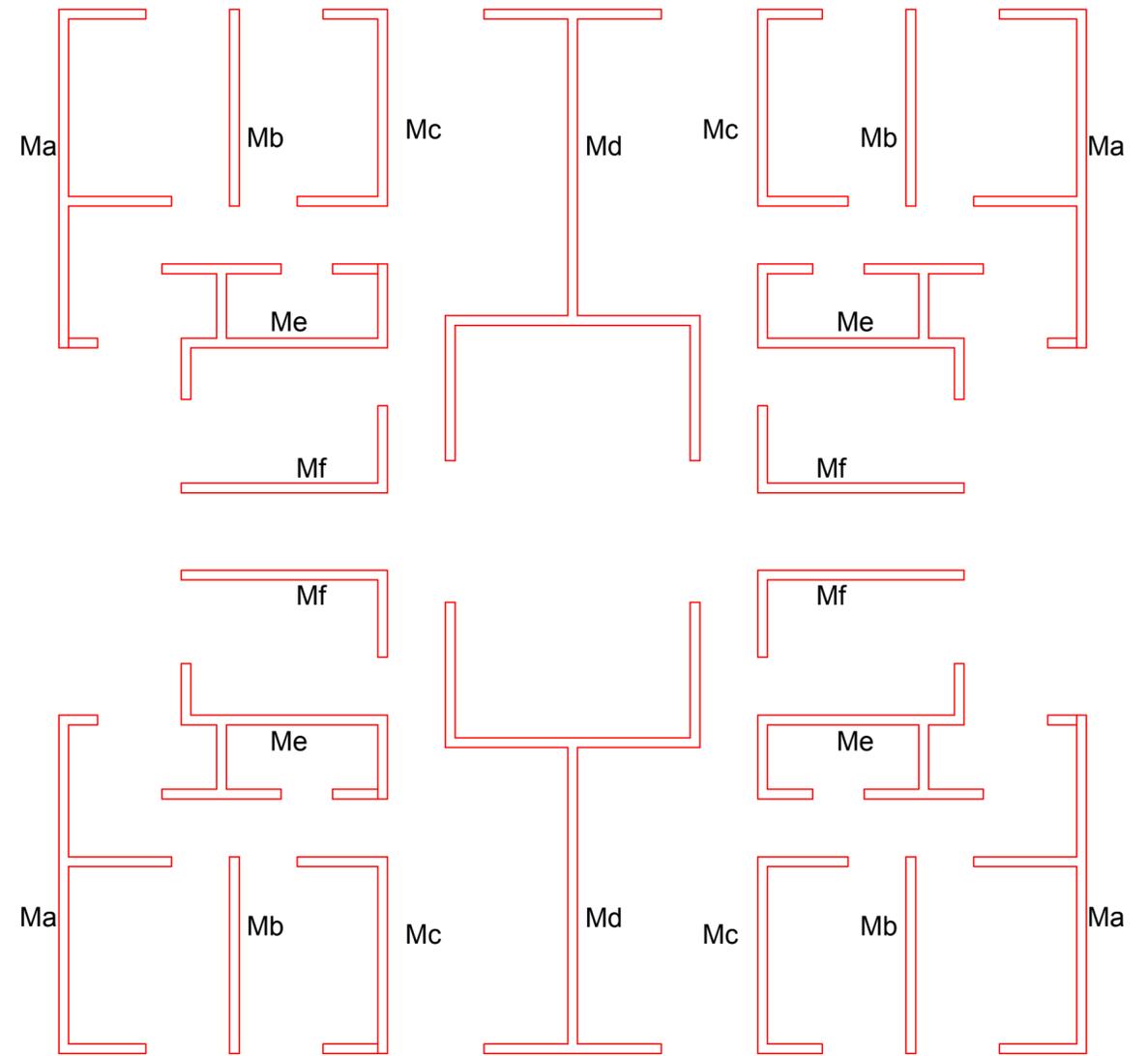
DISTRITO : GREGORIO ALBARRACIN
PROVINCIA: TACNA
REGION : TACNA

ESCALA: INDICADA
FECHA: OCTUBRE, 2020

LAMINA:
A-03



AREA TRIBUTARIA DE MUROS
ESCALA: 1/75



MUROS
ESCALA: 1/75

 Muro de 15 cm de espesor



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: **"ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR CON MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CIUDAD DE TACNA - 2020"**

