

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y DE INGENIERÍA**  
**CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES DE  
MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA Y ALBAÑILERÍA CONFINADA DE UNA  
VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES EN EL DISTRITO DE  
CALLERÍA – CORONEL PORTILLO – UCAYALI – 2021”**

**PRESENTADA POR:**

**BACH. KEVIN PARKER SAENZ GAMBOA  
BACH. MARCOS PAULO SALDAÑA SEOPA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PUCALLPA, PERÚ**

**2022**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**  
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS e INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**INFORME N°005-2022/DODH.**

**PARA** : Ing. Mg. RONALD HAROLD ULLOA GALVEZ.  
PRESIDENTE DE LA COMISION DE GRADOS Y TITULOS.

**DE** : Ing. Devyn Omar Donayre Hernández  
Docente de la FISIC- EPIC

**ASUNTO** : INFORME DE ASESORIA DE TESIS

**BACHILLERES:** 1- SALDAÑA SEOPA, MARCOS PAULO.  
2- SAENZ GAMBOA, KEVIN PARKER

**FECHA:** Pucallpa, 23 de agosto del 2022

Que, los tesistas han cumplido con ejecutar la tesis titulada: "**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA Y ALBAÑILERÍA CONFINADA DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES EN EL DISTRITO DE CALLERÍA – CORONEL PORTILLO – UCAYALI – 2021**", de conformidad con el Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, y según la directiva establecida en el sistema anti plagio solo alcanza el 8% de similitud; por lo que mi asesoría declara: **APROBADO** y encontrándose apta para ser presentada y evaluada por la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ucayali.

Es todo cuanto informo a Ud., para su conocimiento y fines que estime pertinente.

Atentamente;



Devyn Omar Donayre Hernández

Ingeniero Civil - Reg. CIP N° 90241

Docente de la FISIC-EPIC

**Se adjunta:** RESUMEN DE URKUND

## Document Information

Analyzed document	CIVIL_BT_MARCOSSALDAÑA_KEVINAENZ_V2.pdf (D142833155)
Submitted	2022-08-11 19:26:00
Submitted by	DEVYN DONAYRE
Submitter email	devyn_donayre@unu.edu.pe
Similarity	8%
Analysis address	devyn_donayre.unu@analysis.urkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>INFORME FINAL DE TESIS (1).pdf</b> Document INFORME FINAL DE TESIS (1).pdf (D104045293)	1
<b>SA</b>	<b>TESIS plin 17072021.docx</b> Document TESIS plin 17072021.docx (D127416936)	2
<b>SA</b>	<b>1A_CUETO_ALBERTO_RONNY_RAÚL_TÍTULO_2019.doc.docx</b> Document 1A_CUETO_ALBERTO_RONNY_RAÚL_TÍTULO_2019.doc.docx (D48956635)	2
<b>W</b>	URL: <a href="https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10254/Quiroz%20Cruzado%252c%20C%C3%A9sar%20Mart%C3%ADn.pdf?sequence=6&amp;isAllowed=y">https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10254/Quiroz%20Cruzado%252c%20C%C3%A9sar%20Mart%C3%ADn.pdf?sequence=6&amp;isAllowed=y</a> Fetched: 2022-08-11 19:26:00	3
<b>SA</b>	<b>10242-Sáenz Escudero, César_.pdf</b> Document 10242-Sáenz Escudero, César_.pdf (D37382190)	1
<b>SA</b>	<b>15879--Díaz Romero, César Augusto.pdf</b> Document 15879--Díaz Romero, César Augusto.pdf (D51671239)	1
<b>SA</b>	<b>FTESIS DIAZ BREITNER - NARRO ANTHONY F.pdf</b> Document FTESIS DIAZ BREITNER - NARRO ANTHONY F.pdf (D118414879)	1
<b>SA</b>	<b>PROYECTO INTEGRAL 56044 ultimo.pdf</b> Document PROYECTO INTEGRAL 56044 ultimo.pdf (D54284131)	2
<b>SA</b>	<b>UCP_INGENIERIACIVIL_2020_TESIS_NINFASALAS_BACILOGATICA_V1.pdf</b> Document UCP_INGENIERIACIVIL_2020_TESIS_NINFASALAS_BACILOGATICA_V1.pdf (D93542472)	3
<b>SA</b>	<b>ANDAGUA_KATHERINE_CIVIL_PRESENTACION T2 (Recuperado).docx</b> Document ANDAGUA_KATHERINE_CIVIL_PRESENTACION T2 (Recuperado).docx (D110115194)	2
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional de Ucayali / CIVIL_2019_PT_VillacortaJuan_V1.pdf</b> Document CIVIL_2019_PT_VillacortaJuan_V1.pdf (D48320287) Submitted by: diana_diaz@unu.edu.pe Receiver: diana_diaz.unu@analysis.urkund.com	2
<b>W</b>	URL: <a href="http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3728">http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3728</a> Fetched: 2022-08-11 19:26:00	1
<b>SA</b>	<b>1A_Mauricio_Gutierrez_Leonard_Pedro_Titulo_Profesional_2019.docx</b> Document 1A_Mauricio_Gutierrez_Leonard_Pedro_Titulo_Profesional_2019.docx (D55277905)	1
<b>SA</b>	<b>UNC_TESIS_2022_ELBIS MARÍN_72970351_v1.pdf</b> Document UNC_TESIS_2022_ELBIS MARÍN_72970351_v1.pdf (D141897277)	1
<b>SA</b>	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN INFORME FINAL DE TESIS-Himber Orlando Pérez Torres.pdf</b> Document UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN INFORME FINAL DE TESIS-Himber Orlando Pérez Torres.pdf (D96799026)	1



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION  
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

# CONSTANCIA

## ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

### SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Nº V/0492-2022

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe final de tesis, titulado:

**"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA Y ALBAÑILERÍA CONFINADA DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES EN EL DISTRITO DE CALLERÍA – CORONEL PORTILLO – UCAYALI – 2021".**

Autor(es) : SAENZ GAMBOA, KEVIN PARKER  
SALDAÑA SEOPA, MARCOS PAULO

Facultad : INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

Escuela Profesional : ING. CIVIL

Asesor(a) : Mg. DONAYRE HERNANDEZ, DEVYN OMAR

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 1%**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia.

FECHA 18/08/2022



Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA  
Director de Producción Intelectual

## **DEDICATORIA**

A Dios, porque me da la sabiduría y fuerzas para sobrellevar las dificultades y seguir adelante en la vida.

A mis padres que me quieren mucho y me apoyaron desde siempre, brindándome sus consejos y enseñanzas para lograr alcanzar mis metas y sobre todo convertirme en una persona con principios y valores.

A mi esposa que con todo el amor me apoya en cada paso que doy para seguir escalando en mi carrera profesional.

Kevin Parker

A mis padres, por todo el tiempo en mi vida y carrera profesional que estuvieron a mi lado apoyándome y aconsejándome para hacer de mí una mejor persona.

A mi abuelita y tíos, por sus consejos y palabras que día a día me ayudaron a seguir adelante, y también a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

Marcos Paulo

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios, por brindarnos las condiciones suficientes para poder vivir y trabajar por alcanzar nuestros sueños.

A nuestros padres, por siempre entregarnos su amor y apoyo incondicional, por motivarnos y confiar en nosotros.

A la Universidad Nacional De Ucayali y a todos los docentes de la escuela de Ingeniería Civil, gracias por todo el conocimiento brindado a lo largo de la carrera, a ustedes le debemos nuestra formación profesional.

A nuestro asesor, el Ing. Mg. Devyn Omar Donayre Hernández, gracias por la responsabilidad mostrada en la asesoría de esta tesis.

Para todos ellos, nuestro sincero agradecimiento.

Kevin Parker y Marcos Paulo.

## **RESUMEN**

La investigación tuvo como objetivo realizar el análisis comparativo de los sistemas estructurales de Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería – provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021. El tipo de investigación de acuerdo al fin que se persigue es: Teórica, básica o pura; de acuerdo a los datos analizados es cuantitativa; de acuerdo a la metodología para demostrar la hipótesis es: No Experimental – Descriptiva. El nivel de investigación es: Descriptivo.

La población fue constituida por el 100 % (15) de viviendas multifamiliares en el distrito de Callería, en la ciudad de Pucallpa de acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda 2017 del INEI. La muestra fue tomada de manera intencional, constituida por dos viviendas multifamiliares, una diseñada con el sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada y otra con el sistema estructural de Albañilería Confinada. Se concluye:

Se verificó que los sistemas estructurales cumplen con los criterios de diseño establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Adicionalmente se verificó también que los Muros de Ductilidad Limitada tienen menos desplazamientos y/o derivas respecto a Albañilería Confinada. Esta diferencia permite tener mejores resultados ante un evento sísmico de gran magnitud, garantizando un buen comportamiento sísmico en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería.

El sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada tiene un sobrecosto del 13.42% en comparación al sistema de Albañilería Confinada, esto debido a la diferencia de materiales y al encofrado metálico no tradicional de la zona.

El sistema estructural de Albañilería Confinada se ejecuta en 194 días y el de Muros de Ductilidad Limitada en 125 días; se podría ahorrar un 35.6% del tiempo total de ejecución, favorable para el inversionista y el proyectista para cumplir las metas del proyecto y podría ser un mejor sistema a usar en futuras viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería.

**Palabras clave:** Sistemas estructurales, Muros de Ductilidad Limitada, Albañilería Confinada.

## **ABSTRACT**

The objective of the research was to carry out the comparative analysis of the structural systems of Limited Ductility Walls and Confined Masonry in the design of five-level multi-family homes in the district of Callería - province of Coronel Portillo - Ucayali - 2021. The type of research of according to the end pursued is: Theoretical, basic or pure; According to the types of data analyzed, it is: Quantitative; according to the methodology to demonstrate the hypothesis is: Non-Experimental – Descriptive. The level of research is: Descriptive.

The population was constituted by 100% (15) of multi-family dwellings in the Callería district, in the city of Pucallpa according to the National Population and Housing Census 2017 of the INEI. The sample was taken intentionally, consisting of two multi-family dwellings, one designed with the Limited Ductility Walls structural system method and the other with the Confined Masonry method. It concludes:

It was verified that the structural systems meet the design criteria established in the National Building Regulations. Additionally, it was also verified that the Limited Ductility Walls have fewer displacements and/or drifts compared to Confined Masonry. This difference allows for better results in the event of a large-magnitude seismic event, guaranteeing good seismic behavior in the design of five-story multi-family homes in the Callería district.

The structural system of Limited Ductility Walls has an additional cost of 13.42% compared to the Confined Masonry system, due to the difference in materials and the non-traditional metal formwork in the area.

The Confined Masonry structural system is executed in 194 days and the Limited Ductility Wall system in 125 days; 35.6% of the total execution time could be saved, favorable for the investor and the designer to meet the goals of the project and could be a better system to use in future five-level multi-family homes in the Callería district.

**Keywords:** Structural systems, Limited Ductility Walls, Confined Masonry.

## **ÍNDICE GENERAL**

DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	xv
CAPÍTULO I.....	17
REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	17
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	20
1.5. LIMITACIONES Y ALCANCES .....	20
1.6. HIPÓTESIS .....	20
1.7. VARIABLES.....	21
1.8. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES .....	22
CAPÍTULO II.....	23
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	23
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL .....	23
2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL.....	24

2.1.3. ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL .....	27
2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO .....	28
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	32
CAPÍTULO III.....	35
MATERIALES Y MÉTODOS .....	35
3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	35
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	36
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	39
3.5. PROCESAMIENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	39
3.6. TRATAMIENTO DE DATOS.....	39
CAPÍTULO IV.....	41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS.....	41
4.2. DISCUSIÓN.....	84
CONCLUSIONES .....	86
RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS.....	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	88
ANEXOS .....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 .....	36
Ucayali: Licencias de edificación otorgadas por la Municipalidad, según provincia y distrito 2016	
Tabla 2 .....	41
Consideraciones principales de diseño y dimensiones para el cálculo estructural de una vivienda multifamiliar de cinco niveles en el distrito de Callería	
Tabla 3 .....	42
Consideraciones principales de las propiedades de materiales, cargas por peso propio y cargas vivas para el cálculo estructural de una vivienda multifamiliar de cinco niveles en el distrito de Callería	
Tabla 4 .....	43
Consideraciones principales de zonificación, parámetros del suelo y factor de amplificación sísmica	
Tabla 5 .....	44
Consideraciones principales de sistemas estructurales, desplazamientos laterales permisibles y análisis dinámico	
Tabla 6 .....	46
Análisis modal de la estructura, periodos de los modos del ETABS	
Tabla 7 .....	48
Distorsión máxima en la dirección X y Y	
Tabla 8 .....	48
Factor de corrección por cortante mínima estático y dinámico	
Tabla 9 .....	50
Combinaciones	
Tabla 10 .....	50
Resumen del X en el sistema estructural de ductilidad limitada	
Tabla 11 .....	51
Resumen del Y en los Muros de Ductilidad Limitada	
Tabla 12 .....	53
Valores del diseño de losas macizas en dos direcciones en el sistema estructural de Albañilería Confinada	
Tabla 13 .....	55

Valores en el diseño de corte del sistema estructural de Albañilería Confinada	
Tabla 14.....	56
Valores del esfuerzo axial máximo en los muros del sistema estructural de Albañilería Confinada	
Tabla 15.....	57
Valores de las columnas de confinamiento en el diseño de muros en la dirección "X" del sistema estructural de Albañilería Confinada	
Tabla 16.....	58
Valores de las columnas de confinamiento en el diseño de muros en la dirección "Y" del sistema estructural de Albañilería Confinada	
Tabla 17 .....	69
Análisis de costos entre los sistemas de construcción por partidas en una vivienda multifamiliar de cinco niveles, distrito de Callería	
Tabla 18.....	71
Análisis comparativo de los costos entre los sistemas de construcción del primer piso en una vivienda multifamiliar de cinco niveles, distrito de Callería	
Tabla 19.....	73
Análisis comparativo de los costos entre los sistemas de construcción del 2º, 3º, 4º piso en una vivienda multifamiliar de cinco niveles, distrito de Callería	
Tabla 20.....	74
Análisis comparativo de los costos entre los sistemas de construcción del 5º piso en una vivienda multifamiliar de cinco niveles, distrito de Callería	
Tabla 21 .....	75
Tiempo de ejecución planificado por niveles en los sistemas constructivos	
Tabla 22.....	76
Incidencia de partidas críticas en tiempo de ejecución – 1º piso de los métodos constructivos ductilidad limitada y Albañilería Confinada	
Tabla 23.....	80
Incidencia de partidas críticas en tiempo de ejecución – 2º, 3º, 4º piso	
Tabla 24.....	82
Incidencia de partidas críticas en tiempo de ejecución – 5º piso	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución en planta y elevacion en arquitectura.....	38
Figura 2. Análisis sismo resistente de la estructura por el modelo estructural para análisis por rigidez .....	45
Figura 3. Modos fundamentales de vibración .....	47
Figura 4. Diagramas de interacción (P-M3) .....	50
Figura 5. Diagrama de Interacción (P-M3) Y .....	52
Figura 6. Área de acero en vigas (cm <sup>2</sup> ) - 3° Piso .....	52
Figura 7. Diagramas de interacción (P-M3)-diseño por corte .....	55
Figura 8. Presiones en losa de cimentación en Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada.....	63
Figura 9. Diseño por flexión y cortante en losas y vigas .....	68
Figura 10. Comparación de los costos de los sistemas constructivos .....	70
Figura 11. Inferencia de los tiempos de ejecución entre los sistemas constructivos .....	75
Figura 12. Diagrama de Gantt - Rutas del piso 1 de una vivienda multifamiliar con sistemas de Muros de Ductilidad Limitada .....	77
Figura 13. Diagrama de Gantt - Rutas del piso 1 de una vivienda multifamiliar con sistemas de muros de Albañilería Confinada .....	78
Figura 14. Diagrama de Gantt - Rutas del piso 2, 3 y 4 de una vivienda multifamiliar con sistemas de Muros de Ductilidad Limitada.....	81
Figura 15. Diagrama de Gantt - Rutas del piso 2, 3 y 4 de una vivienda multifamiliar con sistemas de muros de Albañilería Confinada.....	81
Figura 16. Diagrama de Gantt - Rutas del piso 5 de una vivienda multifamiliar con sistemas de Muros de Ductilidad Limitada .....	83
Figura 17. Diagrama de Gantt - Rutas del piso 5 de una vivienda multifamiliar con sistemas de muros de Albañilería Confinada .....	83

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de consistencia de la investigación.....	94
Anexo 2. Panel fotográfico del estudio de mecánica de suelos .....	95
Anexo 3. Planos de distribución arquitectónica .....	97
Anexo 4. Presupuestos .....	101
Anexo 5. Verificación de esfuerzo axial y fisuración en muros de albañilería .....	106

## **INTRODUCCIÓN**

Los sistemas estructurales son parte elemental de toda edificación en todas partes del mundo, de ello depende su duración en tiempo y espacio. Ocuparse de su estudio en la Ingeniería Civil representa aportar en la mejora de las propiedades de resistencia y rigidez, perfeccionarlos, generar nuevos elementos o nuevos sistemas estructurales con el fin de proporcionar otras opciones de construcción de viviendas que satisfagan las necesidades de seguridad ante eventos climáticos propios de cada zona.

En ese sentido, en la investigación se planteó realizar el análisis comparativo del sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada frente al sistema de Albañilería Confinada en una vivienda multifamiliar de cinco niveles en el distrito de Callería – provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021. Los resultados se exponen en función al comportamiento sísmico, costos y tiempo de ejecución. Es así que, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, la investigación “Análisis comparativo de los sistemas estructurales de Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada de una vivienda multifamiliar de cinco niveles en el distrito de Callería – Coronel Portillo – Ucayali – 2021”, expone su contenido a través de la siguiente estructura:

En el CAPÍTULO I. REVISIÓN DE LITERATURA que describe el problema y la formulación del problema. Así mismo, expone los objetivos, las hipótesis, variables, justificación e importancia, viabilidad y limitaciones de la investigación.

En el CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA se presentan los antecedentes, bases teóricas, fundamentos filosóficos y definiciones conceptuales debidamente organizadas en función a las variables de estudio.

En el CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS se detalla el tipo, diseño y esquema de investigación, la población y muestra, definición operativa de los instrumentos que se emplearon en la recolección de datos y las técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos.

En el CAPÍTULO VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN se exponen los hallazgos mediante la estadística descriptiva y el análisis inferencial, se describe la interpretación de los resultados y sus implicaciones en contraste con los resultados, aportes o teorías descritas por los autores considerados en la investigación.

Posteriormente se establecen las “CONCLUSIONES” y “RECOMENDACIONES” de acuerdo a los objetivos planteados que aportan rigor científico. Finalmente, se detallan las “REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS” empleadas en la investigación y se proporciona en los “ANEXOS” la matriz de consistencia de la investigación, panel fotográfico del estudio de mecánica de suelos, planos de distribución arquitectónica, presupuestos, verificación de esfuerzo axial y fisuración en muros de albañilería.

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN DE LA LITERATURA

#### 1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Los datos del Censo 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018), refleja la forma de comportarse de la población urbana y rural, así como sus lineamientos distintivos. La población urbana censada se incrementó en 17,3%, entre 2007 y 2017, esto es, a una media de 343,454 personas por año, lo que significa una tasa promedio anual de 1,6%. La población rural que fue censada, disminuyó en 19,4% en el período intercensal aproximadamente, a un promedio de 146,481 personas por año, que representa una tasa promedio anual de -2,1%.

En el año 2007, Ucayali contaba con un total de 432,159 habitantes, incrementándose a 496,459 habitantes, es decir un 14,9% según datos del 2017. En cuanto a las viviendas según el material predominante en las paredes exteriores, existen datos que revelan el predominio del ladrillo o bloques de cemento para construcción, con un incremento anual de 3,7% desde el año 2007 (INEI, 2018).

Los datos muestran que la población dentro de los núcleos urbanos es cada vez mayor y por ende la necesidad de vivienda en los mismos. Quispe et al. (2005) al respecto de esa necesidad resalta el mejoramiento de la vivienda como elemento sustancial que afecta las condiciones de habitabilidad del 74 % de la población peruana.

Fernandes (2011), en su publicación denominada “Regularización de asentamientos informales en América Latina”, menciona que la informalidad de los asentamientos poblacionales genera cargas urbano-ambientales tales como fragmentación de ciudades y generación de barrios precarios, lo que conlleva a construcción de viviendas que incumplen con las normas urbanas en cuanto a calles, densidad ocupacional, acceso, circulación, ventilación, alcantarillado y espacios públicos.

El incumplimiento de los parámetros mínimos constructivos es producto de las carencias económicas, la idiosincrasia de los propietarios y la necesidad de vivienda. Son los dueños de las viviendas quienes optan por este tipo de construcciones, esto sucede en todo el Perú y Ucayali no es la excepción.

La ciudad de Pucallpa cuenta actualmente con un crecimiento poblacional notable, esto ha generado una gran demanda de construcciones de viviendas multifamiliares, que, en su mayoría, crecen horizontalmente, obteniendo como resultado dificultades en los proyectos para dotarlos de servicios básicos. Por tal razón, en los últimos años surge como alternativa óptima la construcción de edificios de mediana altura (05 niveles) para satisfacer la demanda.

Las viviendas son construidas con madera, o son construidas con material noble, que resulta de combinar elementos conformados por ladrillo y concreto, que es el material que predomina. Muchas de estas edificaciones se construyen de manera inadecuada, lo que origina viviendas de baja calidad, con un costo menor al promedio.

La problemática real es el desconocimiento de la población de los demás sistemas estructurales que pueden ser utilizados en la ciudad y que les asegure menores costos, tiempo de ejecución y sobretodo, una adecuada calidad de las viviendas.