BACHILLER: ANCO MAMANI, ROSMERY THAIS
 MAMANI ZAPANA, ANIBAL RICHARD

PLANO: **ARQUITECTURA**

ASESOR: ING. DINA COTRADO FLORES

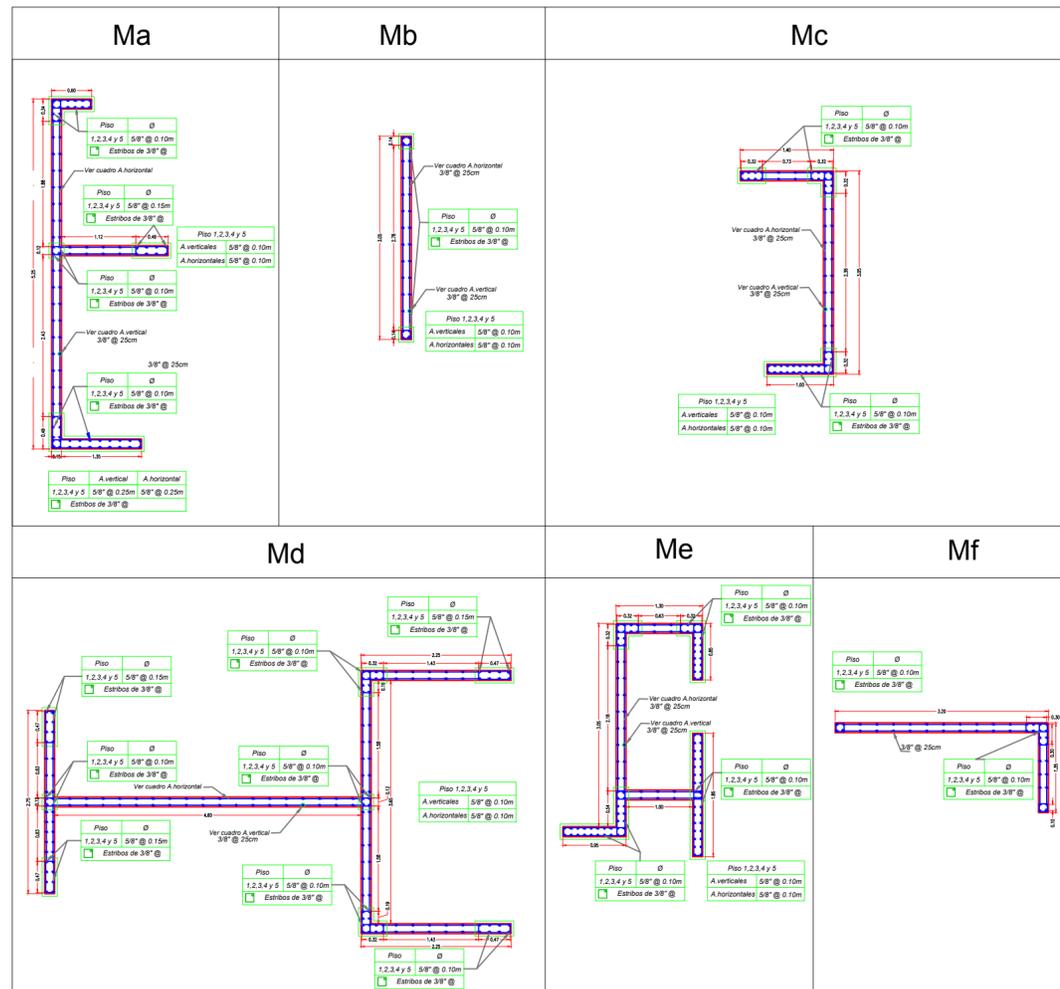
DISTRITO : GREGORIO ALBARRACIN
 PROVINCIA: TACNA
 REGIÓN : TACNA

ESCALA: INDICADA

FECHA: OCTUBRE, 2020

LAMINA:

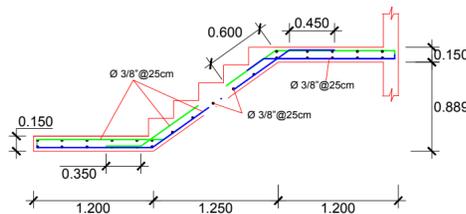
A-04



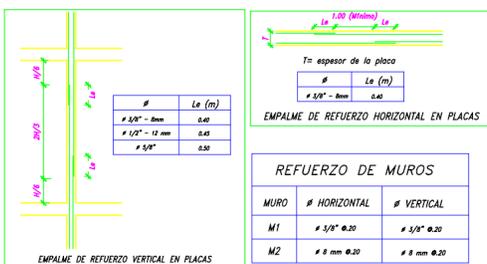
CUADRO DE MUROS
ESCALA: 1/75

LOSAS, COLUM. VIGAS (cm)		LOSAS Y VIGAS		EN COLUMNAS	
6mm	30				
3/8"	40				
1/2"	50				
5/8"	60				
3/4"	70				

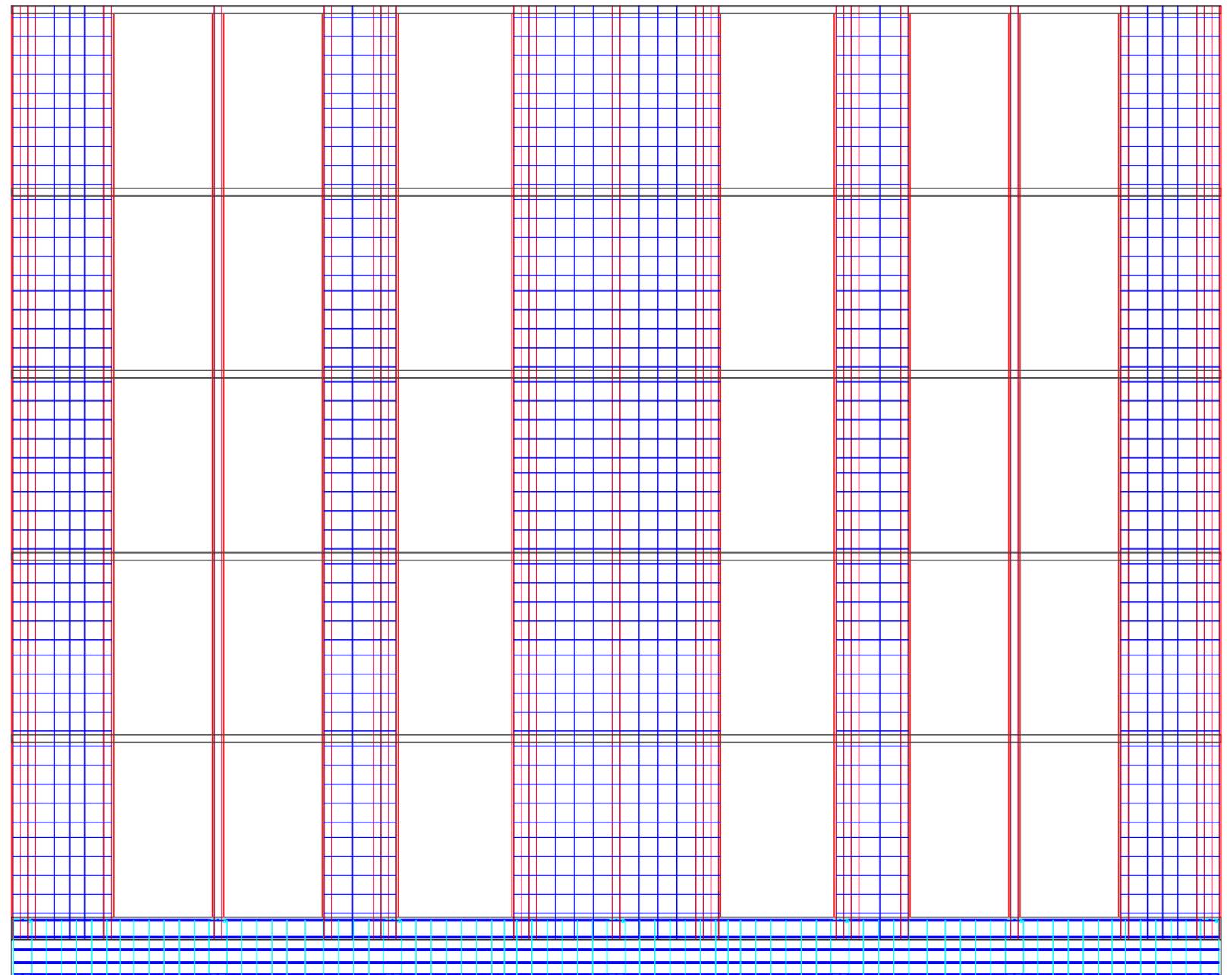
DETALLE DE ESTRIBOS
Esc 5 / E



DETALLE DESCALERA
ESCALA: 1/50



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
RECUBRIMIENTO DE ESTRUCTURAS	LOSAS MACIZAS	2 cm
	ESCALERAS	4 cm
	MUROS	4 cm
CONCRETO	LOSA CIMENTACIÓN	3 cm
	ESCALERAS	175 kg/cm ²
	MUROS	175 kg/cm ²
ESFUERZO PORTANTE DE TERRENO	LOSA MACIZA	175 kg/cm ²
ACERO GRADO 60		



DETALLE DE DISTRIBUCION DE ACERO DEL MUROS EJE 1-1
ESCALA: 1/50



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: **"ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR CON MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CIUDAD DE TACNA - 2020"**