Por tal razón, esta investigación busca ofrecer una alternativa segura, económica y acelerada, a nivel de diseño, al mostrar las ventajas que tienen estos dos sistemas estructurales y compararlos de manera objetiva, a través de un modelamiento estructural, presupuesto y programación de tiempo de ejecución, en un terreno específico disponible dentro del casco urbano de la ciudad.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuáles serán los resultados del análisis comparativo entre los sistemas de Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada en el diseño de

viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ✓ ¿Cuál es el sistema estructural de mejor comportamiento sísmico en viviendas multifamiliares de cinco niveles diseñados con Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021?
- ✓ ¿Cuál es el sistema estructural de menor costo en viviendas multifamiliares de cinco niveles diseñados con Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada en el distrito de Callería – provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021?
- ✓ ¿Cuál es el sistema estructural de menor tiempo de ejecución en viviendas multifamiliares de cinco niveles diseñados con Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada en el distrito de Callería – provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021?

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar los resultados del análisis comparativo entre los sistemas de Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- ✓ Describir el sistema estructural de mejor comportamiento sísmico en viviendas multifamiliares de cinco niveles diseñados con Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada en el distrito de Callería – provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.
- ✓ Describir el sistema estructural de menor costo en viviendas multifamiliares de cinco niveles diseñados con Muros de Ductilidad

Limitada y Albañilería Confinada en el distrito de Callería – provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.

- ✓ Describir el sistema estructural de menor tiempo de ejecución en viviendas multifamiliares de cinco niveles diseñados con Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada en el distrito de Callería – provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Las edificaciones en general, independiente del costo y tiempo de construcción deben realizarse con un diseño que implique resistencia y seguridad, es decir se debe contemplar las normas técnicas establecidas para tal fin y contar con una supervisión técnica adecuada.

Los sistemas constructivos planteados en la investigación se encuentran dentro del marco de la norma técnica peruana para construcción de nuevas edificaciones, en tal sentido se justifica el uso de las mismas haciéndose de suma importancia verificar cual es más idóneo para construir viviendas multifamiliares.

#### **1.5. LIMITACIONES Y ALCANCES**

Las limitaciones de la investigación son de carácter económico puesto que se debe contar con profesionales que orienten en las nociones técnicas adecuadas, es decir consultores, los cuales elevan el costo de la investigación; por otro lado, limitaciones de acceso a la información, debido a que mucha de la información necesaria de viviendas construidas en el periodo de investigación, se encuentran en instituciones públicas, las cuales cuentan con procesos burocráticos que elevan el tiempo de acceso a la información y muchas veces la facilidad de acceder a la misma.

El estudio se encuentra en el marco territorial del distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Departamento de Ucayali.

#### **1.6. HIPÓTESIS**

##### **1.6.1. Hipótesis general**

El sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada presenta mejores resultados en el análisis comparativo con respecto al de Albañilería Confinada, en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.

### **1.6.2. Hipótesis específica**

- ✓ El sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada es el de mejor comportamiento sísmico comparado al de Albañilería Confinada, en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.
- ✓ El sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada es el de menor costo comparado al de Albañilería Confinada, en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.
- ✓ El sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada es el de menor tiempo de ejecución comparado al de Albañilería Confinada, en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.

## **1.7. VARIABLES**

### **1.7.1. Variable independiente**

Diseño de una vivienda multifamiliar de cinco niveles con el sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada.

### **1.7.2. Variable dependiente**

- ✓ Comportamiento estructural.
- ✓ Presupuesto
- ✓ Tiempo de ejecución

## 1.8. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES

HIPOTESIS	VARIABLE	INDICADORES	DIMENSIONES	ESCALA DE MEDICION O UNIDAD DE MEDIDA
<b>HIPOTESIS GENERAL</b> El sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada presenta mejores resultados al realizar el análisis comparativo con respecto al de Albañilería Confinada, en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.	<b>VI</b> Diseño de una vivienda multifamiliar de cinco niveles con el sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada.  <b>VD</b> • Comportamiento estructural. • Presupuesto • Tiempo de ejecución	• Diseño sísmico. • Análisis de costos • RNE • Programación de partidas	• Variación dimensional de elementos estructurales. • Precios unitarios. • Parámetros normativos • Tiempo estimado.	• Tn • M • S/ • Rendimiento, %
<b>HIPOTESIS 1</b> El sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada es el de mejor comportamiento sísmico comparado con el de Albañilería Confinada, en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.	<b>VI</b> • Características mecánicas de muros portantes. • Resistencia a carga sísmica.  <b>VD</b> • Calidad de diseño estructural. • Norma E.0.30, E.0.70	• Rígidez • Estado elástico admisible. • Resistencia a fuerzas axiales.	• Sección efectiva • Control de desplazamiento. • Esfuerzo admisible.	• m • kgf/m • Kg/cm2
<b>HIPOTESIS 2</b> El sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada es el de menor costo comparado con el de Albañilería Confinada, en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.	<b>VI</b> • Sistema con menor cantidad de partidas. • Partidas con mayor tiempo de trabajo.  <b>VD</b> • Análisis de costos.	• Análisis de precios unitarios. • Mano de obra. • Materiales.	• Partidas de estructuras. • Mano de obra. • Materiales.	• Und • Hh • Kg • Bol • Mes • %mo S/
<b>HIPOTESIS 3</b> El sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada es el de menor tiempo de ejecución comparado con el de Albañilería Confinada, en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.	<b>VI</b> • Mayor rendimiento por partida. • Optimización de partidas.  <b>VD</b> • Programación de tiempo de ejecución.	• Planeación de obra. • Estrategias de metodología de trabajo. • Seguimiento.	• Verificación de menor tiempo por partida • Verificación del metrados	• Hh • Mes, semana, dia. • %mo • Glb

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL

López & Verduga (2019) en su investigación realizan una evaluación del riesgo sísmico de estructuras de ductilidad limitada, en donde determinan la vulnerabilidad sísmica, evalúan el desempeño de las estructuras de 20 edificaciones de viviendas de hasta 4 pisos ubicadas en la zona rural de Alóag. Los resultados muestran que las edificaciones son de alta vulnerabilidad, requiriendo de evaluación espacial. La metodología GNNDT determina comportamiento estructural deficiente en los edificios de 3 y 4 pisos con vulnerabilidad de índices entre 40 a 60. La primera edificación (W.C.), pese al incumplimiento de dimensiones mínimas de la NEC presento nivel regular de prevención del colapso en el sismo de diseño, mientras que la segunda edificación (R.H.) presentó nivel alarmante de prevención al colapso en un sismo frecuente. La intervención estructural con encamisado metálico incrementó a 2.50 veces la capacidad del sistema garantizando prevención de colapso a terremotos severos.

Enríquez & López (2017), en su investigación buscan incorporar el sistema constructivo de mampostería de muros confinados como alternativa de diseño sismo resistente para edificios de más de dos pisos. Los resultados muestran que este sistema se puede emplear en edificaciones mayores a dos pisos, la vulnerabilidad sísmica puede reducirse cumpliendo lo estipulado en normas y manuales de construcción. Los muros bien confinados constituyen un sistema monolítico entre losas, muros y fachadas que combina funciones arquitectónicas y estructurales; mientras que, los muros con mampostería confinada son reducido en costos de manejo y tiempo.

Vizconde (2015), en su investigación propone evaluar el sistema de Muros de Ductilidad Limitada y los factores que afecten su calidad en edificios de 3

pisos a partir de los planos del proyecto de condominios en la ciudad de Costalmar I en las que se evaluó el cumplimiento de la norma ecuatoriana, peruana y colombiana. Los resultados demuestran que la calidad técnica depende del cumplimiento de los requisitos de las normas técnicas de diseño y construcción supervisión, profesional capacitado y un plan especializado. El proyecto no cumple con el 51.47 % de los parámetros evaluados. Los condominios evaluados presentan similares defectos constructivos, en cuanto a la compresión de concreto se determinó baja resistencia, y además falta de calidad para control de trabajabilidad de concreto. Respecto a la calidad de las edificaciones con MDL, es necesario el desarrollo del plan enfatizando la planificación y un organigrama de obra por funciones.

#### **2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL**

En Lima, Navarro & Osorio (2020), en su investigación de tipo aplicada no experimental y corte transversal plantean el objetivo de comparar un edificio de 5 niveles con muros de ductilidad limitada con otro de albañilería de la residencial Cuzcano en el distrito de Pucusana. Concluyen: los sistemas estructurales presentan criterios de diseño diferentes; sin embargo, los resultados demuestran que ambos cumplen con los criterios del R.N.E. con las Normas Técnicas Peruanas E020 (cargas), E060 (Concreto) y E070 (Albañilería). Ante un evento sísmico de gran magnitud ambos sistemas cumplen con el valor mínimo requerido de 0.005 máximo de desplazamiento estipulado en la Norma E030 (Diseño Sismo Resistente); sin embargo, por las características de la zona el sistema de MDL presenta menor vulnerabilidad. En cuanto los costos, el sistema de MDL tiene un sobrecosto del 30 % al calcularse un costo de S/. 50,4791.86 frente a S/. 389147.96 del sistema de AC debido a los materiales y sistemas constructivos que se emplean en el modelamiento.

En Trujillo, Lingán (2018), en su investigación de diseño no experimental de tipo descriptivo comparativo y corte transversal, se propone evaluar el comportamiento estructural dinámico, estático y sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 pisos diseñadas con los sistemas constructivos de MDL y

AC las cuales están ubicadas en la Urbanización Rosas del Valle del distrito de Trujillo, departamento La Libertad. En el diseño estructural se consideró una estructura regular para ambos sistemas tanto en distribución de planta como en altura de edificación, los muros se predimensionaron de acuerdo a la norma. Los resultados demuestran que la simetría es fundamental para reducir los defectos de torsión ante un sismo. Los valores obtenidos de las distorsiones inelásticas de entrepiso las derivas máximas en el sistema MDL (0.00033 para “X” y “Y”) y en AC (0.00031 “X” y 0.00047 en “Y”) cumplen con el requerido; en conclusión, el sistema AC es más dúctil y contempla más deformaciones que el sistema MDL que es más rígido.

En Piura, Tolentino (2018), en su investigación plantea diseñar la estructura del edificio de vivienda social de Muros de Ductilidad Limitada, y muros de Albañilería Confinada. Los resultados muestran que el sistema constructivo de MDL requiere de 46 días menos que el sistema AC que requiere de 120 días, lo que influye en costos. En cuanto a la evaluación de desplazamientos relativos de la estructura, en ambos sistemas constructivos las derivas máximas son menores a las requeridas en ambas direcciones, cumpliendo con la norma de diseño sismo resistente E030. Los máximos desplazamientos laterales de entrepiso del sistema de muros de ductilidad limitada con respecto al sistema de muros de albañilería confinada, son menores en un 2.50% en la dirección “X” y 9 % menor en la dirección “Y”, indicándose así que la rigidez lateral de Muros de Ductilidad Limitada es mayor. Así mismo, debido a la flexibilidad del proceso constructivo de MDL que puede desarrollarse en los exteriores del área de trabajo con un mejor orden y reducción de la mano de obra, los costos son menores a diferencia de MAC, concluyendo que el costo del sistema MDL es 12.30 % menor al sistema de MAC.

En Arequipa, Cáceres & Enriquez (2017), en su investigación plantean el objetivo de comparar los sistemas constructivos de MDL y AC en el comportamiento estructural ante un sismo, y los costos de una vivienda multifamiliar de dos pisos en el distrito de Cayma. Los resultados demuestran que los parámetros de carga muerta, carga viva y peso sísmico son

superiores en el sistema de AC, la configuración estructural es irregular en planta debido a las esquinas entrantes mayores al 20 % de su longitud total, el factor de reducción es 6 en AC y 4 en MDL, las fuerzas actuantes para el diseño corresponde a esfuerzos admisibles para AC y diseño por el método de resistencia última para MDL, en los materiales  $f'm=65$  Kg/cm<sup>2</sup> para AC y  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> para MDL, en cuanto al módulo de elasticidad MDL (2,173706.51 Kg/cm<sup>2</sup>) ofrece mayor resistencia y rigidez. En las consideraciones de diseño los esfuerzos axiales y la cortante en muros son mayores en los MDL (240.65Tn – 46.41Tn) a diferencia de AC (25.95Tn – 13.46Tn respectivamente. En conclusión, ambos sistemas demuestran adecuado comportamiento estructural cumpliendo con los requerimientos de la R.N.E. Así mismo, el sistema MLD requiere de 46 días menos de tiempo que el sistema AC (120 días) lo que influye en costos, además que los análisis indican que el rendimiento en albañilería es menor y las tareas requieren de mayor cantidad de personal. En conclusión, existe una mínima diferencia del 2.7% en costos de estructura, sin embargo, en arquitectura la diferencia es de 44.18 %, siendo que el costo directo difiere del 14.03 % a favor del MDL (S/407,375.41), en m<sup>2</sup> de ejecución hasta nivel de tarrajeo considerando la cimentación es de (S/.487.87) para el sistema de MDL, es decir (S/. 68.44) menor al AC.

En Cajamarca, la investigación de Quiroz (2016), plantea comparar los sistemas constructivos MDL y AC frente ante un evento sísmico edificio multifamiliar de 4 pisos de la Urbanización San Roque. El diseño de investigación es de tipo descriptivo comparativo y explicativo. Los resultados muestran que, en los desplazamientos laterales máximos de entrepiso, el sistema MDL ( $d_{xx} = 1.6\%$ ;  $d_{yy} = 3.2\%$ ) es 5.6 % de lo permisible menor al sistema AC ( $d_{xx} = 14.8\%$ ;  $d_{yy} = 28\%$ ) con un 70 %; así mismo, el sistema de MDL (0.0016) es más rígido por lo que contempla menos deformaciones ante amenazas sísmicas pudiendo presentar fallas explosivas; mientras que el sistema de AC (0.0035) puede soportar más deformaciones por ser más dúctil. Con respecto al efecto cortante, V dinámico, el periodo fundamental, la masa, peso, los valores son mayores en el sistema AC. En conclusión, los

valores ambos sistemas están dentro del rango permisible y cumplen con los requerimientos de la norma E030 de la RNE.

En Huancavelica, Santoyo (2015), plantea analizar el comportamiento estructural de viviendas multifamiliares diseñadas con los sistemas constructivos MDL y AC frente a la amenaza sísmica. La investigación de tipo aplicada tecnológica y descriptivo explicativo emplea el diseño no experimental de tipo descriptivo correlacional. Los análisis se realizaron en una vivienda multifamiliar de 5 pisos con 4 departamentos por nivel. Los resultados muestran que los dos sistemas tienen comportamientos apropiados para contrarrestar y hacer frente a movimientos sísmicos, debido a que siguen los lineamientos y parámetros decretados en el RNE de Perú; sin embargo, el sistema MDL presenta mejores resultados. A nivel de costos, tiempos de ejecución e impactos socioeconómicos, el sistema de MDL presenta mayores ventajas frente al sistema AC, pese a ello aún no ha sido lo suficientemente ensayado como es el caso del sistema AC, el cual ya ha sido probado y mejorado ampliamente a lo largo de los años.

### **2.1.3. ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL**

Adrianzén y Cruz (2020), en su investigación evaluaron las edificaciones autoconstruidas en el casco urbano de la ciudad de Pucallpa, teniendo como finalidad determinar las características de cada una de las mezclas de concreto utilizadas en dichas edificaciones y así compararlas con un diseño óptimo realizado con los materiales del lugar, que cumpla los parámetros de la Norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones. La intención del proyecto más allá de evaluar, fue de poder mostrar la realidad de nuestra localidad que no está preparada para un sismo severo, en ese sentido buscaron brindar recomendaciones y poder contribuir con los intereses de la región; invertir y construir con responsabilidad no pondrá en riesgo la vida de las personas que habitan en dicha edificación. Es por ello la elaboración de esta tesis, para difundir así nuestra preocupación por esas edificaciones que están mal construidas.

## **2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO**

### **2.2.1. SISTEMAS ESTRUCTURALES**

Ceballos (2019) considera que “un sistema estructural es una configuración de elementos al interior de la estructura que, individualmente, pueden soportar un determinado tipo de carga, y en conjunto garanticen la resistencia y el comportamiento que se desea en la estructura” (párr. 2).

La N.T.E. E.030 indica que los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis (MVCS, 2018).

#### **2.2.1.1. MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA (MDL)**

Díaz (2021) refiere que, en los años 1997 y 2013 en el Perú, aun sin una normativa para el diseño de este sistema estructural, su demanda se incrementó por el bajo costo que representaba en comparación con los sistemas convencionales de la época. A partir del 2018, En la N.T.E. E0.30 Diseño Sismorresistente del R.N.E el sistema estructural de MDL se limita a 08 pisos.

Díaz (2021) refiere una definición técnica sobre los muros de ductilidad limitada:

Se trata de muros delgados de concreto armado conformados por elementos de confinamiento a los extremos, por lo general el refuerzo de acero se diseña a una sola malla. El refuerzo vertical y horizontal en el alma del muro puede estar formado por acero de grado 60 ( $f_y=4200\text{kgf/cm}^2$ ) y malla electrosoldada de tipo CA50 ( $f_y=5000\text{kgf/cm}^2$ ). (p.7)

Mauricio (2019), refiere lo siguiente:

Se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa. Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos. (p.56)

CYPE (2019) refiere que, los MDL son conocidos como muros de tensión plana en otros países y los define como:

Son muros de concreto armado de sección delgada con un solo plano de refuerzo. Trabajan como muros que soportan las acciones de cargas verticales y son capaces de resistir esfuerzos horizontales en el plano del muro. (párr. 4)

Merodio & Vásquez (2022) definen MDL como “sistema estructural de muros portantes de concreto armado de espesor reducido, entre 10 cm y 15 cm. Se caracteriza por su reducción de tiempo y costo en el proceso de construcción de edificaciones de alta densidad de muros y baja altura”. (p.33)

Díaz (2021), en su informe de revisión de criterios de edificaciones con muros de ductilidad limitada resalta la ventaja en cuanto a las características sismorresistentes de rigidez y resistencia, y su baja capacidad de deformación la cual es favorable porque evita daños severos y colapsos.

Cutimbo (2016) explica las funciones de soporte de cargas verticales y laterales de sismo y de viento. La carga vertical refiere al peso propio de

la estructura que se conocen como carga muerta y también aquel peso producto del uso de la edificación conocida como cargas vivas o temporales. Las cargas de sismo dependen de la ubicación geográfica del edificio, uso, tipo de terreno y sistema estructural utilizado. La carga de viento depende de la ubicación y altura del edificio.

En el 2009, el MVCS refiere que el concreto, acero de refuerzo y malla electro soldada son los principales componentes del MDL. El concreto en este sistema requiere de características especiales de trabajabilidad, resistencia y durabilidad para lo cual en la mezcla de concreto se emplean plastificantes y retardadores de fragua. En cuanto al acero corrugado de refuerzo vertical que se emplean son de 60° y, la malla electro soldada se compone de varillas lisas o corrugadas de acero trefilado en frío. Los elementos deben de cumplir con las especificaciones de la Norma Técnica E-060 Concreto Armado en concordancia con la Norma ASTM A496.

Las especificaciones en cuanto a materiales y diseño de muros se encuentran especificados en el índice 21.10 de la N.T.E. E.60 Concreto armado.

Arteaga, et al. (2016) y San Bartolomé & Ríos (2011) mencionan que el uso de sistema de muros estructurales portantes garantiza que no se originen variaciones significativas en las propiedades de rigidez y resistencia, haciéndolo capaz de soportar pequeñas deformaciones. En cuanto a las fallas, menciona las de flexión, tracción diagonal, corte-deslizamiento, deslizamiento en la base, pandeo del refuerzo y pandeo fuera del plano del muro, falla frágil en muros cortantes con o sin aberturas, solos o acoplados deslizamiento en la base o flexión, falla de cangrejeras y trituración de los talones en etapas tempranas.

### **2.2.1.2. SISTEMA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA (AC)**

San Bartolomé (1994) menciona que “La albañilería confinada fue creada por ingenieros italianos, después que el sismo de 1908 en Sicilia arrasara con las viviendas de albañilería no reforzadas”. En los 70 se realizaron los primeros ensayos en el Perú, cuyas referencias se detallaron en un primer reglamento denominado Norma E.070 del Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda en el año 1982.

Blondet (2012) refiere que la albañilería confinada es el conjunto o sistema de construcción formado por muro de ladrillos, reforzado en los extremos por columnas de amarre y en la parte superior por una viga de concreto. En el “Manual de construcción para maestros de obra” de Medina & Blanco (2015) es preciso considerar las condiciones del diseño estructural, la verificación de la calidad de los materiales y los procesos constructivos para que una vivienda tenga la capacidad de soportar los efectos de un terremoto.

San Bartolomé (1994) especifica que el sistema estructural de albañilería debe emplearse sólo en edificaciones de viviendas uni y multifamiliares que contengan gran número de muros. A parte de predominar la estructura de albañilería también pueden emplearse columnas aisladas de otro material que ayuden a los muros a transmitir la carga vertical. La albañilería puede clasificarse por su función estructural o por la distribución del refuerzo.

Los requisitos estructurales mínimos para edificios compuestos por muros de albañilería armada como confinada se establecen en el Art. 19 de la Norma E.070 Albañilería; adicionalmente a los requisitos del índice 7.1 también existen condiciones que se especifican en el Art. 20.