BACHILLER: ANCO MAMANI, ROSMERY THAIS
MAMANI ZAPANA, ANIBAL RICHARD

PLANO: **ESTRUCTURAS**

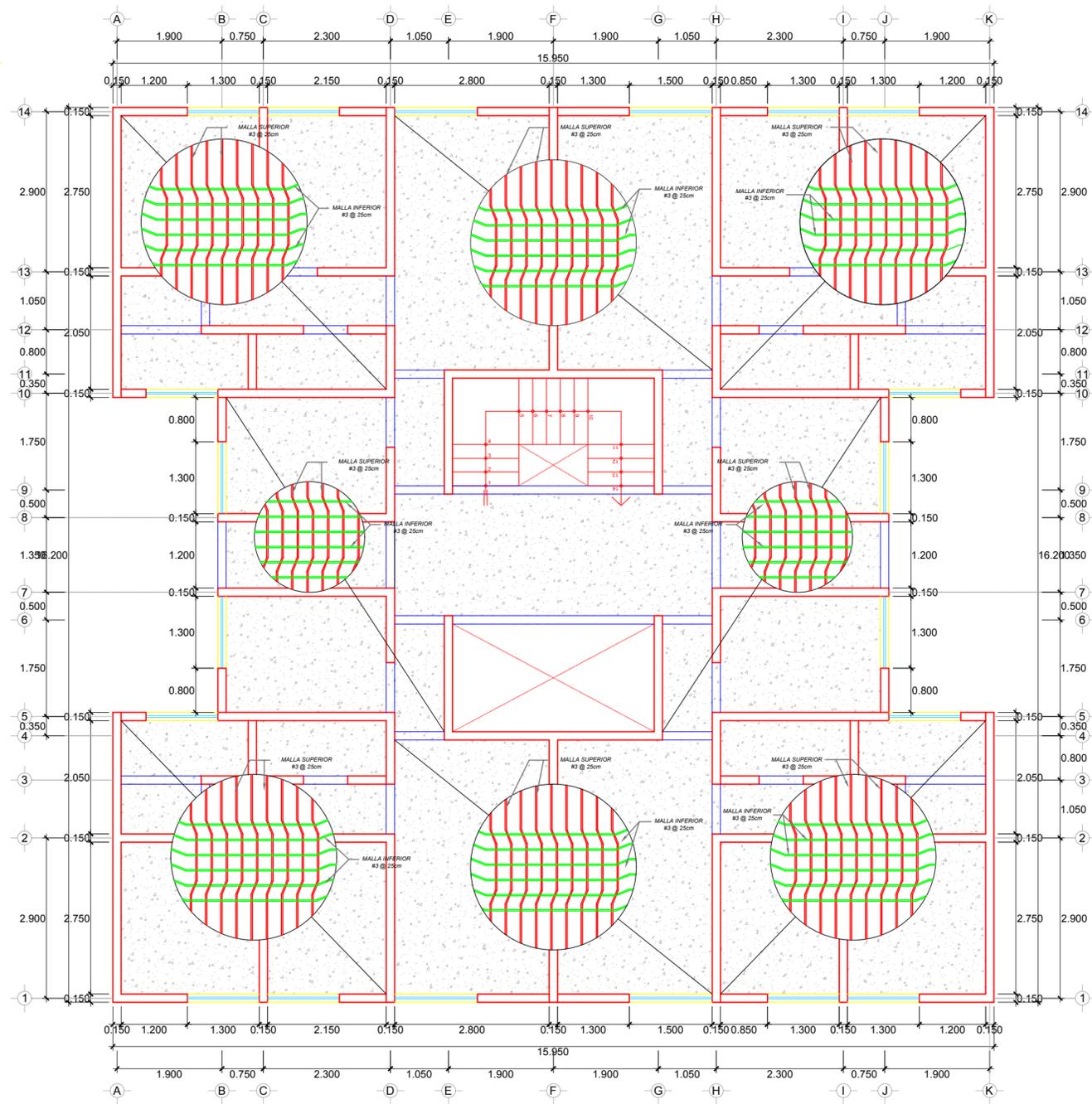
ASESOR: ING. DINA COTRADO FLORES

DISTRITO: GREGORIO ALBARRACIN
PROVINCIA: TACNA
REGION: TACNA

ESCALA: INDICADA

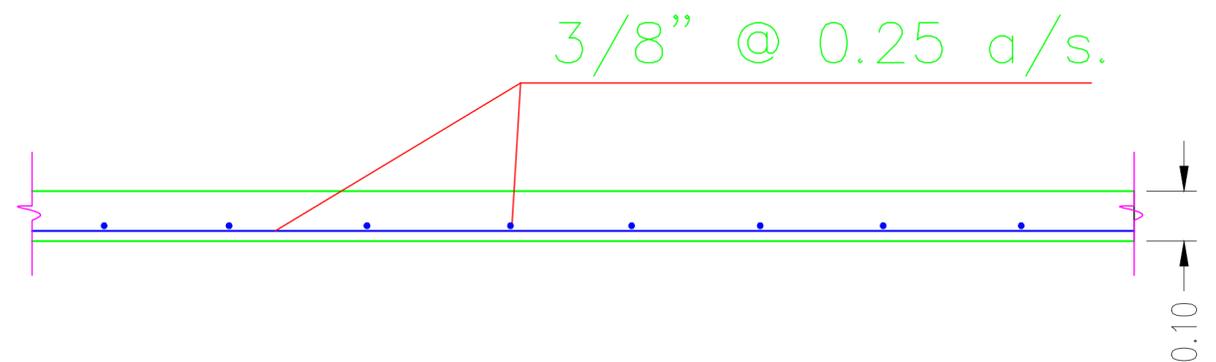
FECHA: OCTUBRE, 2020

LAMINA:
E-01



LOSA MACIZA
ESCALA: 1/75

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
RECUBRIMIENTO DE ESTRUCTURAS	LOSAS MACIZAS	2 cm
	ESCALERAS	4 cm
	MUROS	4 cm
	LOSA CIMENTACIÓN	3 cm
CONCRETO	ESCALERAS	175 kg/cm ²
	MUROS	175 kg/cm ²
	LOSA MACIZA	175 kg/cm ²
ESFUERZO PORTANTE DE TERRENO		
ACERO GRADO 60		