En cuanto a las fallas por flexión, Abanto (2007), en su publicación “*Análisis y diseño de edificaciones de albañilería*”, indica que existen dos

tipos de acuerdo al plano en que se desarrollan las que son conocidas como “fallas por flexión en el plano del muro que ocurre generalmente en muros sin elementos de concreto armado, en los que, al no existir restricción al desplazamiento vertical en la parte superior de dicho muro, se originan momentos flexionantes que determinan la falla, debido a que la resistencia a tracción de la albañilería es la misma” (p.39). El segundo tipo conoce como “falla por flexión perpendicular al plano del muro, que se origina por la poca inercia del muro en este sentido y cuando el arriostramiento en la parte superior del muro es deficiente. De acuerdo a este último, los muros en presencia de fuerzas sísmicas vibran como membranas restringidas de movimiento, por los encuentros de paredes de los muros adyacentes, y por estar fijadas en la parte inferior” (p.41).

El MVCS (2006), mediante el Reglamento Nacional de Edificaciones, menciona el tipo de falla de corte por cizalle ( $R_s$ ) la cual se produce a la mitad de la altura del tabique (junta de construcción y se caracteriza por ser una grieta horizontal. También se menciona la falla por aplastamiento en las esquinas ( $R_c$ ) la cual se manifiesta a través de una grieta diagonal en el tabique. La falla en tracción diagonal ( $R_t$ ) se manifiesta a través de una grieta diagonal en el tabique. La resistencia última del puntual se calculará mediante la siguiente expresión:

### 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- ✓ Albañilería confinada. “Es la técnica de construcción que se emplea normalmente para la edificación de una vivienda. En este tipo de construcción se utilizan ladrillos de arcilla cocida, columnas de amarre, vigas soleras, etc.” (Medina & Blanco, 2015, p.4).
- ✓ Análisis de cargas por gravedad. “Es un procedimiento que permite conocer las cargas que se ejercen sobre los distintos elementos estructurales que integran la construcción debido a su funcionamiento”. (Villacorta, 2019, p.20).

- ✓ Análisis dinámico. “Se ocupa de las fuerzas y su relación principalmente con el movimiento de los cuerpos, pero a veces también con su equilibrio. (...) se pueden utilizar para estudiar la relación entre las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, la masa del cuerpo y su movimiento” (PTC, 2022, párr.1).
- ✓ Análisis sísmico. El análisis sísmico de la edificación tiene como objetivo encontrar las fuerzas y momentos internos debidos a la carga sísmica, en cada uno de los elementos del sistema estructural para luego proceder al diseño (MVCS, 2016).
- ✓ Cargas sísmicas. “Son las originadas por un sismo, tectónico o volcánico; inclusive sismos originados por la acción humana (sismos inducidos)” (Morales, 2013, p.3).
- ✓ Confinamiento. “Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante” (MVCS, 2019, p.8).
- ✓ Costo directo. “Es la suma de los costos de materiales, mano de obra (incluyendo leyes sociales), equipos, herramientas, y todos los elementos requeridos para la ejecución de una obra. (...) analizados de cada una de las partidas conformantes de una obra” (Ramos, 2018, p.19).
- ✓ Costos indirectos. “Aquellos gastos que no pueden aplicarse a una partida determinada, sino al conjunto de la obra, (...) se clasifican en gastos generales no relacionados y relacionados con el tiempo de ejecución de obra y utilidad” (Ramos, 2018, p.275).
- ✓ Deformación. “Es la alteración del estado físico del elemento estructural debido a una fuerza mecánica externa, a una variación de temperatura, a un cimiento de apoyos, etc.” (Morales, 2013, p.1).
- ✓ Diseño estructural sismorresistente. Disciplina de la ingeniería estructural que actúa relevantemente en regiones donde la actividad sísmica representa una amenaza significativa a la integridad de las edificaciones y a la vida de sus ocupantes (Quintana, 2022).

- ✓ Ductilidad. “Es la capacidad de la estructura, sección transversal o de un elemento estructural, para deformarse más allá del rango elástico, sin pérdida sustancial de su resistencia y rigidez, ante cargas laterales estáticas o cíclicas o ante la ocurrencia de una acción sísmica” (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, MIDUVI, 2014, p.6).
- ✓ Muros estructurales. “Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base”. (Guerrero, 2021, p.86).
- ✓ Muro portante. “Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical” (MVCS, 2019, p.8).
- ✓ Peligrosidad sísmica. “Probabilidad de ocurrencia, dentro de un período específico de tiempo y dentro de una región determinada, movimientos del suelo cuyos parámetros: aceleración, velocidad, desplazamiento, magnitud o intensidad son cuantificados” (Aguiar, 2008, p.7).
- ✓ Riesgo sísmico. Se valora en función a la peligrosidad, vulnerabilidad de las estructuras y el daño producido (Sánchez & González, 2011).
- ✓ Vulnerabilidad sísmica. “Propiedad intrínseca de la estructura, una característica de su comportamiento, que puede entenderse como predisposición intrínseca de un elemento o grupo de elementos expuesto a ser afectado o se susceptible a sufrir daño, ante la ocurrencia de un evento sísmico determinado” (MVCS, 2018).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. Tipo y nivel de investigación

###### 3.1.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

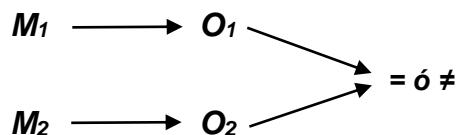
- ✓ El tipo de investigación de acuerdo al fin que se persigue es teórica, básica o pura, porque busca desarrollar e incrementar, verificar o extender los conocimientos sobre una teoría.
- ✓ De acuerdo a los tipos de datos analizados es: Cuantitativa, pues plantea que una forma confiable para conocer la realidad es a través de la recolección y análisis de datos, con lo que se podría contestar las preguntas de la investigación y probar las hipótesis.
- ✓ De acuerdo a la metodología para demostrar la hipótesis es: No Experimental – Descriptiva, porque se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para analizarlos con posterioridad, además que investiga y determina las propiedades más representativas de los objetos de estudio.

###### 3.1.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es descriptivo, de acuerdo a Hernández, et al. (2014) este nivel se distingue por especificar las características, propiedades del tema de estudio.

##### 3.1.2. Diseño de la investigación - esquema de la investigación

La investigación empleó el diseño no experimental de tipo descriptivo comparativo representado con el modelo:



Dónde:

$M_1$ : Objeto de estudio (diseño de vivienda multifamiliar con el sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada).

$M_2$ : Objeto de estudio (diseño de vivienda multifamiliar con el sistema estructural de Albañilería Confinada).

$O_i$ : Observaciones

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. Población

Fue constituida por el 100 % (15) edificaciones de viviendas multifamiliares en el distrito de Callería, en la ciudad de Pucallpa según las licencias de edificación otorgadas de acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda 2017 del INEI.

Tabla 1

*Ucayali: Licencias de edificación otorgadas por la Municipalidad, según provincia y distrito 2016.*

Provincia / Distrito	Municipalidades que otorgaron licencia de edificación	Total de Licencias de Edificación	Viviendas Unifamiliares	Viviendas multifamiliares	Edificaciones de uso mixto con vivienda	Restaurantes	Centros o galerías Comerciales	Campos Ferials	Hoteles, Hostales y otros establecimientos de hospedaje	Fábricas industriales	Locales de Instituciones del Estado	Terminales de transporte terrestre	Otro
Ucayali	8	509	321	27	19	4	35	0	13	3	-	-	20
Coronel Portillo	4	408	286	27	19	4	35	0	13	3	-	-	20
Callería	1	92	35	15	14	-	25	-	2	-	-	1	-

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Registro Nacional de Municipalidades 2017.

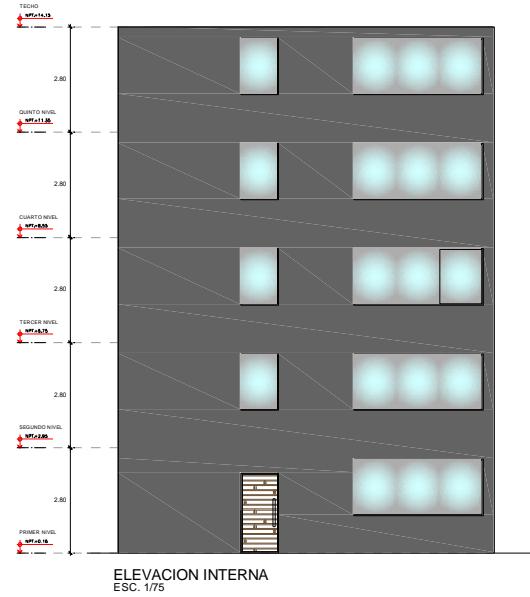
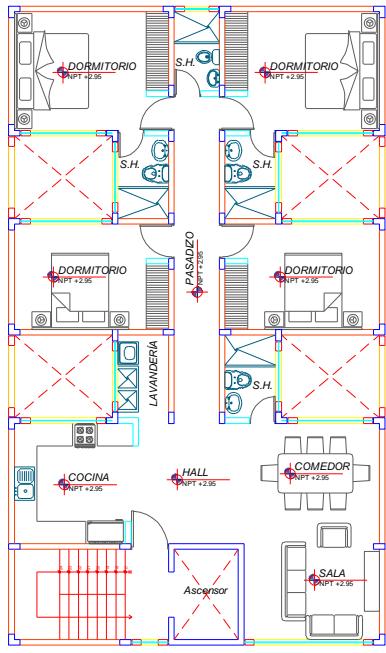
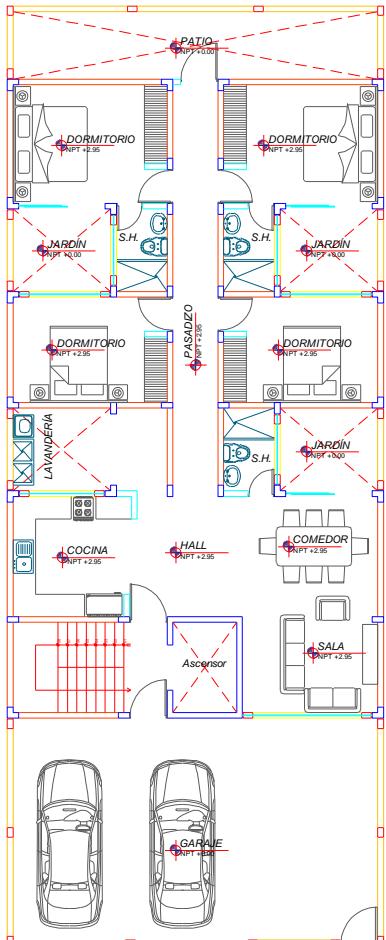
### **3.2.2. Muestra**

La muestra estuvo constituida por dos viviendas multifamiliares, una diseñada con el método del sistema estructural de ductilidad limitada y otra con el método de Albañilería Confinada.

La muestra se seleccionó mediante el método no probabilístico de tipo conveniencia, la que permitió al investigador elegir la muestra con las características que necesita diseñar.

Ambas viviendas diseñadas con las siguientes características:

- ✓ Cinco niveles con conexión del primer hasta el último nivel mediante una escalera común interna.
- ✓ Los pisos cuentan con una distribución típica, con una altura de piso a techo de 2.80m; abarcando un área construida de 170.00 m<sup>2</sup> por nivel.
- ✓ Azotea con un cuarto de máquinas de ascensor y losa maciza como cubierta de escalera.
- ✓ Consideraciones técnicas en la ciudad de Pucallpa.



*Figura 1. Distribución en planta y elevación en arquitectura*

### **3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.4.1. Técnicas**

Se emplearon las técnicas de observación y análisis de documentos.

#### **3.4.2. Instrumentos**

Se emplearon las guías de observación.

### **3.5. PROCESAMIENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS**

En la recolección de datos se empleó dos fuentes, las primarias y secundarias.

En las fuentes primarias:

- ✓ Internet.
- ✓ Material audiovisual: Videos de postgrado de maestría en diseño estructural.
- ✓ Publicaciones: Tesis relacionadas al diseño de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada, libros de diseño estructural, material electrónico, Reglamento Nacional de Edificaciones.

En las fuentes secundarias se consideró las memorias de cálculo en diseño estructural de los sistemas estructurales de Muros de Ductilidad Limitada y de Albañilería Confinada, software ETABS 2015 V15.2.0., S10 (2005), Microsoft Project 365 y Autocad 2016.

### **3.6. TRATAMIENTO DE DATOS**

La evaluación del comportamiento dinámico de las estructuras frente a cargas sísmicas se realizó mediante un análisis espectral indicado en la norma técnica E0.30 Diseño Sismorresistente, teniendo en consideración las combinaciones de carga de la norma técnica E0.60 Concreto Armado y la E.070 Albañilería empleando el programa de

cálculo de estructuras ETABS 2015 V15.2.0. se tomaron en cuenta los esfuerzos generados por corte, flexión y torsión. Del mismo modo, se analizó la ductilidad de los elementos de confinamiento y la resistencia ante la acción de cargas combinadas. Se ha supuesto que la estructura se comporta dentro del rango elástico y lineal.

Las vigas, losas macizas y escalera se configuraron como elementos frame, shell y membrane, mientras que los muros de albañilería se configuraron como elementos shell. Las edificaciones se evaluaron teniendo en cuenta solo los elementos estructurales. Así mismo, los elementos no estructurales fueron integrados en el modelo como solicitudes de carga, puesto que su contribución en la resistencia y rigidez de la edificación no es importante.

El análisis de costos y presupuesto se realizó mediante el software S10 (2005), para el cual se desarrolló en primer lugar el metrado de todas las partidas consideradas en la especialidad de estructuras, así conocer de qué está compuesto nuestro proyecto y cuántas unidades de cada actividad se requieren para su ejecución, de esta manera aplicar el costo unitario a cada una y conocer el monto presupuestado total.

Para el análisis de precios unitarios, tomamos como referencia proyectos similares ejecutados en la región y cotizaciones vigentes a la fecha de la elaboración del presupuesto. En el análisis de tiempo de ejecución se empleó el software de administración de proyectos Microsoft Project 365.

# CAPÍTULO IV

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 4.1.1. Comportamiento sísmico en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería

Tabla 2

Consideraciones principales de diseño y dimensiones para el cálculo estructural de una vivienda multifamiliar de cinco niveles en el distrito de Callería

	Muros de Ductilidad Limitada	Albañilería Confinada
Consideraciones de diseño	<ul style="list-style-type: none"><li>- La capacidad portante del terreno a la profundidad de desplante es 14 t/m<sup>2</sup> (Coef. Balasto = 2920 t/m<sup>3</sup>)</li><li>- La densidad de relleno compactado es 1.80 t/m<sup>3</sup></li><li>- Método de diseño de elementos de concreto según E.060</li><li>- Concreto f'c 2100 t/m<sup>2</sup> en losas macizas, vigas, placas, MDL y columnas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Método de diseño de elementos de albañilería según E.070.</li><li>- Albañilería de muros (f'm 650 t/m<sup>2</sup>)</li></ul>
Resumen de dimensiones	<ul style="list-style-type: none"><li>- Losas macizas de acuerdo a luces y sobrecarga para departamentos (0.20 t/m<sup>2</sup>), espesor de 0.12m.</li><li>- Placas: se considera un espesor mínimo de 0.15m.</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>- Columnas de acuerdo al área tributaria, longitud de anclaje y el criterio de columna fuerte – viga débil se consideran las secciones en metros: CA-1(0.30x0.30x0.15).</li><li>- Muros de Ductilidad Limitada con espesor mínimo de 0.12m.</li><li>- Placas con espesor mínimo de 0.15m.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Columnas de acuerdo al área tributaria, longitud de anclaje y el criterio de columna fuerte – viga débil se consideran las secciones en metros: CA-1(0.30x0.14) y CA-2(0.30x0.30x0.14)</li><li>- Vigas de acuerdo a luces y sobrecarga se consideran las secciones en metros: VS-1 (0.14x0.30).</li><li>- Muros de albañilería con espesor mínimo de 0.14 m.</li></ul>

Elaboración propia

En la tabla 2 se muestran las consideraciones principales de diseño, entendiéndose que en ambos métodos constructivos existen valores como la capacidad portante, densidad del terreno, y otros valores de acuerdo a E.060 que se mantienen; sin embargo, en el método de Albañilería Confinada consideran valores de la norma E.070 que corresponde a elementos propios de albañilería.

*Tabla 3*

*Consideraciones principales de las propiedades de materiales, cargas por peso propio y cargas vivas para el cálculo estructural de una vivienda multifamiliar de cinco niveles en el distrito de Callería*

	Muros de Ductilidad Limitada	Albañilería Confinada
<b>Propiedades de los materiales</b>	<b>Concreto</b> - Resistencia a la compresión ( $f'_c$ ) 2100 t/m <sup>2</sup> - Módulo de elasticidad ( $E_c$ ) 2173706.50 t/m <sup>2</sup> - Módulo de corte ( $G_c=E_c/2(\mu_c+1)$ ) 945089.78 t/m <sup>2</sup> - Módulo de poisson ( $\mu_c$ ) 0.15 <b>Acero</b> - Esfuerzo de fluencia ( $f_y$ ) 42000 t/m <b>Albañilería</b> - Resistencia a la compresión ( $f'_c$ ) 650 t/m <sup>2</sup> - Módulo de elasticidad ( $E_c$ ) 325000 t/m <sup>2</sup> - Resistencia al corte ( $v'm$ ) 81 t/m <sup>2</sup> - Módulo de corte ( $G_c=E_c/2(\mu_c+1)$ ) 130000 t/m <sup>2</sup> - Módulo de poisson ( $\mu_c$ ) 0.25	2100 t/m <sup>2</sup> 2173706.50 t/m <sup>2</sup> 945089.78 t/m <sup>2</sup> 0.15 42000 t/m 650 t/m <sup>2</sup> 325000 t/m <sup>2</sup> 81 t/m <sup>2</sup> 130000 t/m <sup>2</sup> 0.25
<b>Cargas por peso propio</b>	Peso propio elementos de concreto armado: 2.40 Ton/m <sup>3</sup> Peso propio elementos de albañilería: 1.80 Ton/m <sup>3</sup> Peso propio del tarrajeo: 2.00 Ton/m <sup>3</sup> Peso propio de piso terminado: 0.12 Ton/m <sup>2</sup> Peso tabiquería (h=2.50m): 0.73 Ton/m Peso tabiquería (h=1.80m): 0.53 Ton/m Peso tabiquería (h=1.20m): 0.35 Ton/m Peso tabiquería (h=1.00m): 0.29 Ton/m	
<b>Cargas vivas</b>	Sobrecarga en piso típico (departamentos): 0.20 Ton/m <sup>2</sup> Sobrecarga en azotea: 0.10 Ton/m <sup>2</sup>	

Elaboración propia

En la tabla 3, se observan las particularidades de los valores de las propiedades de los materiales en ambos sistemas estructurales, las cuales son iguales en el concreto y acero; distinguiendo los valores de albañilería que corresponden a los ladrillos que únicamente se emplean en el sistema estructural de AC. En el caso de las cargas por peso propio y cargas vivas, las consideraciones son las mismas en ambos sistemas.

*Tabla 4*

*Consideraciones principales de zonificación, parámetros del suelo y factor de amplificación sísmica*

	<b>Ductilidad Limitada</b>	<b>Albañilería Confinada</b>
Zonificación (z)	Aplicación de la norma E-0.30 de diseño sismo-resistente. Factor "Z" de acuerdo a las 4 zonas del territorio nacional.	
Parámetros del suelo (s)	Aplicación de la norma E-0.30 de diseño sismo-resistente para determinar el perfil de suelo, el parámetro TP y TL asociado y, el factor de amplificación del suelo.	
Factor de amplificación sísmica (c)	C = 2.5; T ≤ TP C = 2.5 (TP/T); TP < T ≤ TL C = 2.5 (TP · L/T <sup>2</sup> ); T > TL	
Categoría de las edificaciones (u)	Edificación común (departamentos), la norma establece un factor de importancia U = 1.0, que es el que se tomará para este análisis.	

Elaboración propia

En la tabla 4, se observa que las consideraciones principales de zonificación, parámetros del suelo, factor de amplificación sísmica y la categoría de las edificaciones son las mismas para ambos sistemas estructurales. Con respecto a la zonificación, de acuerdo a la norma E-0.30 de diseño sismo resistente, el proyecto se situó en la zona 2 por lo que el factor "Z" corresponde al valor de 0.25 la cual representa la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. (Cueto, 2019).

En cuanto a los parámetros del suelo, el perfil estratigráfico es de tipo blando S3, los parámetros TP y TL correspondientes al tipo de suelo son de 1.0s y 1.6s respectivamente y el factor de amplificación del suelo es 1.40.

En el cálculo de la estructura se consideró la capacidad portante del terreno a la profundidad de desplante de 14 t/m<sup>2</sup> (Coef. Balasto = 2920 t/m<sup>3</sup>), la densidad de relleno compactado de 1.80 t/m<sup>3</sup>, el método de diseño de los elementos de concreto según la E.060. El concreto de f'c=2100 t/m<sup>2</sup> para las losas macizas, vigas, placas, Muros de Ductilidad Limitada y columnas.

*Tabla 5*

*Consideraciones principales de sistemas estructurales, desplazamientos laterales permisibles y análisis dinámico*

	<b>Muros de Ductilidad Limitada</b>	<b>Albañilería Confinada</b>
Sistemas estructurales (R)	En las direcciones X-X e Y-Y, la totalidad de la resistencia y rigidez de la estructura será proporcionada por Muros de Ductilidad Limitada por lo que $R_o=4.00$ .	En las direcciones X-X e Y-Y, la totalidad de la resistencia y rigidez de la estructura será proporcionada por Muros de Albañilería Confinada por lo que $R=3.00$ (Sismo Severo) y $R=6.00$ (Sismo Moderado) en ambas direcciones.
Desplazamientos laterales permisibles	Se refiere al máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según un análisis lineal elástico con las solicitudes sísmicas del coeficiente R.	
Análisis dinámico	$Z = 0.25$ (Zona 2 – Calleria – Coronel Portillo – Ucayali) $U = 1.00$ (Categoría C – Edificación común) $S = 1.40$ ( $T_P= 1.0$ , $T_L= 1.6$ – Suelo Blando) $g = 9.81$ (aceleración de la gravedad $m/s^2$ )	$R_x = 3.00; R_y = 3.00$ $R_x = 6.00; R_y = 6.00$ (Según el comentario 8.3.1 del Ing. San Bartolomé para ser consecuente con el método elástico de análisis estructural, es aconsejable analizar a la edificación sometiéndola a la acción del “sismo moderado” con $R = 6$ )

Elaboración propia

En la tabla 5, los valores indican que en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada la estructura es regular por esquina entrante  $R=0.75x R_o=3$  y, en el sistema de Albañilería Confinada la estructura es regular tanto en elevación como en altura.

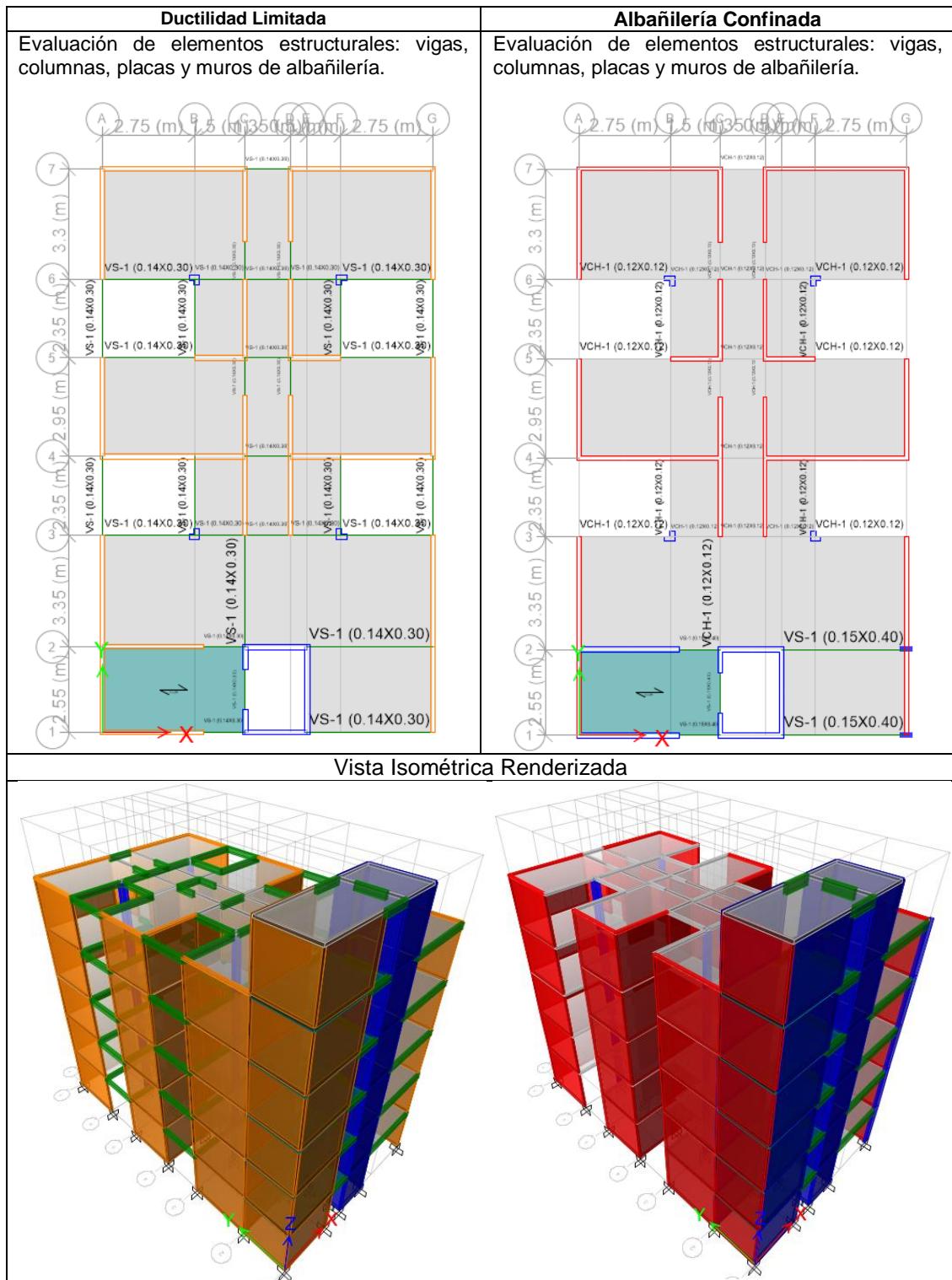


Figura 2. Análisis sismo resistente de la estructura por el modelo estructural para análisis por rigidez

Conforme a los métodos señalados y considerando las propiedades de los materiales y cargas que intervienen sobre la estructura y contribuyen en el comportamiento de la misma ante las acciones del sismo, a continuación se

muestra el análisis realizado. Las solicitudes sísmicas son del tipo inercial y proporcional a su peso, por lo que es preciso definir la cantidad y distribución de las masas en la estructura.

*Tabla 6*

*Análisis modal de la estructura, períodos de los modos del ETABS*

Modal	Albañilería Confinada					Ductilidad Limitada				
	Period sec	UX	UY	Sum UX	Sum UY	Period sec	UX	UY	Sum UX	Sum UY
1	0,187	0,0484	0,6345	0,0484	0,6345	0,297	0,6795	0,0705	0,6795	0,0705
2	0,158	0,6303	0,0575	0,6787	0,692	0,271	0,0733	0,6701	0,7528	0,7407
3	0,123	0,0543	0,0026	0,733	0,6946	0,231	0,0027	0,0001	0,7554	0,7408
4	0,042	0,123	0,0399	0,8682	0,7345	0,083	0,1536	0,0103	0,909	0,7511
5	0,04	0,04	0,1673	0,8987	0,9018	0,075	0,0119	0,1591	0,9209	0,9102
6	0,032	0,032	0,0001	0,927	0,9019	0,066	0,0041	0,0054	0,925	0,9156
7	0,027	0,027	6,895E-06	0,9271	0,9019	0,044	0,0273	0,0112	0,9523	0,9268
8	0,023	0,023	0,0286	0,9283	0,9304	0,041	0,0153	0,0201	0,9677	0,947
9	0,021	0,021	0,0002	0,9655	0,9306	0,034	0,0034	0,0153	0,971	0,9483
10	0,017	0,017	0,0005	0,9779	0,9312	0,033	0,0012	0,0034	0,9726	0,9772
11	0,016	0,016	0,0457	0,9783	0,9769	0,03	0,0156	0,0012	0,9879	0,9773
12	0,015	0,015	0,0003	0,9816	0,9771	0,028	0,0001	0,0001	0,988	0,9773

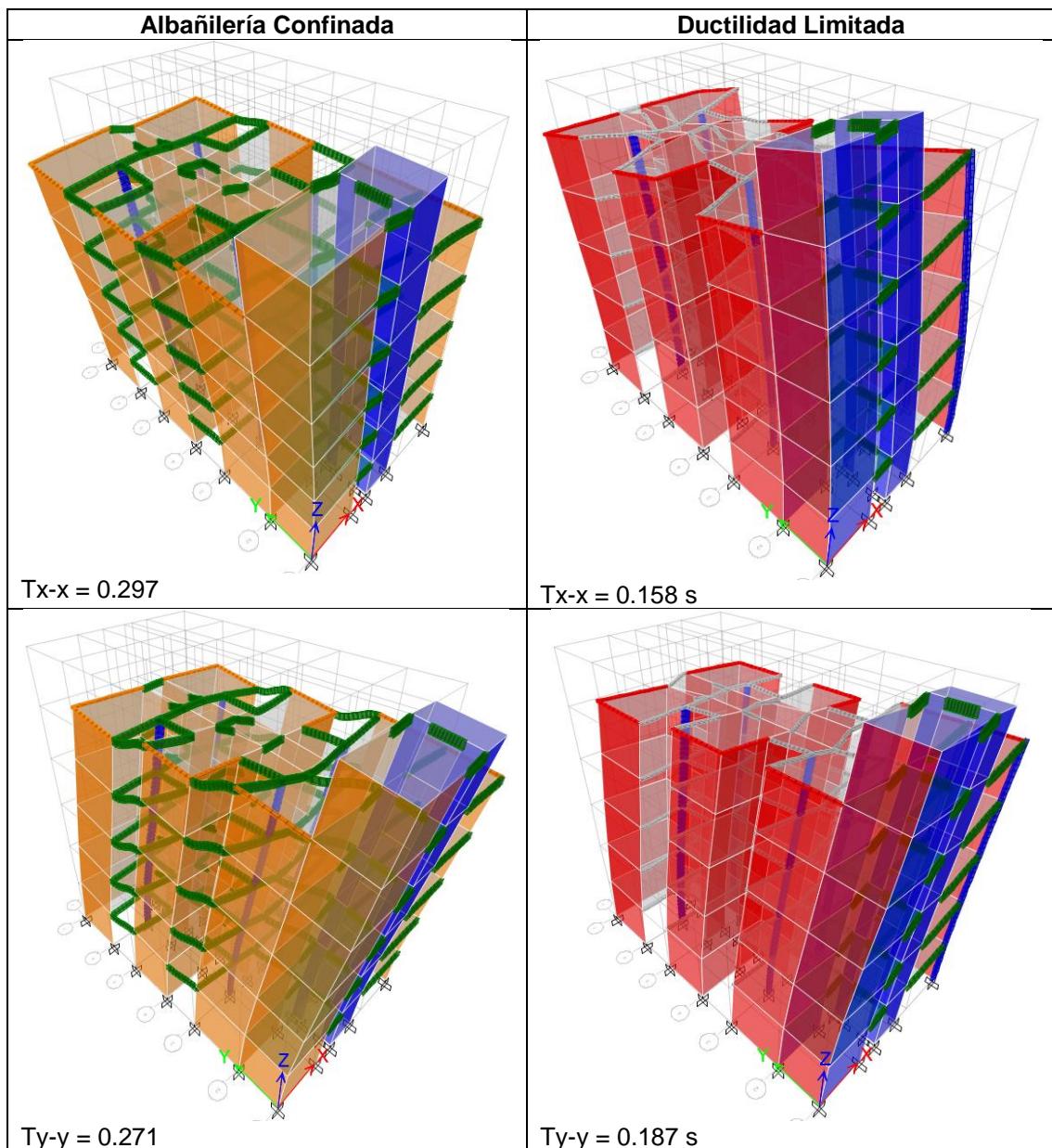


Figura 3. Modos fundamentales de vibración

El software ETABS determina las frecuencias naturales y los 12 primeros modos de vibración por ser los más importantes de la estructura y debido a que la sumatoria de masas efectivas es superior al 90 % de la masa total. En la tabla 6 (Análisis modal de la estructura, periodos de los modos del ETABS) se presentan los periodos de vibración con su porcentaje de masa participante, que indicará la importancia de cada modo en su respectiva dirección.

Tabla 7

Distorsión máxima en la dirección X y Y

Story	Ductilidad Limitada					Albañilería Confinada			
	Drift x	Label x	Drift Y	Label Y	Drift x	Label x	Drift Y	Label Y	
6	0,000534	4	0,000802	11	0,001441	12	0,001368	3	
5	0,000616	9	0,00086	32	0,001615	9	0,00128	32	
4	0,000659	9	0,000843	32	0,001759	9	0,001384	32	
3	0,000639	9	0,000754	32	0,001743	9	0,00138	28	
2	0,000531	9	0,000567	32	0,001545	31	0,001194	28	
1	0,000286	9	0,000259	32	0,001035	31	0,000663	28	

En el análisis de desplazamiento y distorsiones, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso se calculó de acuerdo al análisis lineal elástico con las demandas sísmicas afectadas por el coeficiente R, el cual, según el tipo de material predominante, no debe superar la fracción de la altura de entrepiso. La Norma E0.30 Diseño Sismo Resistente, determina como distorsión máxima de entrepiso el valor de 0.005 para sistemas de Muros de Ductilidad Limitada, esto se cumplirá en las direcciones X-X y Y-Y.

En la tabla 7, se observa los máximos desplazamientos elásticos relativos incrementados en un factor de  $0.75 \times R$  para el sistema estructural de Albañilería Confinada, y en un factor de  $0.75 \times R$  para el sistema estructural de ductilidad limitada. Los resultados muestran que las distorsiones son menores a las del reglamento en ambos métodos.

Tabla 8

Factor de corrección por cortante mínima estático y dinámico

Ductilidad Limitada					Albañilería Confinada			
	Vest	90% Vest	Vdin	Factor	Vest	80% Vest	Vdin	Factor
<b>Vx</b>	174.8342	157.3508	117.9222	1.3344	110.8579	88.6863	82.2480	1.0783
<b>Vy</b>	174.8342	157.3508	119.6524	1.3151	110.8579	88.6863	81.1739	1.0925

Según el Art. 29.4, en el caso del sistema estructural de albañilería confinada, se debe comprobar que el cortante en la base obtenida del análisis dinámico sea  $\geq 80\%$  para cada una de las direcciones consideradas

en el análisis y  $\geq 90\%$  en el caso del sistema estructural de ductilidad limitada del cortante en la base obtenida del análisis estático.

Del análisis dinámico se consigue que el cortante dinámico en las direcciones X-X e Y-Y son menores que el % respecto al cortante estático, de modo que es necesario amplificar el cortante en las direcciones X-X e Y-Y con un factor de 1.0783 y 1.0925 respectivamente para el sistema estructural de Albañilería Confinada y un factor de 1.3344 y 1.3151 para el sistema estructural de ductilidad limitada según la norma de diseño sismorresistente E.030.

Se observaron algunos puntos críticos tanto en el sistema estructural de Albañilería Confinada como en el sistema estructural de ductilidad limitada los que fueron analizados para definir que se cumpla con lo requerido en el RNE. Los elementos de concreto armado se diseñaron utilizando el método de Diseño por Resistencia o Diseño a la Rotura, proporcionándoles de esta manera una resistencia según indique la N.T.E E.060, utilizando factores de cargas y factores de reducción de resistencia.

El diseño de elementos en concreto armado en la dirección X e Y en sistemas de albañilería se realizará para la combinación de fuerzas gravitacionales y las fuerzas debidas al “sismo moderado”, empleando los factores de amplificación de carga y reducción de resistencia ( $\phi$ ) determinados en la N.T.E. E.060 Concreto Armado. La cimentación se dimensiona bajo condiciones de servicio para los esfuerzos admisibles del suelo y se diseña a la rotura.

Tabla 9

Combinaciones

Ductilidad Limitada	Albañilería Confinada
COMBO 1 = 1.4 D + 1.7 L	COMBO 1 = 1.4 D + 1.7 L
COMBO 2 = 1.25 (D + L) + SX	COMBO 2 = 1.25 (D + L) + 1.25SX
COMBO 3 = 1.25 (D + L) - SX	COMBO 3 = 1.25 (D + L) - 1.25SX
COMBO 4 = 1.25 (D + L) + SY	COMBO 4 = 1.25 (D + L) + 1.25SY
COMBO 5 = 1.25 (D + L) - SY	COMBO 5 = 1.25 (D + L) - 1.25SY
COMBO 6 = 0.9 D + SX	COMBO 6 = 0.9 D + 1.25 SX
COMBO 7 = 0.9 D - SX	COMBO 7 = 0.9 D - 1.25 SX
COMBO 8 = 0.9 D + SY	COMBO 8 = 0.9 D + 1.25 SY
COMBO 9 = 0.9 D - SY	COMBO 9 = 0.9 D - 1.25 SY

Estas combinaciones están determinadas en la N.T.E. E.060 y de este modo se analiza la estructura en su última etapa. La resistencia de diseño proporcionada por un elemento deberá tomarse como la resistencia nominal (resistencia proporcionada considerando el refuerzo realmente colocado) multiplicada por un factor  $\phi$  de reducción de resistencia, según el tipo de solicitudación a la que esté sometido el elemento.

Tabla 10

Resumen del X en el sistema estructural de ductilidad limitada

	MDLX1-MDLX2	MDLX3-MDLX4	MDLX5-MDLX6	MDLX7-MDLX8
Esfuerzo a compresión del concreto	2100	2100	2100	2100
Esfuerzo de fluencia del acero	42000	42000	42000	42000
Factor de reducción de corte	0.85	0.85	0.85	0.85
Longitud del muro en la dirección 2	3.235	4.37	1.62	4.37
Espesor del muro en la dirección 2	0.15	0.12	0.12	0.12
Peralte efectivo en la dirección 2	2.59	3.50	1.30	3.50
Momento nominal alrededor del eje 3	400	550	80.00	400.00
Momento último amplificado alrededor de 3	131.09	279.16	15.36	208.85
Cortante último amplificado en la dirección 2	24.27	25.65	4.42	21.59
Cortante último en la dirección 2	74.06	50.65	23.04	41.36
Resistencia al corte del concreto	29.82	32.22	11.94	32.22
Resistencia al corte del acero transversal	57.31	27.24	15.16	16.43
Área de acero transversal en la dirección 2	1.42	0.71	0.71	0.71
Espaciamiento del acero transversal	0.27	0.38	0.25	0.63
	Ø3/8''@0.25m	Ø3/8''@0.20m	Ø3/8''@0.20m	Ø3/8''@0.20m

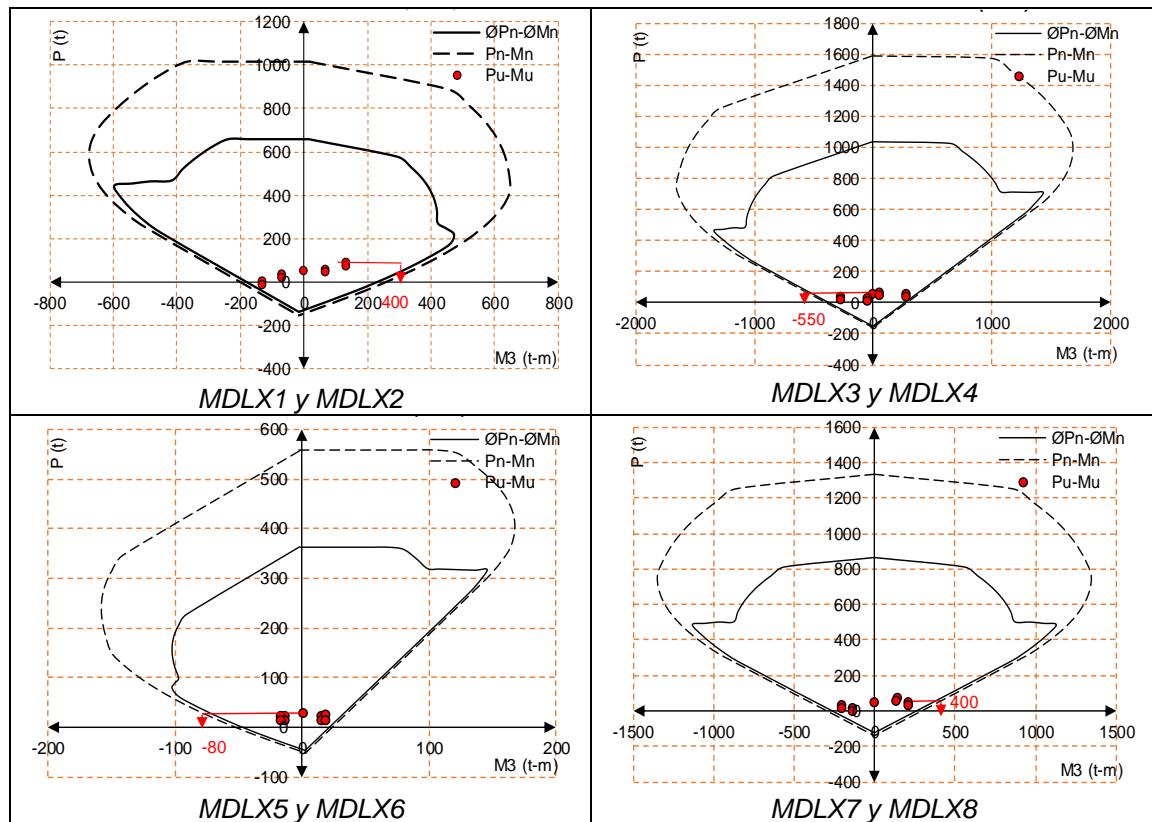


Figura 4. Diagramas de interacción ( $P$ - $M_3$ )

Tabla 11

*Resumen del Y en los Muros de Ductilidad Limitada*

	MDLY1- MDLY10	MDLY2- MDLY11	MDLY3- MDLY12	MDLY4- MDLY7	MDLY5- MDLY8	MDLY6- MDLY9
Esfuerzo a compresión del concreto	2100.00	2100.00	2100.00	2100.00	2100.00	2100.00
Esfuerzo de fluencia del acero	42000.00	42000.00	42000.00	42000.00	42000.00	42000.00
Factor de reducción de corte	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Longitud del muro en la dirección 2	6.04	3.07	4.40	4.40	2.47	2.40
Espesor del muro en la dirección 2	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Peralte efectivo en la dirección 2	4.83	2.46	3.52	3.52	1.98	1.92
Momento nominal alrededor del eje 3	1050.00	280.00	400.00	400.00	180.00	190.00
Momento último amplificado alrededor de 3	455.95	82.82	113.90	113.90	46.77	40.47
Cortante último amplificado en la dirección 2	31.94	9.88	14.40	14.40	6.71	6.10
Cortante último en la dirección 2	73.56	33.39	50.58	50.58	25.82	28.64
Resistencia al corte del concreto	44.50	22.64	32.44	32.44	18.21	17.70
Resistencia al corte del acero transversal	42.05	16.64	27.06	27.06	12.16	16.00
Área de acero transversal en la dirección 2	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
Espaciamiento del acero transversal	0.34	0.44	0.39	0.39	0.48	0.36
Usar	Ø3/8" @ 0.20m	Ø3/8" @ 0.20m	Ø3/8" @ 0.20m	Ø3/8" @ 0.20m	Ø3/8" @ 0.20m	Ø3/8" @ 0.20m