DETALLE DE LOSA
ESCALA: 1/20



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: **"ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR CON MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CIUDAD DE TACNA - 2020"**

BACHILLER: ANCO MAMANI, ROSMERY THAIS
MAMANI ZAPANA, ANIBAL RICHARD

PLANO: **LOSA MACIZA**

ASESOR: ING. DINA COTRADO FLORES

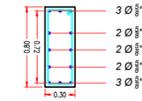
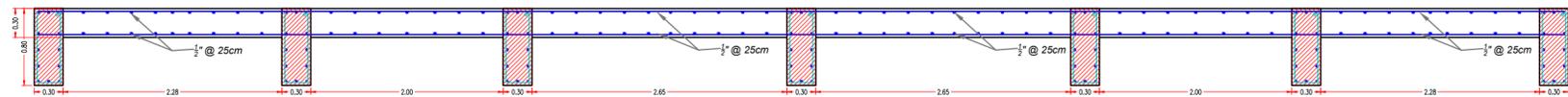
DISTRITO: GREGORIO ALBARRACIN
PROVINCIA: TACNA
REGION: TACNA

ESCALA: INDICADA

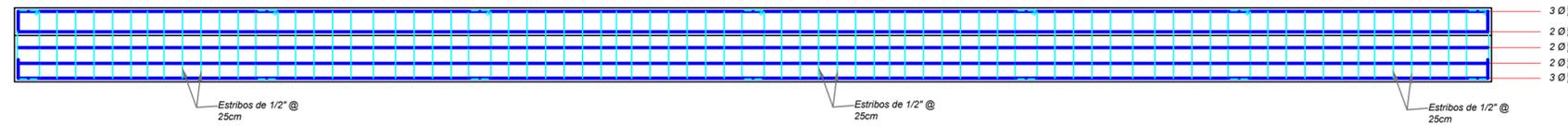
FECHA: OCTUBRE, 2020

LAMINA:
E-02

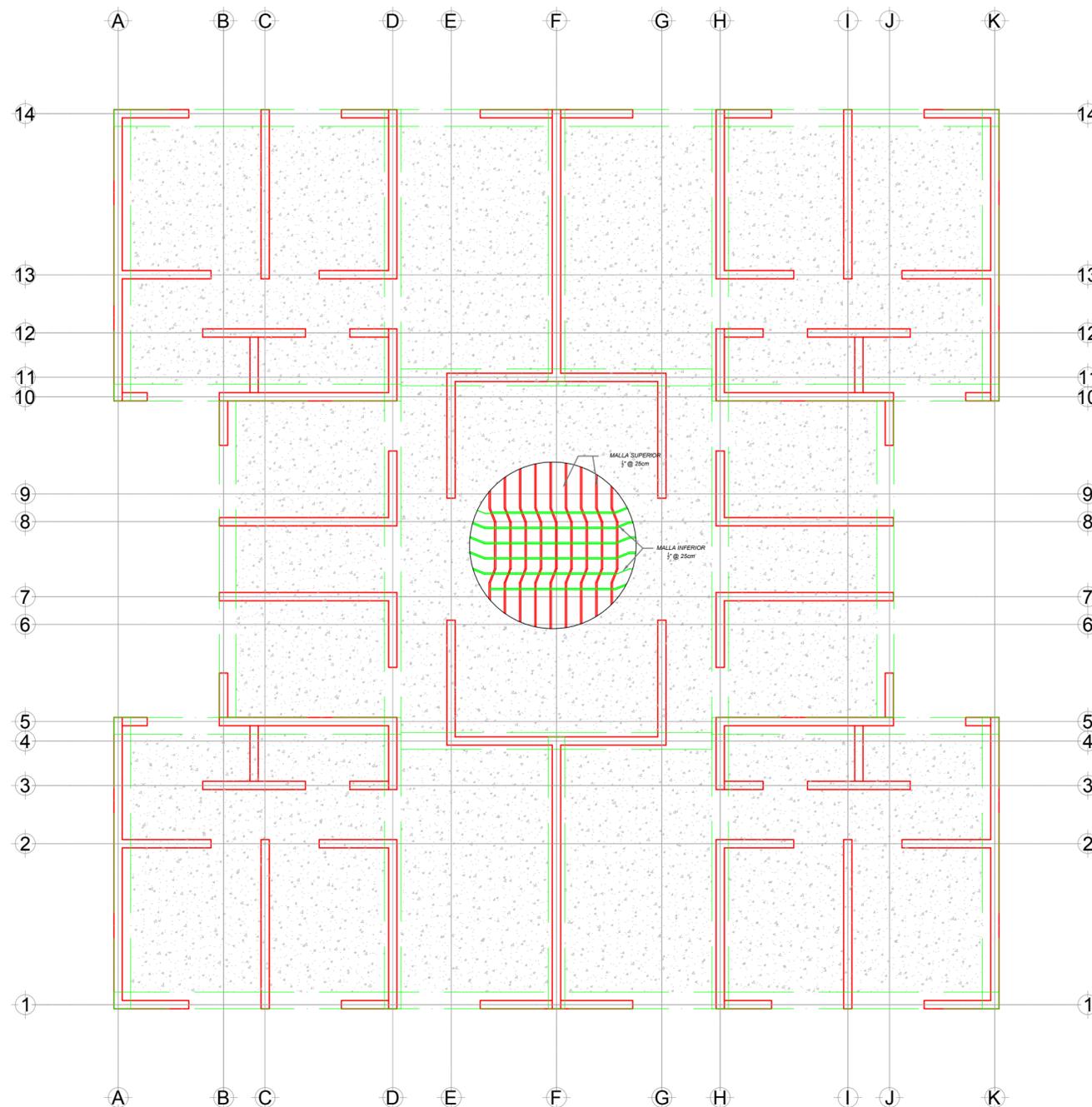
VIGA DE CIMENTACION



PLATEA DE CIMENTACION
ESCALA: 1/50



VIGA DE CIMENTACION
ESCALA: 1/50



PLATEA DE CIMENTACION
ESCALA: 1/75

Ø	LOSAS, VIGAS (cm)		TRASLAPES Y EMPALMES		ESTRIBOS
	LOSAS (cm)	VIGAS (cm)	LOSAS Y VIGAS	EN COLUMNAS	