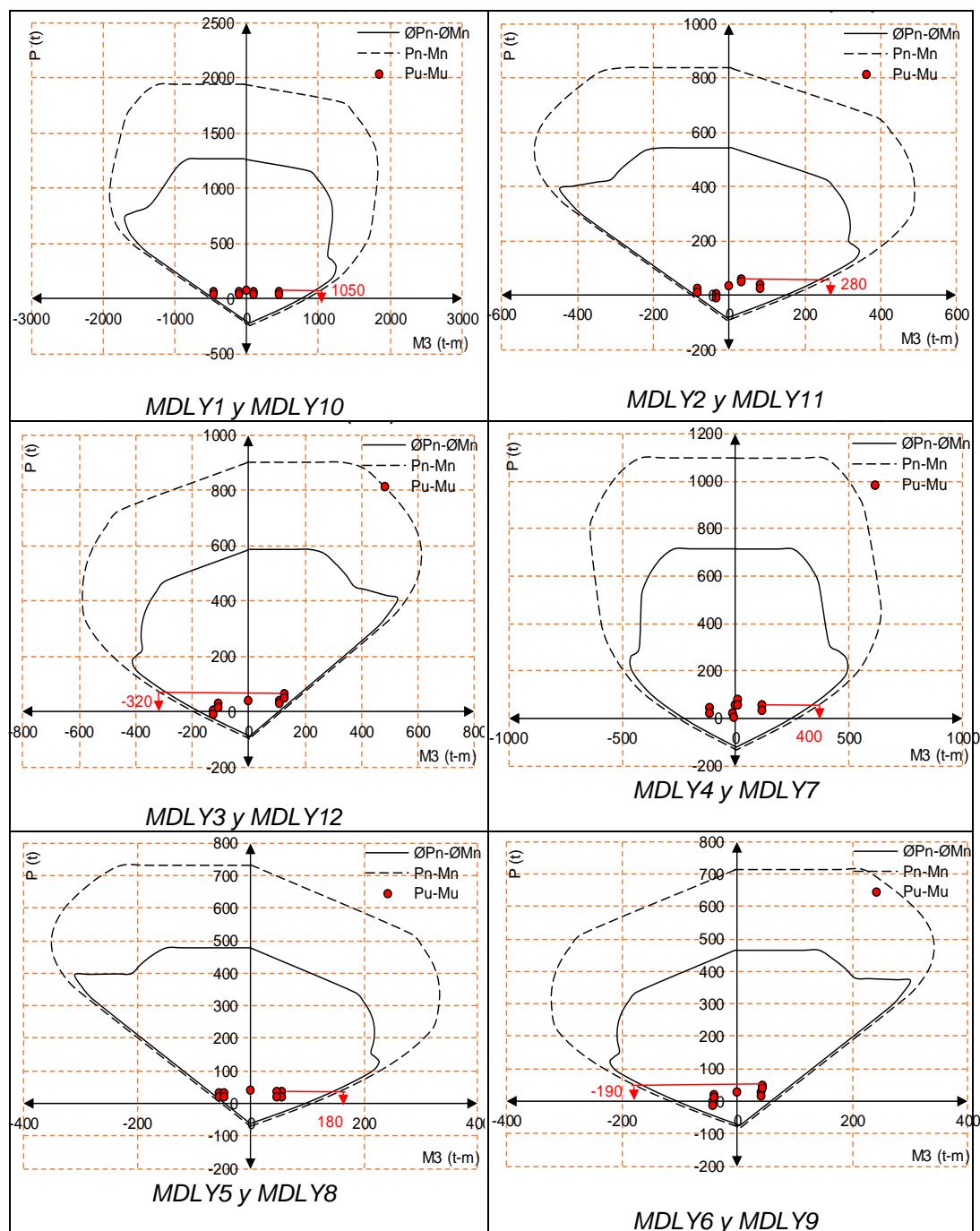


Figura 5. Diagrama de Interacción ( $P$ - $M_3$ ) Y

*Tabla 12*

*Valores del diseño de losas macizas en dos direcciones en el sistema estructural de Albañilería Confinada*

	M11 V13	M22-V23
<b>Esfuerzo a compresión del concreto</b>	2100	2100
<b>Esfuerzo de fluencia del acero</b>	42000	42000
<b>Factor de reducción de corte</b>	1.00	1.00
<b>Longitud del muro – h (m)</b>	0.12	0.12
<b>r (m)</b>	0.05	0.05
<b>Øb (m)</b>	0.0095	0.0095
<b>d (m)</b>	0.065	0.065
<b>Mu (Tn-m)</b>	0.59	0.79
<b>As (cm<sup>2</sup>)</b>	2.51	3.41
<b>Av (cm<sup>2</sup>)</b>	0.71	0.71
<b>S (cm)</b>	28.33	20.80
	<b>Ø3/8''@0.25m</b>	<b>Ø3/8''@0.20m</b>
	<b>V<sub>u</sub> = 1.76Tn &lt; ØV<sub>c</sub> =</b>	<b>V<sub>u</sub> = 1.48Tn &lt; ØV<sub>c</sub> =</b>
	<b>4.24Tn...ok</b>	<b>4.24Tn...ok</b>

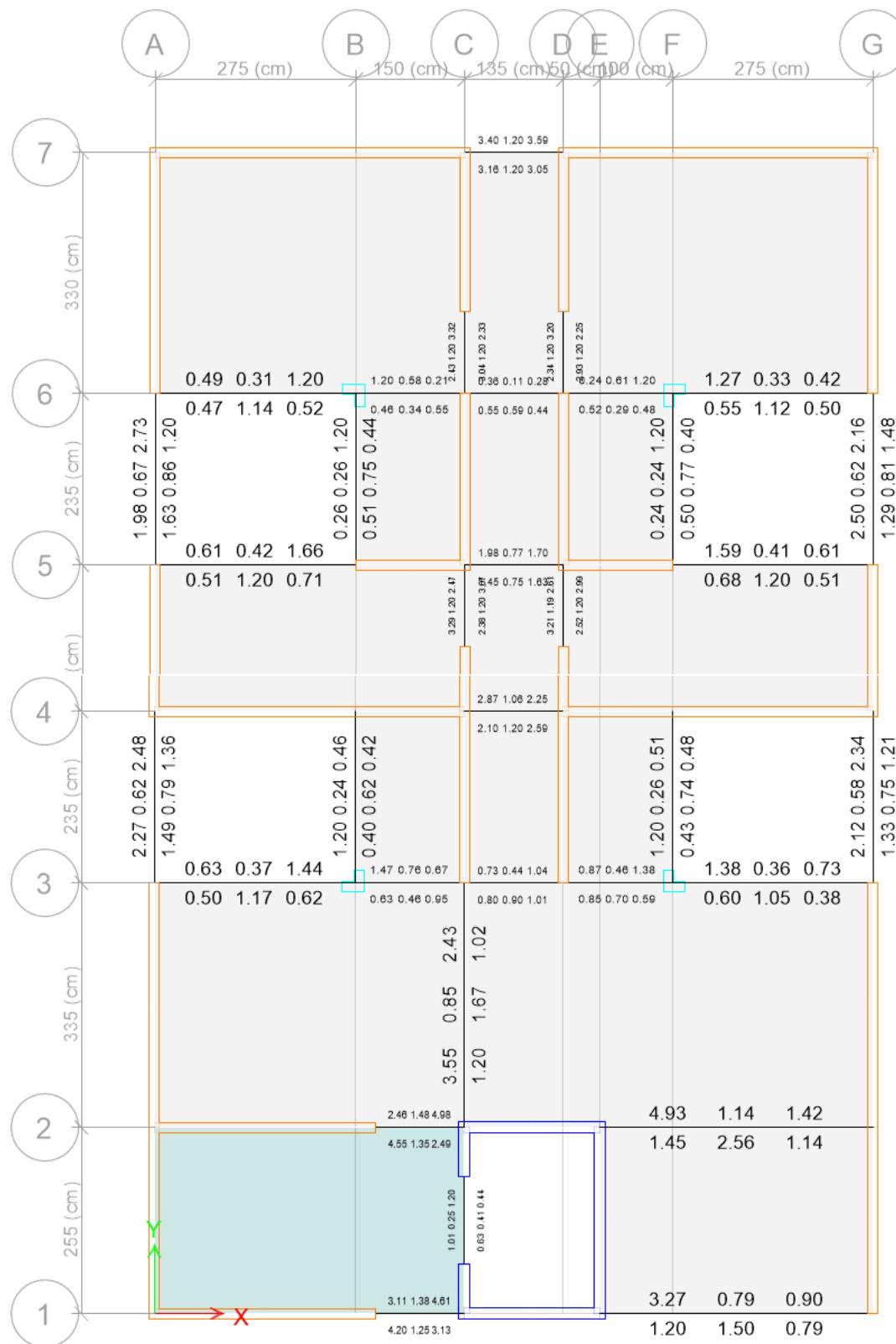


Figura 6. Área de acero en vigas (cm<sup>2</sup>) - 3º Piso

En la figura, el análisis de viga muestra que el estribado será Ø3/8" @ h/4 en una longitud de 2h a ambos extremos de la luz libre de las vigas y el resto Ø3/8" @ h/2

Tabla 13

Valores en el diseño de corte del sistema estructural de Albañilería Confinada

	MDLX1-MDLX2	MDLX3-MDLX4
Esfuerzo a compresión del concreto	2100	2100
Esfuerzo de fluencia del acero	42000	42000
Factor de reducción de corte	0.85	0.85
Longitud del muro en la dirección 2	4.20	4.00
Espesor del muro en la dirección 2	0.15	0.15
Peralte efectivo en la dirección 2	3.36	3.20
Momento nominal alrededor del eje 3	1040.00	760.00
Momento último amplificado alrededor de 3	248.43	231.72
Cortante último amplificado en la dirección 2	35.01	40.31
Cortante último en la dirección 2	146.57	132.22
Resistencia al corte del concreto	38.71	36.87
Resistencia al corte del acero transversal	133.72	118.69
Área de acero transversal en la dirección 2	1.42	1.42
Espaciamiento del acero transversal	0.15	0.16

Usar a partir del 3er piso:  $\square \text{ Ø}3/8'' @0.25$

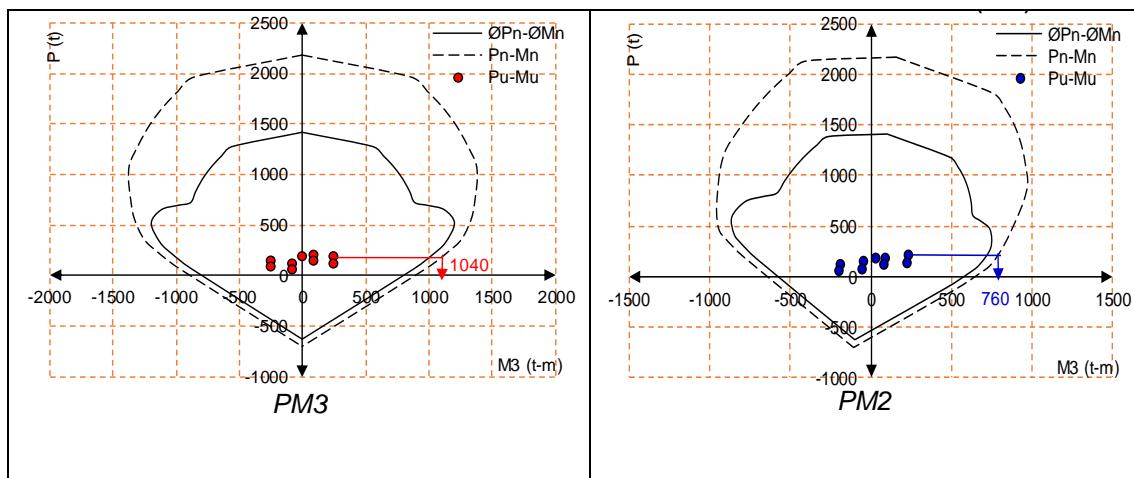


Figura 7. Diagramas de interacción (P-M3)-diseño por corte

El diagrama de interacción indica que los esfuerzos obtenidos a partir de los elementos están dentro de la capacidad de resistencia del muro.

Tabla 14

Valores del esfuerzo axial máximo en los muros del sistema estructural de Albañilería Confinada

	Esfuerzo axial máximo de muros			Verificación por fisuración en la dirección									
	Piso 3	Piso 2	Piso 1	Piso 1		Piso 2		Piso 3		Piso 4		Piso 5	
Muro	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )			V <sub>R</sub>	0.55Vm	V <sub>R</sub>	0.55Vm	V <sub>R</sub>	0.55Vm	V <sub>R</sub>	0.55Vm	V <sub>R</sub>	0.55Vm
MX1	4.76	3.93	3.10	6.60	6.84	9.02	9.63	8.62	11.77	6.96	11.34	4.18	10.93
MX2	5.45	4.39	3.37	6.47	7.78	8.31	10.73	7.84	11.91	6.41	11.40	4.21	10.90
MX3	6.89	5.60	4.21	10.53	12.36	12.14	15.72	11.22	16.68	9.01	15.69	6.27	14.71
MX4	6.65	5.36	4.01	10.54	12.21	12.18	15.62	11.25	16.55	9.07	15.60	6.37	14.67
MX5	7.56	5.70	4.20	3.03	3.91	2.17	4.18	1.72	5.18	1.26	5.87	0.59	5.56
MX6	7.42	5.57	4.09	3.03	3.88	2.19	4.16	1.74	5.14	1.27	5.84	0.60	5.55
MX7	6.26	5.12	3.87	13.87	13.64	13.32	17.14	11.05	16.47	8.06	15.57	4.29	14.64
MX8	6.07	4.95	3.73	13.86	13.50	13.30	17.00	11.03	16.37	8.04	15.50	4.25	14.62
MY1	6.62	5.32	4.08	10.65	17.32	12.58	22.12	10.76	22.87	7.71	21.71	3.77	20.54
MY2	7.42	5.93	4.46	4.83	7.97	5.12	9.60	4.31	11.89	3.35	11.16	2.19	10.39
MY3	6.24	4.95	3.72	5.38	8.13	5.62	9.83	4.51	12.32	3.18	12.17	1.61	11.52
MY4	6.76	5.31	3.93	6.99	14.44	7.88	17.40	7.09	16.46	5.82	15.55	4.18	14.65
MY5	7.20	5.76	4.23	4.03	7.79	4.79	10.06	4.76	9.47	4.38	8.90	3.94	8.28
MY6	6.15	4.88	3.66	3.42	6.08	3.56	7.75	3.18	8.89	2.71	8.43	2.08	7.98
MY7	6.97	5.57	4.16	6.99	14.37	7.76	17.59	6.90	16.63	5.58	15.66	3.86	14.63
MY8	7.21	5.77	4.23	4.06	7.76	4.83	10.06	4.82	9.47	4.47	8.90	4.05	8.28
MY9	6.05	4.79	3.60	3.46	6.06	3.61	7.78	3.27	8.87	2.80	8.42	2.16	7.98
MY10	7.39	5.90	4.42	12.04	18.22	14.21	23.07	12.33	23.16	9.08	21.76	4.57	20.36
MY11	6.31	4.93	3.64	5.53	7.37	5.93	9.03	5.10	11.49	4.4	10.89	2.54	10.31
MY12	6.37	5.06	3.80	6.20	8.13	6.58	9.83	5.39	12.40	3.89	12.19	1.76	11.51

Los valores de esfuerzo axial máximo de muros en la dirección XY cumplen con el requisito por no superar el valor  $\sigma_{\text{máx}}$  de 9.11Kg/cm<sup>2</sup>. Los cálculos se detallan en el anexo 2. Con respecto a la verificación por fisuración, en la dirección X se observa que en los muros del primer nivel no se producen fisuras por la carga de sismo moderado ( $0.55Vm < Ve$ ) a excepción de los muros MX7 y MX8, debido a que  $Ve$  es 2.7% superior a  $Vm$ , como es 5% menor se asume que los muros MX (7 y 8) no presentan fisuras.

Tabla 15

Valores de las columnas de confinamiento en el diseño de muros en la dirección "X" del sistema estructural de Albañilería Confinada

MURO	MX1, MX2		MX3, MX4			MX5, MX6		MX7, MX8	
Columna	CA-2	CA-1	CA-2	CA-1	CA-2	CA-1	CA-1	CA-2	CA-2
Ubicación	extrema	extrema	extrema	interna	extrema	extrema	extrema	extrema	extrema
1) $P_g$ (kg)	19860		38113			15423		34825	
2) $V_m$ (kg)	12431		22479			7114		24794	
3) $M_u$ (kg-m)	100516		179943			30789		181453	
4) L (m)	3.25		4.40			1.65		4.40	
5) $L_m$ (m)	3.25		2.825			1.65		4.40	
6) $N_c$	2		3			2		2	
7) M (kg-m)	83113		148473			20829		146741	
8) F (kg)	25573		33744			12624		33350	
9) $P_c$ (kg)	9930		12704			7712		17412	
10) $P_t$ (kg)	5376	0	7316	0	9194	0	5568	6852	4619
11) T (kg)	10267	15643	13724	21040	11846	4912	0	9086	11319
12) C (kg)	40880	35503	53764	46448	55642	20335	25903	57615	55382
13) $V_c$ (kg)	6215	6215	5412	3608	5412	3557	3557	12397	12397
14) $A_s$ ( $\text{cm}^2$ )	5.05	6.56	5.74	7.16	5.21	2.62	1.25	6.89	7.51
15) Usar	7Ø1/2"	6Ø1/2"	7Ø1/2"	6Ø1/2"	7Ø1/2"	4Ø1/2"	4Ø1/2"	7Ø1/2"	7Ø1/2"
	8.89	7.62	8.89	7.62	8.89	5.08	5.08	8.89	8.89
16) $\delta$	1.00	0.80	1.00	0.80	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00
17) $A_n$ ( $\text{cm}^2$ )	126.88	138.68	230.00	248.17	245.03	59.10	92.86	260.81	242.94
18) $A_{cf}$ ( $\text{cm}^2$ )	174.10	174.10	151.60	101.07	151.60	99.64	99.64	347.26	347.26
19) Usar	14x30x30	14x30	14x30x30	14x30	14x30x30	14x30	14x30	14x30	14x30
20) $A_c$ ( $\text{cm}^2$ )	644	420	644	420	644	420	420	644	644
21) $A_n$ ( $\text{cm}^2$ )	420	260	420	260	420	260	260	420	420
22) $A_{smin}$ ( $\text{cm}^2$ )	3.22	2.10	3.22	2.10	3.22	2.10	2.10	3.22	3.22
23) $S_1$ (cm)	8.00	6.93	8.00	6.93	8.00	6.93	6.93	8.00	8.00
24) $S_2$ (cm)	10.67	10.67	10.67	10.67	10.67	10.67	10.67	10.67	10.67
25) $S_3$ (cm)	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
26) $S_4$ (cm)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
27) Zona C (cm)	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
28) [] 1/4	6@7.5	9@5	6@7.5	9@5	6@7.5	9@5	9@5	6@7.5	6@7.5
Soleras	MX1, MX2		MX3, MX4			MX5, MX6		MX7, MX8	
29) $T_s$ (kg)	6215		7216			3557		12397	
30) $A_s$ ( $\text{cm}^2$ )	1.64		1.91			0.94		3.28	
31) Usar	4Ø1/2"		4Ø1/2"			4Ø1/2"		4Ø1/2"	
	5.08		5.08			5.08		5.08	

Los datos de la tabla 15, indican que el estribaje mínimo: [] Ø1/4", 1@0.05, 4@0.10, r@0.25.

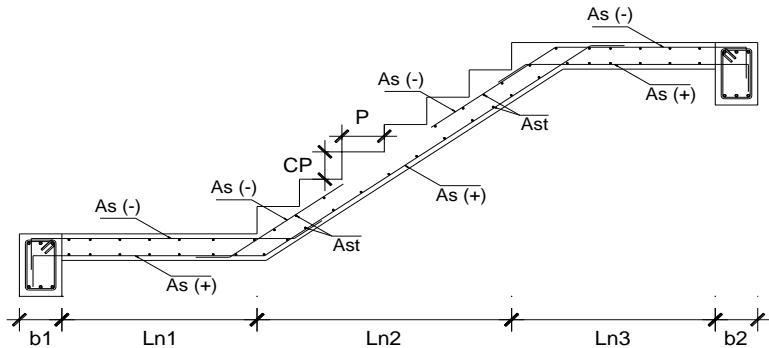
Tabla 16

Valores de las columnas de confinamiento en el diseño de muros en la dirección "Y" del sistema estructural de Albañilería Confinada

MURO	MY1, MY10			MY2-3, MY11-12		MY4, MY7			MY5-6, MY8-9	
Columna	CA-2	CA-2	CA-2	CA-2	CA-2	CA-1	CA-2	CA-1	CA-1	CA-1
Ubicación	extrema	interna	extrema	extrema	extrema	extrema	interna	extrema	extrema	extrema
1) $P_g$ (kg)	56298			27957		38084			18177	
2) $V_m$ (kg)	33124			14773		26127			11010	
3) $M_u$ (kg-m)	340733			119499		132521			49564	
4) L (m)	6.05			3.45		4.40			2.40	
5) $L_m$ (m)	3.425			3.45		2.425			2.40	
6) $N_c$	3			2		3			2	
7) M (kg-m)	294359			98816		95943			34150	
8) F (kg)	48654			28642		21805			14229	
9) $P_c$ (kg)	18766			13979		12695			9088	
10) $P_t$ (kg)	0	0	0	0	8442	0	3138	0	0	8442
11) T (kg)	29888	29888	29888	14664	6222	9110	5973	9110	5141	0
12) C (kg)	67420	67420	67420	42621	51063	34500	37638	34500	23317	31759
13) $V_C$ (kg)	7032	4688	7032	7387	7387	5400	3600	5400	5505	5505
14) $A_s$ ( $\text{cm}^2$ )	10.83	10.01	10.83	6.69	4.33	4.44	2.93	4.44	3.37	1.93
15) Usar	9Ø1/2"	8Ø1/2"	9Ø1/2"	7Ø1/2"	7Ø1/2"	6Ø1/2"	7Ø1/2"	6Ø1/2"	4Ø1/2"	4Ø1/2"
	11.43	10.16	11.43	8.89	8.89	7.62	8.89	7.62	5.08	5.08
16) $\delta$	0.80	0.80	0.80	0.80	1.00	0.80	1.00	0.80	0.80	1.00
17) $A_n$ ( $\text{cm}^2$ )	349.73	385.81	349.73	173.80	208.38	128.64	100.94	128.64	88.93	139.73
18) $A_{cf}$ ( $\text{cm}^2$ )	196.97	131.32	196.97	206.91	206.91	151.26	100.84	151.26	154.21	154.21
19) Usar	14x30x30	14x30x30	14x30x30	14x30x30	14x30x30	14x30	14x30x30	14x30	14x30	14x30
20) $A_c$ ( $\text{cm}^2$ )	644	644	644	644	644	420	644	420	420	420
21) $A_n$ ( $\text{cm}^2$ )	420	420	420	420	420	260	420	260	260	260
22) $A_{smin}$ ( $\text{cm}^2$ )	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	2.10	3.22	2.10	2.10	2.10
23) $S_1$ (cm)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	6.93	8.00	6.93	6.93	6.93
24) $S_2$ (cm)	10.67	10.67	10.67	10.67	10.67	10.67	10.67	10.67	10.67	10.67
25) $S_3$ (cm)	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
26) $S_4$ (cm)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
27) Zona C (cm)	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
28) [] 1/4	6@7.5	6@7.5	6@7.5	6@7.5	6@7.5	9@5	6@7.5	9@5	9@5	9@5
Soleras	MY1, MY10			MY2-3, MY11-12		MY4, MY7			MY5-6, MY8-9	
29) $T_s$ (kg)	9376			7387		7200			5505	
30) $A_s$ ( $\text{cm}^2$ )	2.48			1.95		1.90			1.46	
31) Usar	4Ø1/2"			4Ø1/2"		4Ø1/2"			4Ø1/2"	
	5.08			5.08		5.08			5.08	

Los datos de la tabla 16, indican que el estribaje mínimo: [] Ø1/4", 1@0.05, 4@0.10, r@0.25. En cuanto a las vigas soleras el  $As_{min}=0.1f'c Asol/Fy$  o  $3/8"$

## DISEÑO DE UNA ESCALERA CON DOS DESCANSOS

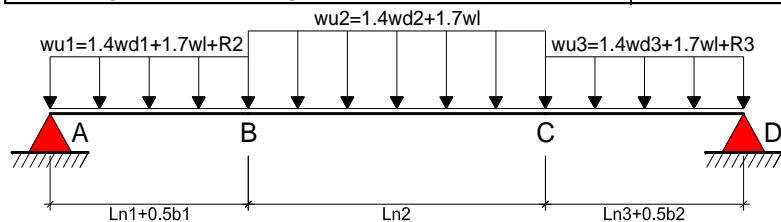


### PROPIEDADES DE LA ESCALERA

$\gamma_c$ : Peso específico del concreto ( $Tn/m^3$ )	2.40
$f_c$ : Esfuerzo de compresión del concreto ( $kg/cm^2$ )	210
$f_y$ : Esfuerzo de fluencia del acero ( $kg/cm^2$ )	4200
s/c: Sobrecarga en escalera ( $Tn/m^2$ )	0.20
acab: Peso de acabados ( $Tn/m^2$ )	0.12
P: Dimensión del paso (m)	0.25
CP: Dimensión del contrapaso (m)	0.175
$b_1$ : Base del apoyo izquierdo (m)	0.15
$b_2$ : Base del apoyo derecho (m)	0.15
$Ln_1$ : Luz libre del primer descanso (m)	1.15
$Ln_2$ : Luz libre del tramo inclinado (m)	1.75
$Ln_3$ : Luz libre del segundo descanso (m)	1.20
t: Espesor de la garganta ( $Ln/20$ )	0.15
b: Base de la sección de escalera (m)	1.20
d: Peralte efectivo de la escalera (m)	0.12
hm: Espesor promedio del tramo inclinado (m)	0.27

### METRADO DE CARGAS

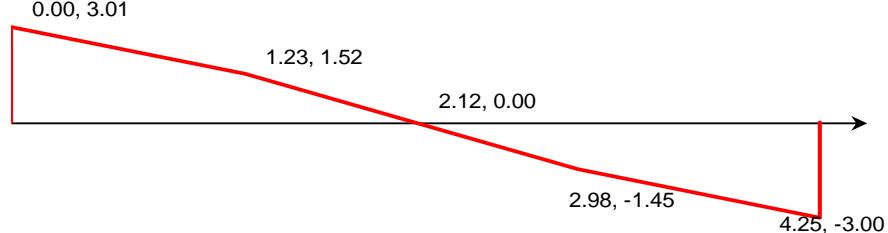
$wd_1$ : Carga muerta del primer descanso ( $Tn/m$ )	0.58
$wd_2$ : Carga muerta del tramo inclinado ( $Tn/m$ )	0.92
$wd_3$ : Carga muerta del segundo descanso ( $Tn/m$ )	0.58
wl: Carga viva en escalera ( $Tn/m$ )	0.24
$R_2$ : Carga última apoyada en primer descanso ( $Tn/m$ )	0.00
$R_3$ : Carga última apoyada en segundo descanso ( $Tn/m$ )	0.00
$wu_1$ : Carga última del primer descanso ( $Tn/m$ )	1.21
$wu_2$ : Carga última del tramo inclinado ( $Tn/m$ )	1.70
$wu_3$ : Carga última del segundo descanso ( $Tn/m$ )	1.21



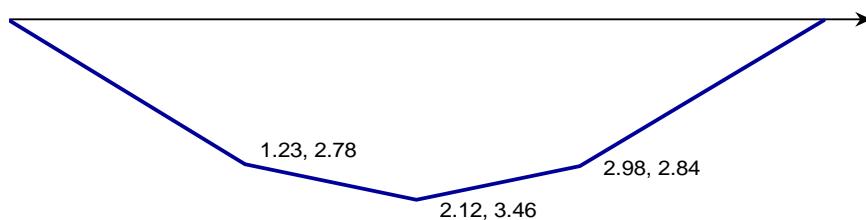
### ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Vu <sub>A</sub> : Cortante en el apoyo izquierdo (Tn)	3.01
Vu <sub>B</sub> : Cortante izquierdo del tramo inclinado (Tn)	1.52
Vu <sub>C</sub> : Cortante derecho del tramo inclinado (Tn)	-1.45
Vu <sub>D</sub> : Cortante en el apoyo derecho (Tn)	-3.00
Mu <sub>BC</sub> : Momento máximo positivo (Tn-m)	3.46

### DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES



### DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES



### DISEÑO POR FLEXIÓN

Ø: Factor de reducción de resistencia por flexión	0.90
α: Factor de reducción para momento positivo	0.90
β: Factor de reducción para momento negativo	2.00
Mu+: Momento último positivo (αMu)	3.11
Mu-: Momento último negativo (Mu+/β)	1.56
As+: Área de acero positivo (cm <sup>2</sup> )	7.30
As-: Área de acero negativo (cm <sup>2</sup> )	3.53
As <sub>mín</sub> : Área de acero mínimo (0,0018bt)	3.24
Ab+: Área de la barra de acero positivo (cm <sup>2</sup> )	1.27
Ab-: Área de la barra de acero negativo (cm <sup>2</sup> )	0.71
s+: Espaciado del acero positivo (m)	0.21
s-: Espaciado del acero negativo (m)	0.24
s <sub>t</sub> : Espaciado del acero por temperatura (m)	0.26

### DISEÑO POR CORTANTE

Ø: Factor de reducción de resistencia por cortante	0.85
Vc: Resistencia a cortante del concreto (0,53√f <sub>c</sub> .b.t)	13.82
Vn: Resistencia nominal de la sección (Vn=Vc)	13.82
Vu: Fuerza cortante última (Tn)	3.01

Como: ØVn>Vu; El concreto absorbe todo el corte

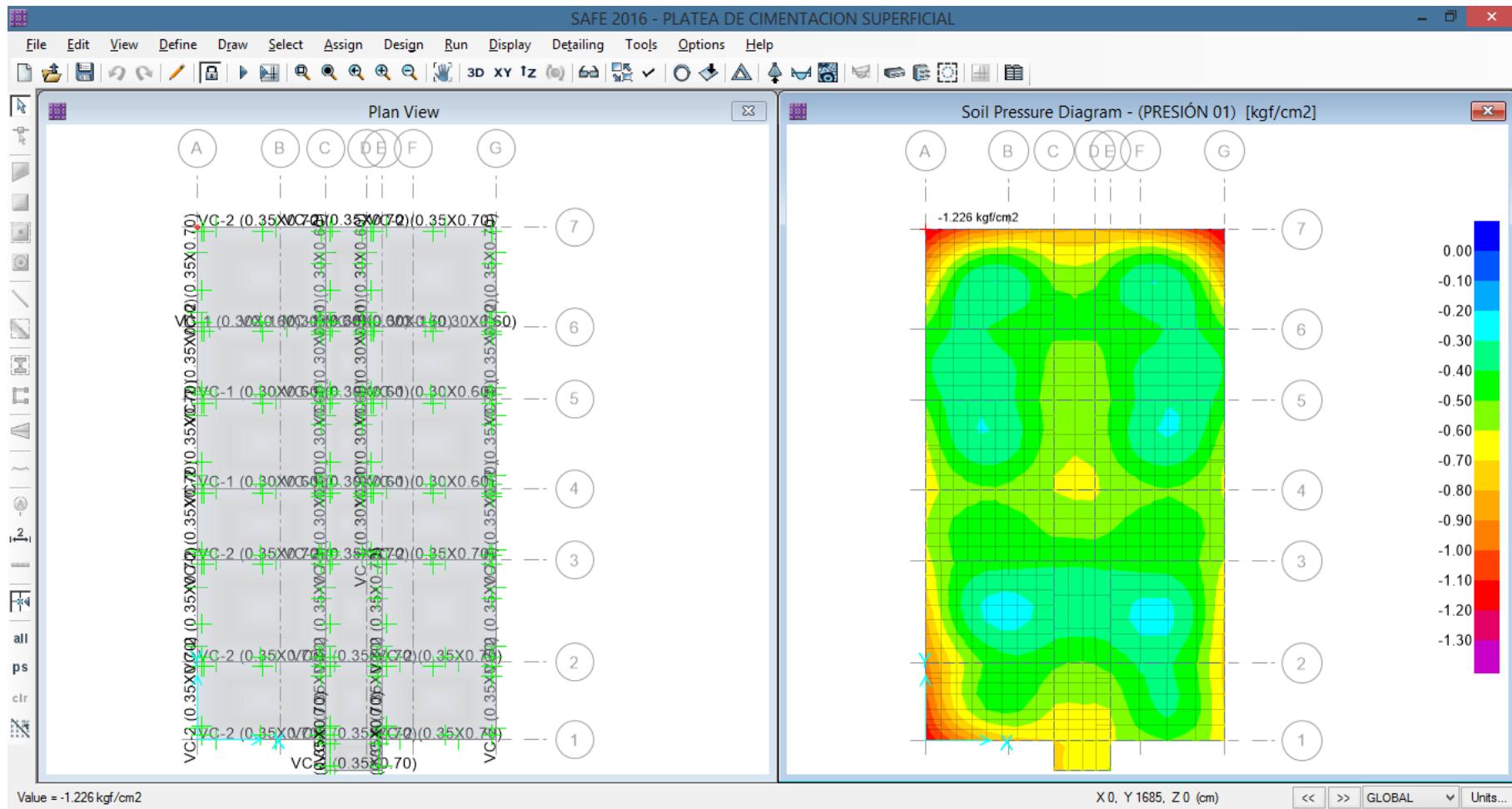


Figura 8-A. Modelo de cimentación y diagrama de presiones del combo 1

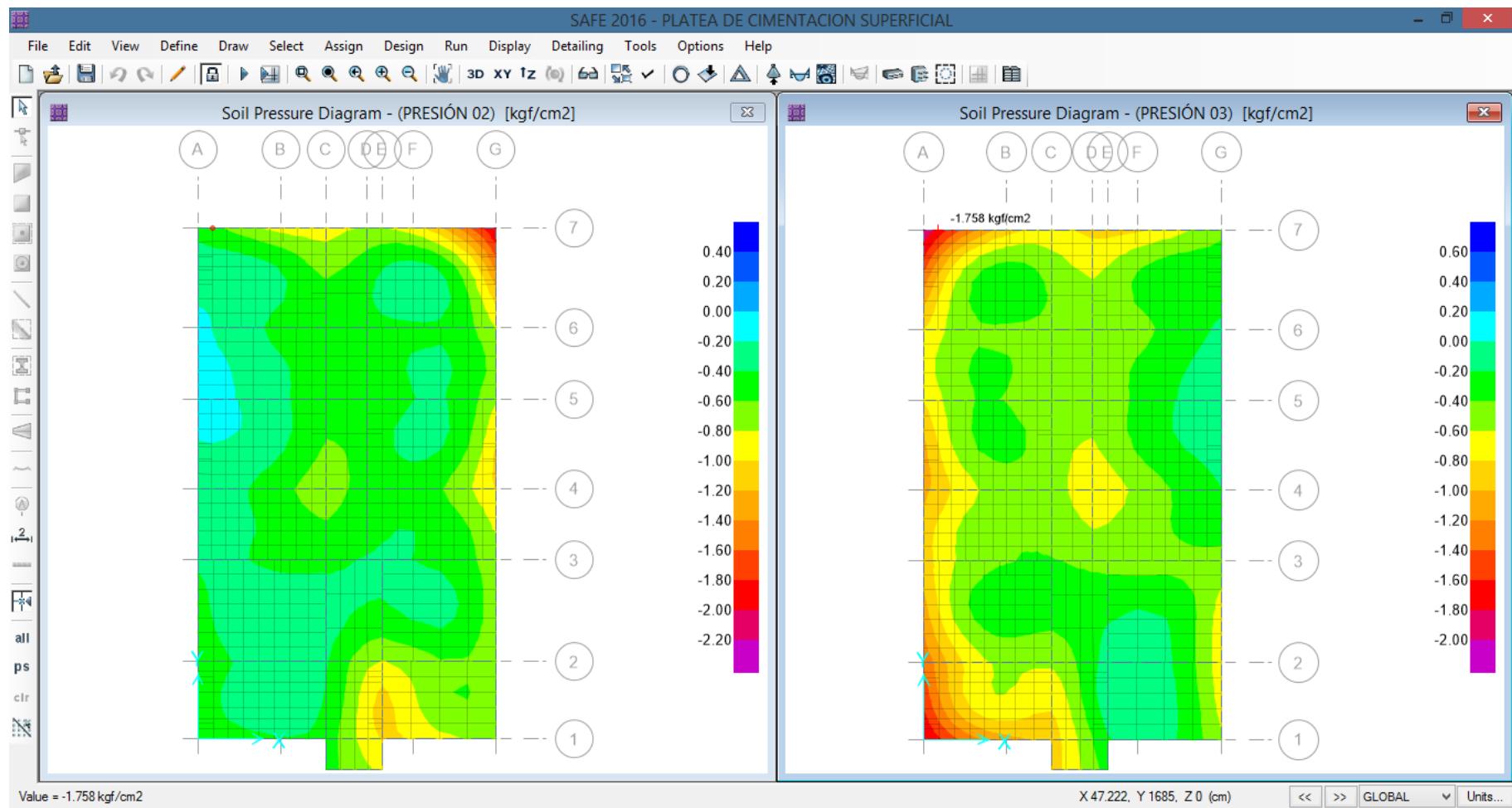


Figura 8-B. Diagrama de presiones del combo 2 y 3

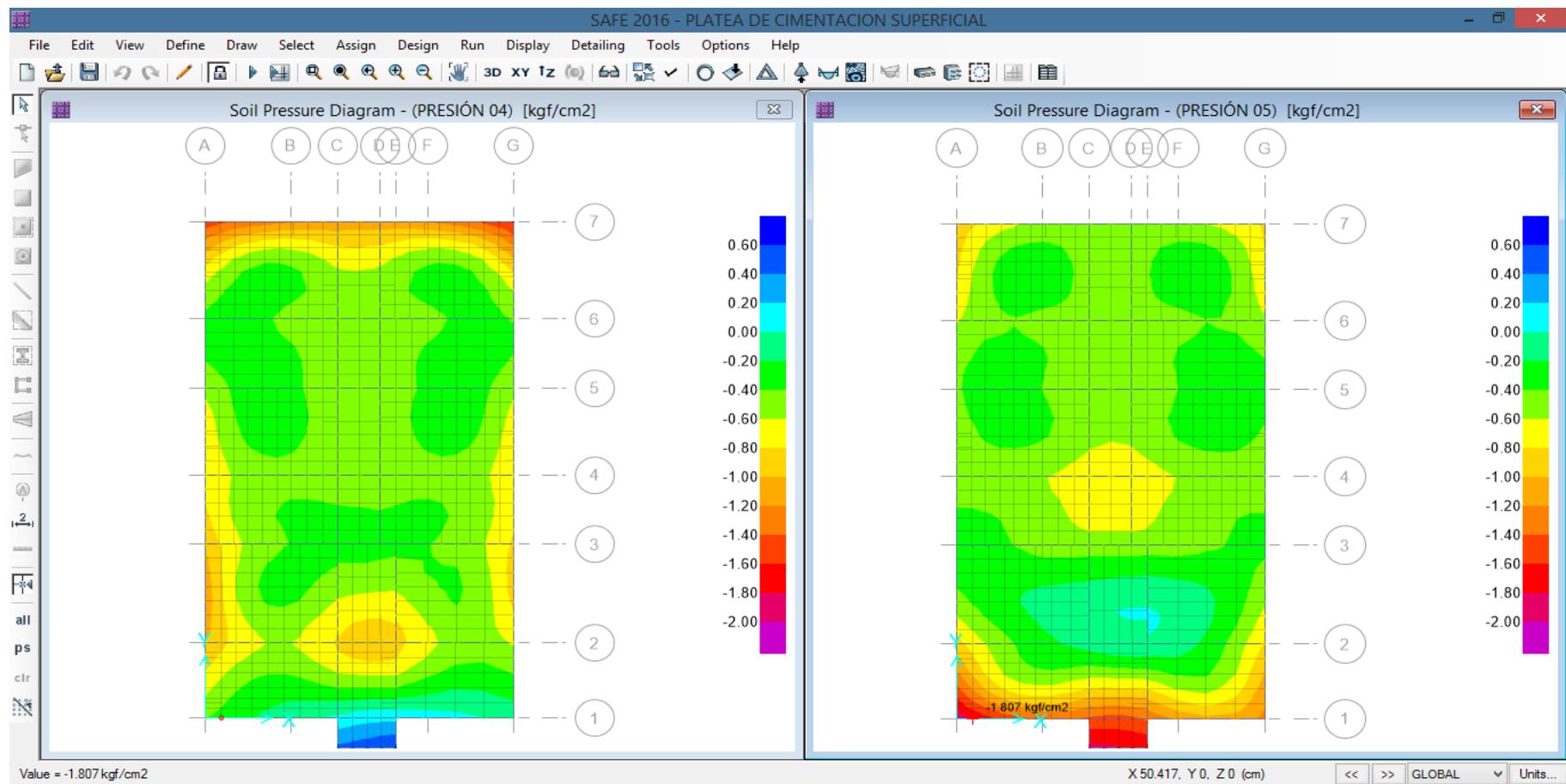


Figura 8-C. Diagrama de presiones del combo 4 y 5

La platea de cimentación superficial consiste en una losa flexible rodeada de elementos rígidos respectivamente que descansan sobre resortes con una rigidez similar a la reacción del suelo, las cuales sufren deformaciones ante la acción de las cargas que provienen de la superestructura. El empuje que se ejerce sobre el terreno tienen una distribución no lineal uniforme, el análisis de la cimentación se llevó a cabo con el programa SAFE 2016, el cual utiliza el método de elementos finitos para evaluar las presiones que actúan en el terreno y los esfuerzos en el interior de la platea o losa de cimentación. Las tracciones en el suelo no son consideradas por el programa.

El suelo donde se cimentará la estructura está considerado dentro del modelo de la cimentación como un conjunto de resortes distribuidos de manera equivalente bajo toda la superficie. La rigidez de los resortes ( $k$ ) es similar a la reacción del suelo, o llamado frecuentemente módulo de balasto. Para una presión de 1.40 kg/cm<sup>2</sup>, el manual del programa SAFE recomienda usar un valor de “ $k$ ” igual a 2.92 kg/cm<sup>3</sup>.