6mm	30	30	<p>No se permitirán empalmes del refuerzo superior (negativo) en una longitud de 1/4 de luz de la losa o viga a cada lado de la columna de apoyo.</p>	<p>Los empalmes L se ubicarán en el tercio central. No se empalmarán más de 50% de la armadura en una misma sección.</p>	
3/8"	40	30			
1/2"	50	40			
5/8"	60	50			
3/4"	70	60			

DETALLE DE ESTRIBOS
Esc: 5 / E

Ø	Le (m)
# 3/8" - 8mm	0.40
# 1/2" - 12 mm	0.45
# 5/8"	0.50

EMPALME DE REFUERZO HORIZONTAL EN PLACAS

T = espesor de la placa

Ø	Le (m)
# 3/8" - 8mm	0.40

EMPALME DE REFUERZO VERTICAL EN PLACAS

MURO	Ø HORIZONTAL	Ø VERTICAL
M1	# 3/8" Ø.20	# 3/8" Ø.20
M2	# 8 mm Ø.20	# 8 mm Ø.20

REFUERZO DE MUROS



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: **"ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR CON MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA EN LA CIUDAD DE TACNA - 2020"**

BACHILLER: ANCO MAMANI, ROSMERY THAIS
MAMANI ZAPANA, ANIBAL RICHARD

PLANO: **PLATEA DE CIMENTACIÓN**

ASESOR: ING. DINA COTRADO FLORES

DISTRITO: GREGORIO ALBARRACIN
PROVINCIA: TACNA
REGION: TACNA

ESCALA: INDICADA

FECHA: OCTUBRE, 2020

LAMINA:

PC-01