Se exportaron las cargas provenientes de la superestructura del ETABS al programa SAFE, para el análisis de la cimentación. En referencia al análisis se necesitaría profundizar la cimentación a  $D_f = 1.50\text{m}$  para una resistencia portante del suelo de 1.40kg/cm<sup>2</sup>. Formas de cargas consideradas: Carga Viva “CV”, Carga Muerta “CM” y Cargas de Sismo, “SIS”: cargas impuestas por la Súper-estructura (importación ETABS a SAFE). Las formas de carga sísmica en las direcciones X e Y (Esfuerzos provenientes de la superestructura). Las combinaciones de cargas (PRESIÓN 01: CM + CV, PRESIÓN 02: CM + CV + SISX, PRESIÓN 03: CM + CV – SISX, PRESIÓN 04: CM + CV + SISY, PRESIÓN 05: CM + CV – SISY) fueron empleadas para conformar la envolvente de fuerzas que actúa en cada elemento de la estructura, con todo esto se consiguió la comprobación de los esfuerzos y asentamientos del suelo. El cálculo se realizó considerando la sobrecarga de servicio y las fuerzas sísmicas. La presión que soporta el terreno es capaz

de aumentar en un 30% (según E0.60), solo cuando se trabaje con los efectos sísmicos.

Una vez introducidas las cargas en el modelamiento, se obtuvo los siguientes puntos críticos:

En la verificación de esfuerzos en el terreno refieren que en las cargas sin efecto de sismo traspasadas de la edificación a la cimentación (del programa ETABS a SAFE) se trabajó con el combo (PRESION 1), De los resultados de análisis se observa que la máxima presión sobre el suelo es inferior a la requerida a la profundidad de cimentación proyectada. En las cargas con efecto de sismo traspasadas de la estructura a la cimentación (del programa ETABS a SAFE) se trabajaron con los combos (PRESION 2, 3, 4 Y 5), cuyos resultados dieron que la presión permisible del terreno puede elevarse en 30% según esta descrito en la norma E0.60. Esto se atribuye para aquellos casos con presencia de cargas sísmicas.

Por lo tanto, considerando que en este caso se involucra las fuerzas sísmicas la presión admisible del suelo será ( $\sigma_{ADM} \text{ POR SISMO} = 1.30 \times 1.40 = 1.82 \text{ kg/cm}^2$ ).

De las imágenes se aprecia diagramas se aprecia que la fuerza sobre el terreno es  $\sigma_{MAX}$  es inferior a lo solicitado a la profundidad de cimentación proyectada.

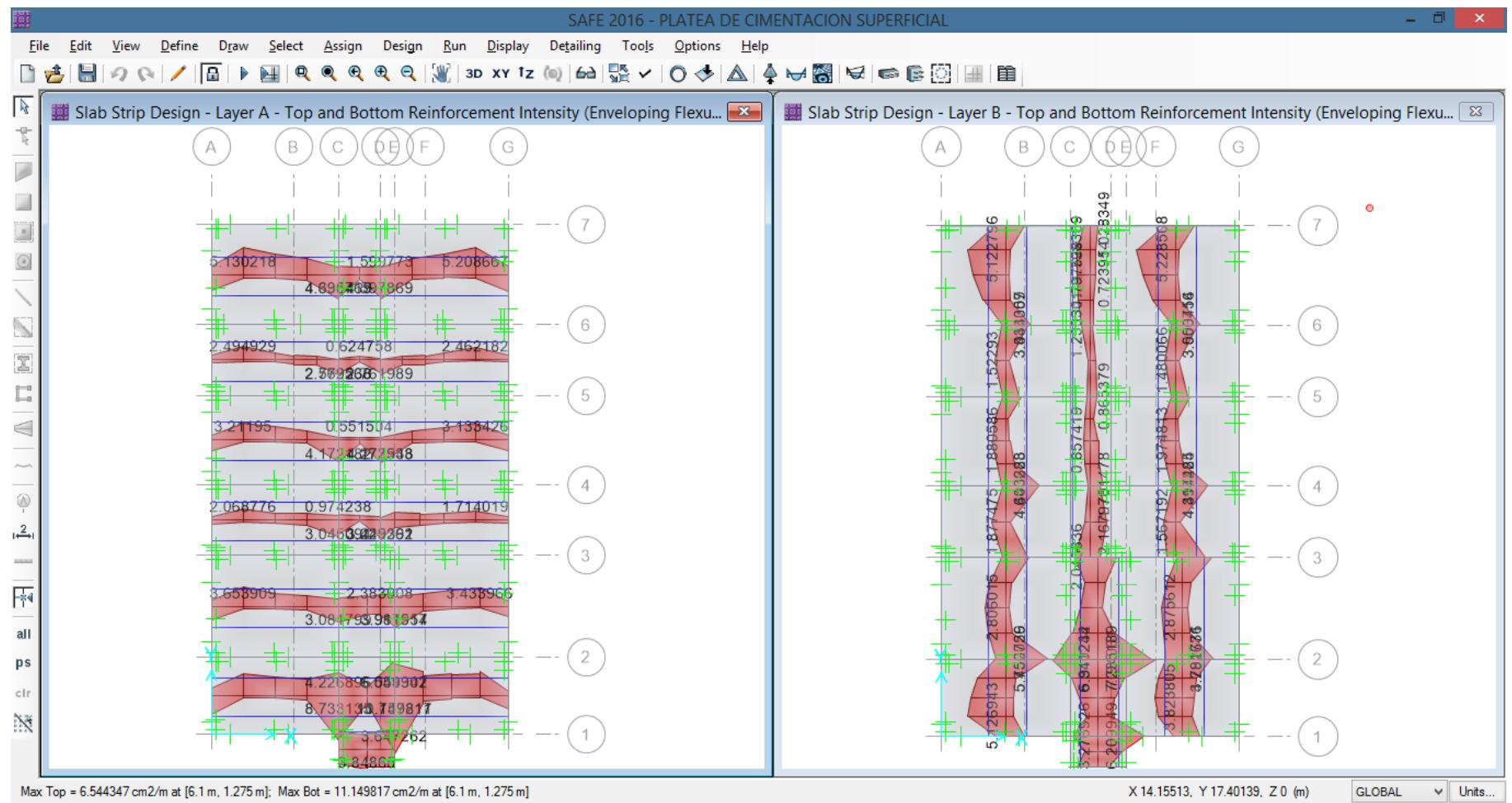


Figura 9-A. Diseño por flexión en losas

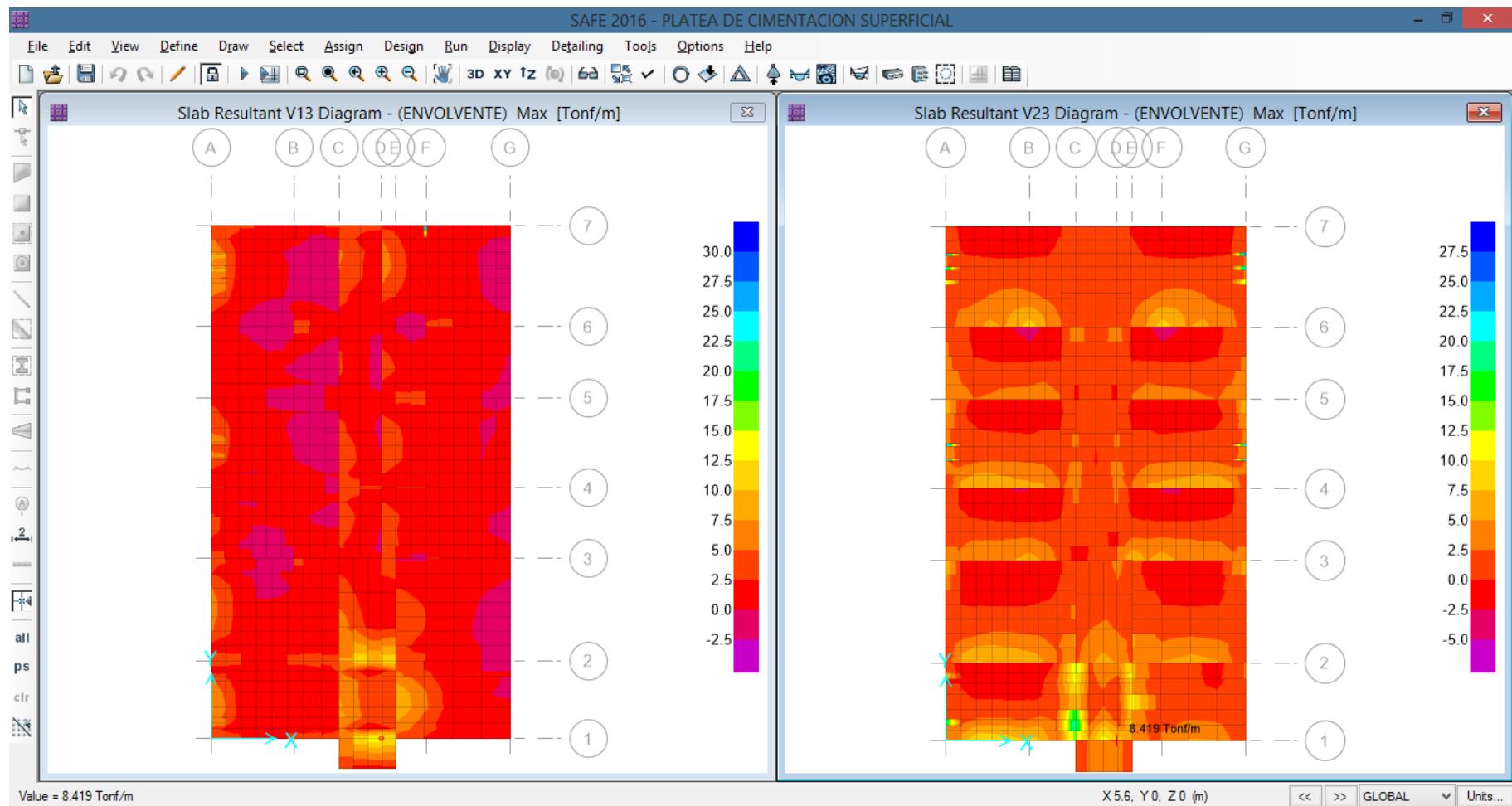


Figura 9-B. Diagrama resultante en losas

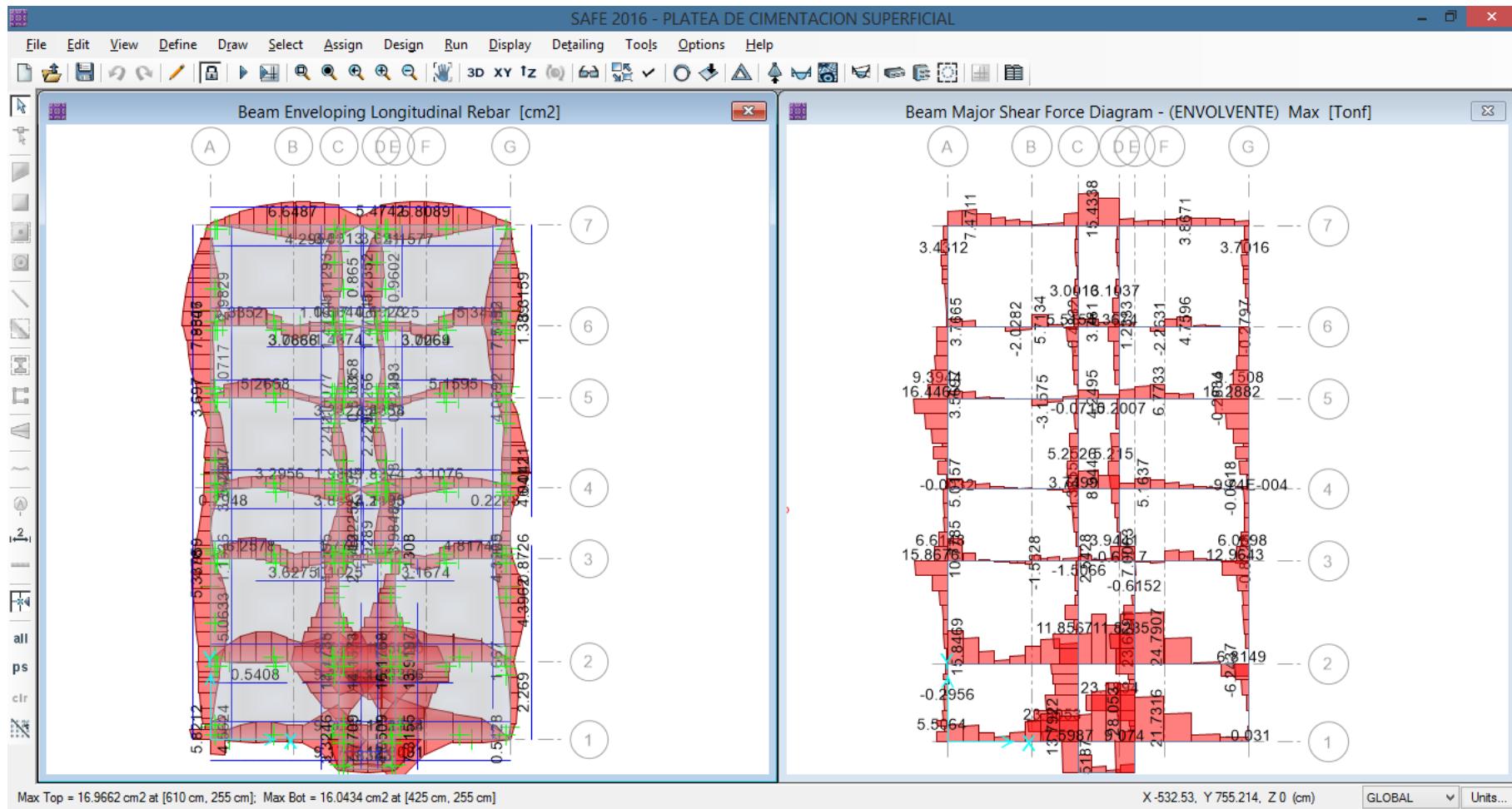


Figura 9-C. Diseño por flexión y cortante en vigas

En las figuras 9-A, 9-B, 9-C se observan que las consideraciones técnicas en el proceso del diseño por flexión y cortante en losas y vigas son parecidas cuando se diseña lozas macizas puesto que la losa o platea de cimentación es un losa de concreto armada que actúa en sus dos direcciones. El acero de refuerzo debido a la flexión se obtuvo de los resultados del programa SAFE, habiendo considerado una envolvente de diseño.

Con la envolvente de diseño, la verificación por flexión en losas resultó con 3.60 cm<sup>2</sup>/m siendo la recomendación el uso de doble malla de 3/8" @ 0.20 en ambos sentidos; mientras que en las vigas resultó 7.35 cm<sup>2</sup> recomendándose el uso de 4Ø5/8" como acero superior e inferior.

En la verificación por cortante, el máximo es menor al cortante resistente. En las losas alcanzó 10.77Tn/m mientras que en las vigas resultó con 14.40Tn/m. De manera que, las medidas de la cimentación y la cantidad de refuerzo considerados satisfacen los parámetros del E.M.S. y la demanda de carga proveniente de la estructura.

#### **4.1.2. Costos en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería**

*Tabla 17*

*Análisis de costos entre los sistemas de construcción por partidas en una vivienda multifamiliar de cinco niveles, distrito de Callería*

	Ductilidad Limitada		Albañilería Confinada	
	%	S/..	%	S/..
Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud	2.91	18,099.64	3.30	18,099.64
Movimiento de tierras	9.06	56,298.40	10.28	56,298.40
Concreto simple	0.61	3,811.53	1.03	5,660.21
Concreto armado	48.25	299,847.08	70.02	383,643.53
Muros de albañilería	38.61	239,924.52	14.74	80,754.92
Varios	0.56	3,456.00	0.63	3,456.00
Total	100.00	621,437.17	100.00	547,912.70

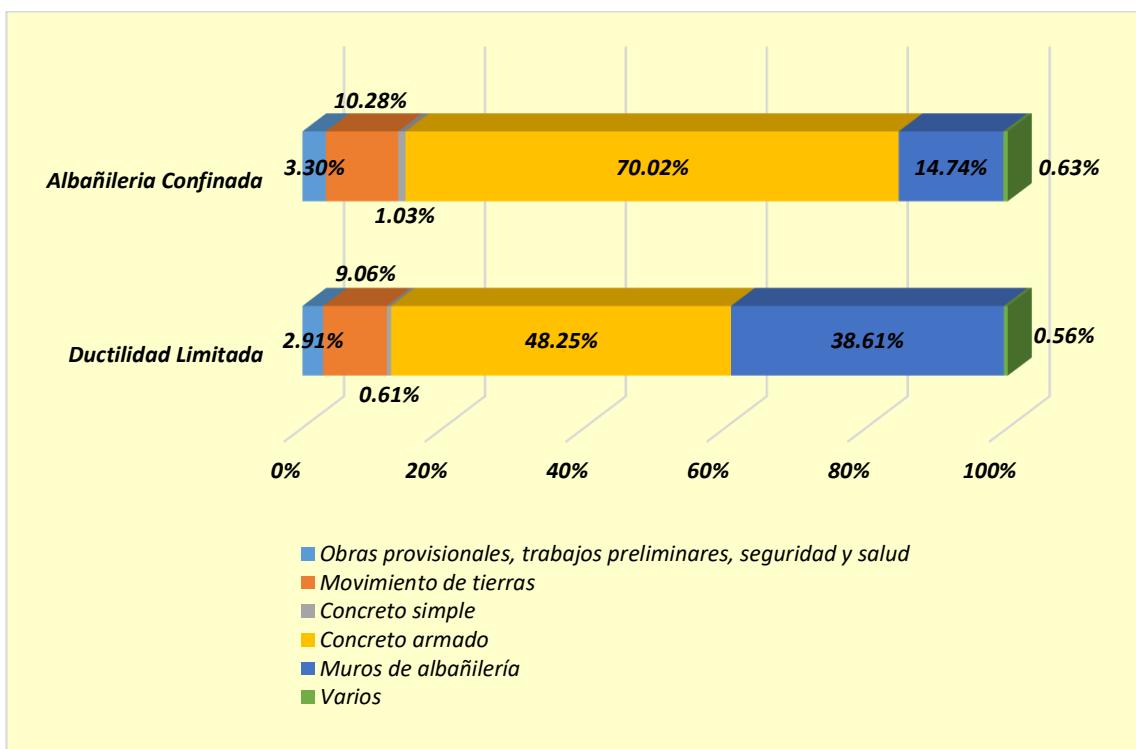


Figura 10. Comparación de los costos de los sistemas constructivos

En la tabla 17, se observa los costos de ambos sistemas constructivos por partidas, siendo el sistema de ductilidad limitada el que requiere de S/. 73,524.47 más de presupuesto que el sistema de Albañilería Confinada.

En el sistema de ductilidad limitada, los costos que comprenden las partidas de concreto simple y concreto armado son S/1,848.68 y S/83,796.45 menores a los requeridos en el sistema de Albañilería Confinada, sin embargo; los muros de albañilería están presupuestados en S/. 239,924.52 es decir, en este sistema constructivo se requiere de hasta 3 veces más el presupuesto de S/. 80,754.92 que se necesita en el sistema de Albañilería Confinada.

Tabla 18

Análisis comparativo de los costos entre los sistemas de construcción del primer piso en una vivienda multifamiliar de cinco niveles, distrito de Callería

Descripción	Precio (\$.)	Ductilidad Limitada			Albañilería Confinada			
		Metrado	Und.	Parcial (\$.)	Metrado	Und.	Parcial (\$.)	
<b>ESTRUCTURAS</b>								
PRIMER PISO				621,437.17			547,912.70	
OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				245,980.74			236,576.87	
OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES				18,099.64			18,099.64	
CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				18,099.64			18,099.64	
ALMACEN	66.60	16.00	m2	1,065.60	66.60	16.00	m2	1,065.60
CERCOS PROVISIONAL DE MALLA RASCHEL	22.57	70.00	ml	1,579.90	22.57	70.00	ml	1,579.90
INSTALACIONES PROVISIONALES				1,800.00				1,800.00
AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN	600.00	1.00	qlb	600.00	600.00	1.00	qlb	600.00
ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	1,200.00	1.00	qlb	1,200.00	1,200.00	1.00	qlb	1,200.00
TRABAJOS PRELIMINARES				808.65				808.65
LIMPIEZA DEL TERRENO CON EQUIPO	4.69	172.42	m2	808.65	4.69	172.42	m2	808.65
TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO				746.49				746.49
TRAZO NIVELES Y REPLANTEO	4.33	172.40	m2	746.49	4.33	172.40	m2	746.49
TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS E IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD				1,400.00				1,400.00
TRANSPORTER DE MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	1,400.00	1.00	qlb	1,400.00	1,400.00	1.00	qlb	1,400.00
SEGURIDAD Y SALUD				10,699.00				10,699.00
ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN PSST				10,699.00				10,699.00
ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA.	1,200.00	1.00	qlb	1,200.00	1,200.00	1.00	qlb	1,200.00
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	939.00	1.00	GLB	939.00	939.00	1.00	GLB	939.00
EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	1,760.00	1.00	GLB	1,760.00	1,760.00	1.00	GLB	1,760.00
SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	2,000.00	1.00	qlb	2,000.00	2,000.00	1.00	qlb	2,000.00
CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	1,800.00	1.00	qlb	1,800.00	1,800.00	1.00	qlb	1,800.00
RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA OBRA	1,500.00	1.00	qlb	1,500.00	1,500.00	1.00	qlb	1,500.00
PLAN DE VIGILANCIA PARA LA PREVENCION Y CONTROL DEL COVID-1	1,500.00	1.00	qlb	1,500.00	1,500.00	1.00	qlb	1,500.00
EN LA CONSTRUCCION								
MOVIMIENTO DE TIERRAS				56,298.40				56,298.40
EXCAVACIONES				5,244.51				5,244.51
EXCAVACION MASIVA CON EQUIPO PESADO	13.53	258.70	m3	3,500.21	13.53	258.70	m3	3,500.21
EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL	59.33	29.40	m3	1,744.30	59.33	29.40	m3	1,744.30
RELLENOS				36,573.71				36,573.71
RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO (TIPO BASE)	108.75	336.31	m3	36,573.71	108.75	336.31	m3	36,573.71
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE				10,842.12				10,842.12
ACARREO INTERNO, MAT. PROCED. DE EXCAVACIONES	14.33	258.70	m3	3,707.17	14.33	258.70	m3	3,707.17
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE /MAQUINARIA	27.58	258.70	m3	7,134.95	27.58	258.70	m3	7,134.95
NIVELACION INTERIOR Y APISONADO				3,638.06				3,638.06
NIVELACION INTERIOR APISONADO MANUAL	21.10	172.42	m2	3,638.06	21.10	172.42	m2	3,638.06
CONCRETO SIMPLE				3,811.53				5,660.21
SOLADO				2,701.31				2,701.31
CONCRETO FC=100 KG/CM2 PARA SOLADO E=0.10 M.	42.81	63.10	m2	2,701.31	42.81	63.10	m2	2,701.31
SOBRECIMENTOS REFORZADOS				1,102.22				2,558.90
CONCRETO FC=175 KG/CM2 PARA SOBRECIMENTO	452.85	1.00	m3	452.85	452.85	2.70	m3	1,222.70
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS	45.81	14.35	m2	65.37	45.81	37.90	m2	1,736.20
CONCRETO ARMADO				167,079.97				140,437.88
PLATEA DE CIMENTACION				36,891.20				36,891.20
CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN PLATEA DE CIMENTACION	471.81	34.50	m3	16,277.45	471.81	34.50	m3	16,277.45
ARMADURA DE ACERO FY=4,200 KG/CM2	6.90	2,987.50	kg	20,613.75	6.90	2,987.50	kg	20,613.75
VIGA DE CIMENTACION				38,176.01				38,176.01
CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN VIGAS DE CIMENTACION	478.49	29.40	m3	14,067.61	478.49	29.40	m3	14,067.61
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS DE CIMENTACION	44.11	37.10	m2	1,636.48	44.11	37.10	m2	1,636.48
ARMADURA DE ACERO FY=4,200 KG/CM2	6.90	3,256.80	kg	22,471.92	6.90	3,256.80	kg	22,471.92
PLACAS				8,545.03				8,293.64
CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN PLACAS	502.00	3.28	m3	1,646.56	502.00	3.28	m3	1,646.56
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	57.04	44.18	m2	2,520.03	51.39	44.18	m2	2,268.64
ARMADURA DE ACERO FY=4,200 KG/CM2	6.90	614.26	kg	4,238.39	6.90	614.26	kg	4,238.39
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	44.18	m2	140.05	3.17	44.18	m2	140.05
COLUMNAS				2,661.42				2,661.42
CONCRETO FC=210 KG/CM2 DE COLUMNAS	514.39	0.80	m3	411.51	514.39	6.44	m3	3,312.67
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	56.06	13.68	m2	766.90	56.06	94.05	m2	5,272.44
ARMADURA DE ACERO FY=4,200 KG/CM2	6.90	255.02	kg	1,759.64	6.90	2,180.94	kg	15,048.49
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	13.68	m2	43.37	3.17	94.05	m2	298.14
COLUMNNETAS				3,285.90				3,285.90
CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN COLUMNETAS	454.62	1.58	m3	718.30	454.62	1.58	m3	718.30
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNETAS	53.56	21.10	m2	1,130.12	53.56	21.10	m2	1,130.12
ARMADURA DE ACERO FY=4,200 KG/CM2	6.55	209.25	kg	1,370.59	6.55	209.25	kg	1,370.59
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	21.10	m2	66.89	3.17	21.10	m2	66.89
VIGAS				8,855.90				8,647.33
CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN VIGAS	491.28	2.82	m3	1,385.41	491.28	3.73	m3	1,832.47
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	53.23	17.07	m2	908.64	57.20	20.30	m2	1,161.16
ARMADURA DE ACERO FY=4,200 KG/CM2	6.90	943.15	kg	6,507.74	6.90	810.05	kg	5,589.35
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	17.07	m2	54.11	3.17	20.30	m2	64.35
VIGUETAS				1,661.27				1,661.27
CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN VIGUETAS	462.35	0.92	m3	425.36	462.35	0.92	m3	425.36
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGUETAS	55.72	12.30	m2	685.36	55.72	12.30	m2	685.36
ARMADURA DE ACERO FY=4,200 KG/CM2	6.55	78.10	kg	511.56	6.55	78.10	kg	511.56
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	12.30	m2	38.99	3.17	12.30	m2	38.99
LOSAS				16,871.69				16,211.15
LOSA MACIZA				16,871.69				16,211.15
CONCRETO EN LOSA MACIZA fc=210 ka/m2	480.94	13.08	m3	6,290.70	480.94	13.08	m3	6,290.70
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA MACIZA	53.23	109.00	m2	5,802.07	47.17	109.00	m2	5,141.53
ARMADURA DE ACERO FY=4,200 KG/CM2	6.90	642.52	kg	4,433.39	6.90	642.52	kg	4,433.39
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	109.00	m2	345.53	3.17	109.00	m2	345.53
ESCALERA				3,339.64				3,339.64
CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN ESCALERA	507.59	2.21	m3	1,121.77	507.59	2.21	m3	1,121.77
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	53.93	16.16	m2	871.51	53.93	16.16	m2	871.51
ARMADURA DE ACERO FY=4,200 KG/CM2	6.90	187.70	kg	1,295.13	6.90	187.70	kg	1,295.13
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	16.16	m2	51.23	3.17	16.16	m2	51.23
TABIQUEA DE CONCRETO				48,471.91				48,471.91
MURO DE CONCRETO FC=210 KG/CM2 DE 0.10A0.15m ESPESOR	498.56	23.93	m3	11,930.54				
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE MUROS	57.04	406.50	m2	23,186.76				
ARMADURA DE ACERO FY=4,200 KG/CM2	6.90	1,458.84	kg	10,066.00				
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA								
MUROS DE ALBAÑILERIA								15,389.54
MURO LADRILLO K.K. TIPO IV MACIZO 9x13x24 CM. ASENTADO DE SOGA - REFORZADO								15,389.54
VARIOS				691.20				691.20
LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA ESTRUC.	1.00	691.20	qlb	691.20	691.20	691.20	qlb	691.20

En la tabla 18 se observa que las principales diferencias en los presupuestos de los sistemas constructivos se deben a las cantidades de los materiales que se emplean:

- En el concreto simple se emplea más material en el concreto  $F'c=175\text{Kg/cm}^2$ , y encofrado y desencofrados del sobrecimiento reforzado que se realiza en el sistema constructivo de Albañilería Confinada donde el presupuesto es de S/2,958.90
- En las actividades de concreto armado, existe una gran diferencia de S/26,642.09 en el presupuesto entre los dos sistemas constructivos. El sistema de ductilidad es más costoso por cuanto el material de encofrado y desencofrado de placas y losas, el material para las columnas y vigas son superiores al del sistema de Albañilería Confinada.
- Las actividades de tabiquería de concreto solo corresponden al sistema de ductilidad limitada con un presupuesto de S/46,471.91 lo que incrementa los costos, a diferencia de las actividades de muros de albañilería que solo requieren de S/15,389.54 y que solo se realiza en el sistema de Albañilería Confinada.

Tabla 19

Análisis comparativo de los costos entre los sistemas de construcción del 2º, 3º, 4º piso en una vivienda multifamiliar de cinco niveles, distrito de Callería

Descripción	Ductilidad Limitada				Albañilería Confinada			
	Precio (\$.)	Metrado	Und.	Parcial (\$.)	Precio (\$.)	Metrado	Und.	Parcial (\$.)
<b>SEGUNDO O TERCERO O CUARTO PISO</b>				<b>89,596.83</b>				<b>75,168.14</b>
<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>88,905.63</b>				<b>58,105.68</b>
<b>PLACAS</b>				<b>7,291.23</b>				<b>7,044.28</b>
CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN PLACAS	502.00	3.22	m3	1,616.44	502.00	3.22	m3	1,616.44
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE MUROS	57.04	43.40	m2	<b>2,475.54</b>	51.35	43.40	m2	<b>2,228.59</b>
ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	6.90	443.72	kg	3,061.67	6.90	443.72	kg	3,061.67
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	43.40	m2	137.58	3.17	43.40	m2	137.58
<b>COLUMNAS</b>				<b>2,426.78</b>				<b>19,214.80</b>
CONCRETO FC=210 KG/CM2 DE COLUMNAS	514.39	0.78	m3	401.22	514.39	6.33	m3	3,256.09
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	56.06	13.44	m2	753.45	56.06	92.40	m2	5,179.94
ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	6.90	178.19	kg	1,229.51	6.90	1,519.69	kg	10,485.86
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	13.44	m2	42.60	3.17	92.40	m2	292.91
<b>COLUMNETAS</b>				<b>2,487.00</b>				<b>2,487.00</b>
CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN COLUMNETAS	454.62	1.24	m3	563.73	454.62	1.24	m3	563.73
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNETAS	53.56	16.50	m2	883.74	53.56	16.50	m2	883.74
ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	6.55	150.72	kg	987.22	6.55	150.72	kg	987.22
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	16.50	m2	52.31	3.17	16.50	m2	52.31
<b>VIGAS</b>				<b>8,855.90</b>				<b>8,647.33</b>
CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN VIGAS	491.28	2.82	m3	1,385.41	491.28	3.73	m3	1,832.47
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE VIGAS	53.23	17.07	m2	<b>908.64</b>	57.20	20.30	m2	<b>1,161.16</b>
ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	6.90	943.15	kg	6,507.74	6.90	810.05	kg	5,589.35
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	17.07	m2	54.11	3.17	20.30	m2	64.35
<b>VIGUETAS</b>				<b>1,084.31</b>				<b>1,084.31</b>
CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN VIGUETAS	462.35	0.63	m3	291.28	462.35	0.63	m3	291.28
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGUETAS	55.72	8.45	m2	470.83	55.72	8.45	m2	470.83
ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	6.55	45.10	kg	295.41	6.55	45.10	kg	295.41
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	8.45	m2	26.79	3.17	8.45	m2	26.79
<b>LOSAS</b>				<b>16,871.69</b>				<b>16,211.15</b>
<b>LOSA MACIZA</b>				<b>16,871.69</b>				<b>16,211.15</b>
CONCRETO EN LOSA MACIZA fc=210 kg/cm2	480.94	13.08	m3	6,290.70	480.94	13.08	m3	6,290.70
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE LOSA MACIZA	53.23	109.00	m2	<b>5,802.07</b>	47.17	109.00	m2	<b>5,141.53</b>
ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	6.90	642.52	kg	4,433.39	6.90	642.52	kg	4,433.39
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	109.00	m2	345.53	3.17	109.00	m2	345.53
<b>ESCALERA</b>				<b>3,416.81</b>				<b>3,416.81</b>
CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN ESCALERA	507.59	2.15	m3	1,091.32	507.59	2.15	m3	1,091.32
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	53.93	18.08	m2	975.05	53.93	18.08	m2	975.05
ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	6.90	187.41	kg	1,293.13	6.90	187.41	kg	1,293.13
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	18.08	m2	57.31	3.17	18.08	m2	57.31
<b>TABQUERIA DE CONCRETO</b>				<b>46,471.91</b>				
MURO DE CONCRETO FC=210 KG/CM2 DE 0.10A0.15m ESPESOR	498.56	23.93	m3	11,930.54				
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE MUROS	57.04	406.50	m2	23,186.76				
ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	6.90	1,458.84	kg	10,066.00				
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	406.50	m2	1,288.61				
<b>MUROS DE ALBAÑILERIA</b>								<b>16,371.26</b>
MURO LADRILLO K.K. TIPO IV MACIZO 9x13x24 CM. ASENTADO DE SOGA - REFORZ.					111.18	147.25	m2	16,371.26
<b>VARIOS</b>					<b>691.20</b>			<b>691.20</b>
LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA ESTRUC.	691.20	1.00	glb	691.20	691.20	1.00	glb	691.20

En la tabla 19 se observa que las principales diferencias en los presupuestos de los sistemas constructivos en los pisos 2º, 3º y 4º se deben a la tabiquería de concreto que solo corresponden al sistema de ductilidad limitada con un presupuesto de S/46,471.91 lo que incrementa los costos, a diferencia de los muros de albañilería que solo requieren de S/16,371.26 y que solo se realiza en el sistema de Albañilería Confinada. Así mismo existe diferencia en los precios de encofrado y desencofrado de placas, vigas y lozas macizas por cuanto en el sistema de ductilidad limitada se trata de encofrado metálico y en el sistema de Albañilería Confinada el encofrado es de madera.

Tabla 20

Análisis comparativo de los costos entre los sistemas de construcción del 5º piso en una vivienda multifamiliar de cinco niveles, distrito de Callería

Descripción	Precio (\$.)	Ductilidad Limitada			Albañilería Confinada		
		Metrado	Und.	Parcial (\$.)	Precio (\$.)	Metrado	Und.
QUINTO NIVEL				106,958.92			87,166.92
CONCRETO ARMADO				106,267.72			69,181.59
PLACAS				13,996.50			13,502.61
CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN PLACAS	502.00	6.44	m3	3,232.88	502.00	6.44	m3
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE MUROS	57.04	86.80	m2	4,951.07	51.35	86.80	m2
ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	6.90	802.52	kg	5,537.39	6.90	802.52	kg
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	86.80	m2	275.16	3.17	86.80	m2
COLUMNAS				2,426.78			21,203.72
CONCRETO FC=210 KG/CM2 DE COLUMNAS	514.39	0.78	m3	401.22	514.39	6.97	m3
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	56.06	13.44	m2	753.45	56.06	101.64	m2
ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	6.90	178.19	kg	1,229.51	6.90	1,680.91	kg
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	13.44	m2	42.60	3.17	101.64	m2
COLUMNETAS				2,487.00			2,487.00
CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN COLUMNETAS	454.62	1.24	m3	563.73	454.62	1.24	m3
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNETAS	53.56	16.50	m2	883.74	53.56	16.50	m2
ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	6.55	150.72	kg	987.22	6.55	150.72	kg
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	16.50	m2	52.31	3.17	16.50	m2
VIGAS				9,829.54			9,242.32
CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN VIGAS	491.28	3.16	m3	1,552.44	491.28	4.07	m3
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE VIGAS	53.23	19.67	m2	1,047.03	57.20	22.42	m2
ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	6.90	1,038.80	kg	7,167.72	6.90	853.51	kg
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	19.67	m2	62.35	3.17	22.45	m2
VIGUETAS				1,084.31			1,084.31
CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN VIGUETAS	462.35	0.63	m3	291.28	462.35	0.63	m3
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGUETAS	55.72	8.45	m2	470.83	55.72	8.45	m2
ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	6.55	45.10	kg	295.41	6.55	45.10	kg
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	8.45	m2	26.79	3.17	8.45	m2
LOSAS				18,989.90			18,244.82
LOSA MACIZA				18,989.90			18,244.82
CONCRETO EN LOSA MACIZA fc=210 kg/cm2	480.94	14.75	m3	7,093.87	480.94	14.75	m3
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE LOSA MACIZA	53.23	122.95	m2	6,544.63	47.17	122.95	m2
ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	6.90	719.08	kg	4,961.65	6.90	719.08	kg
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	122.95	m2	389.75	3.17	122.95	m2
ESCALERA				3,416.81			3,416.81
CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN ESCALERA	507.59	2.15	m3	1,091.32	507.59	2.15	m3
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	53.93	18.08	m2	975.05	53.93	18.08	m2
ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	6.90	187.41	kg	1,293.13	6.90	187.41	kg
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	18.08	m2	57.31	3.17	18.08	m2
TABIQUE DE CONCRETO				54,036.88			
MURO DE CONCRETO FC=210 KG/CM2 DE 0.10A0.15m ESPESOR	498.56	28.26	m3	14,089.31	104.10		
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE MUROS	57.04	472.98	m2	26,978.78			
ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	6.90	1,692.78	kg	11,680.18	691.20		
CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	3.17	406.50	m2	1,288.61			
MUROS DE ALBAÑILERIA							17,294.13
MURO LADRILLO K.K. TIPO IV MACIZO 9x13x24CM ASENTADO DE SOGA	104.10					166.13	m2
VARIOS				691.20			691.20
LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA ESTRUC.	691.20	1.00	glb	691.20		1.00	glb
							691.20

En la tabla 20 se observa que la tabiquería de concreto en el sistema de ductilidad limitada presenta un presupuesto de S/54,036.88 superior a los muros de albañilería en el sistema de Albañilería Confinada que solo requieren de S/17,294.13. Así mismo, las partidas de encofrado y desencofrado de las placas, vigas y columnas en el sistema de ductilidad limitada tienen un precio mínimamente superior del 10 % por cuanto el encofrado es metálico.

#### 4.1.3. Tiempo de ejecución en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería

Tabla 21

*Tiempo de ejecución planificado por niveles en los sistemas constructivos*

Niveles	Ductilidad limitada		Albañilería Confinada	
	Días	%	Días	%
<b>Primer</b>	45	36.00	63	32.47
<b>Segundo</b>	19	15.20	31	15.98
<b>Tercer</b>	19	15.20	31	15.98
<b>Cuarto</b>	19	15.20	31	15.98
<b>Quinto</b>	23	18.40	38	19.59
<b>Total</b>	<b>125</b>	<b>100.00</b>	<b>194</b>	<b>100.00</b>

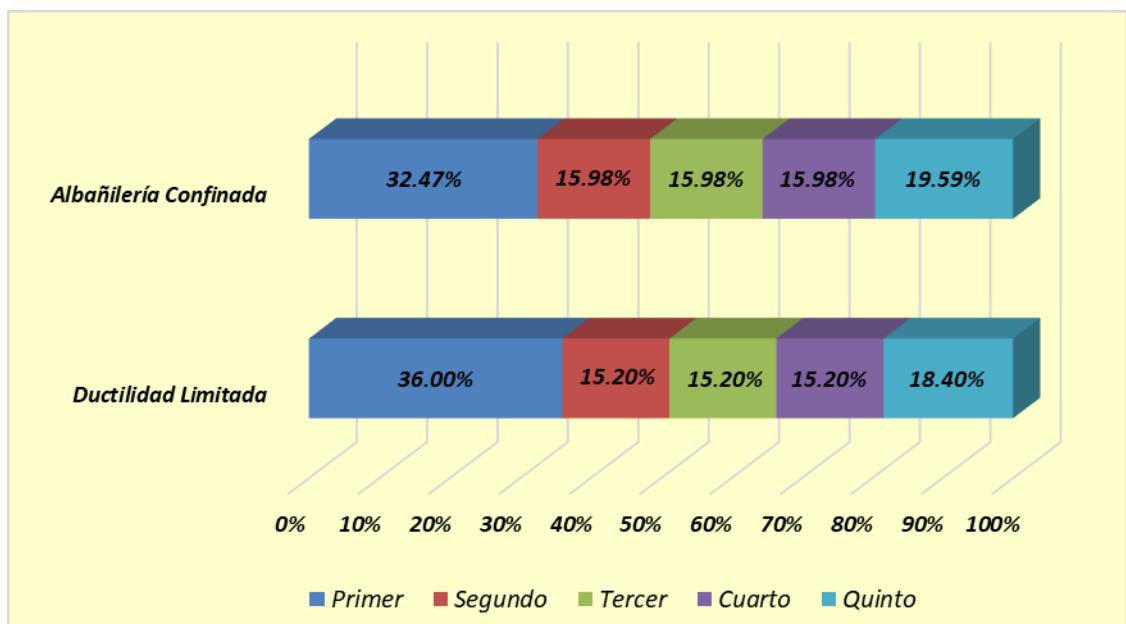


Figura 11. Inferencia de los tiempos de ejecución entre los sistemas constructivos

En la tabla 21, se observa el tiempo de ejecución de los sistemas constructivos por niveles. La edificación con el sistema de muros de Albañilería Confinada requiere de 69 días más que el sistema de Muros de

Ductilidad Limitada. En ambos sistemas el primer nivel de la edificación requiere del mayor tiempo para su construcción ya que contempla las obras provisionales, movimiento de tierras y los trabajos de concreto simple.

*Tabla 22*

*Incidencia de partidas críticas en tiempo de ejecución – 1º piso de los métodos constructivos ductilidad limitada y Albañilería Confinada*

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Días</b>	<b>DL</b>		<b>AC</b>	
			<b>% INC.</b>	<b>Días</b>	<b>% INC.</b>	<b>Días</b>
1.1.1.1.1.3	Trabajos preliminares	1	2.22	1	1.59	
1.1.1.1.1.4	Trazo nivelación y replanteo	1	2.22	1	1.59	
1.1.1.1.1.5	Transporte de materiales y equipos e implementos de seguridad	1	2.22	1	1.59	
1.1.1.2.1	Excavaciones	8	17.78	8	12.70	
1.1.1.2.2	Rellenos	2	4.44	2	3.17	
1.1.1.3.1	Solado	1	2.22	1	1.59	
1.1.1.3.2	Sobrecimientos reforzados	0	0.00	7	11.11	
1.1.1.4.1	Platea de cimentación	12	26.67	12	19.05	
1.1.1.4.4	Columnas	0	0.00	2	3.17	
1.1.1.4.8.1	Losa maciza	10	22.22	10	15.87	
1.1.1.4.10	Tabiquería de concreto	9	20.00	0	0.00	
1.1.1.5	Muros de albañilería	0	0.00	18	28.57	
<b>Total</b>		<b>45</b>	<b>100.00</b>	<b>63</b>	<b>100.00</b>	

*Elaboración propia*

El tiempo de ejecución de los trabajos del piso 1 comprende 63 días en el sistema de Albañilería Confinada y 45 días en el sistema de ductilidad limitada. Se observa que en el sistema de Albañilería Confinada se detallan las partidas de sobrecimientos reforzados, columnas y muros de albañilería que comprenden actividades que no se realizan en el sistema de ductilidad limitada; así mismo, existe una gran diferencia en cuanto los muros de albañilería que comprende 18 días de ejecución en comparación con los trabajos de tabiquería de concreto que requiere 9 días.

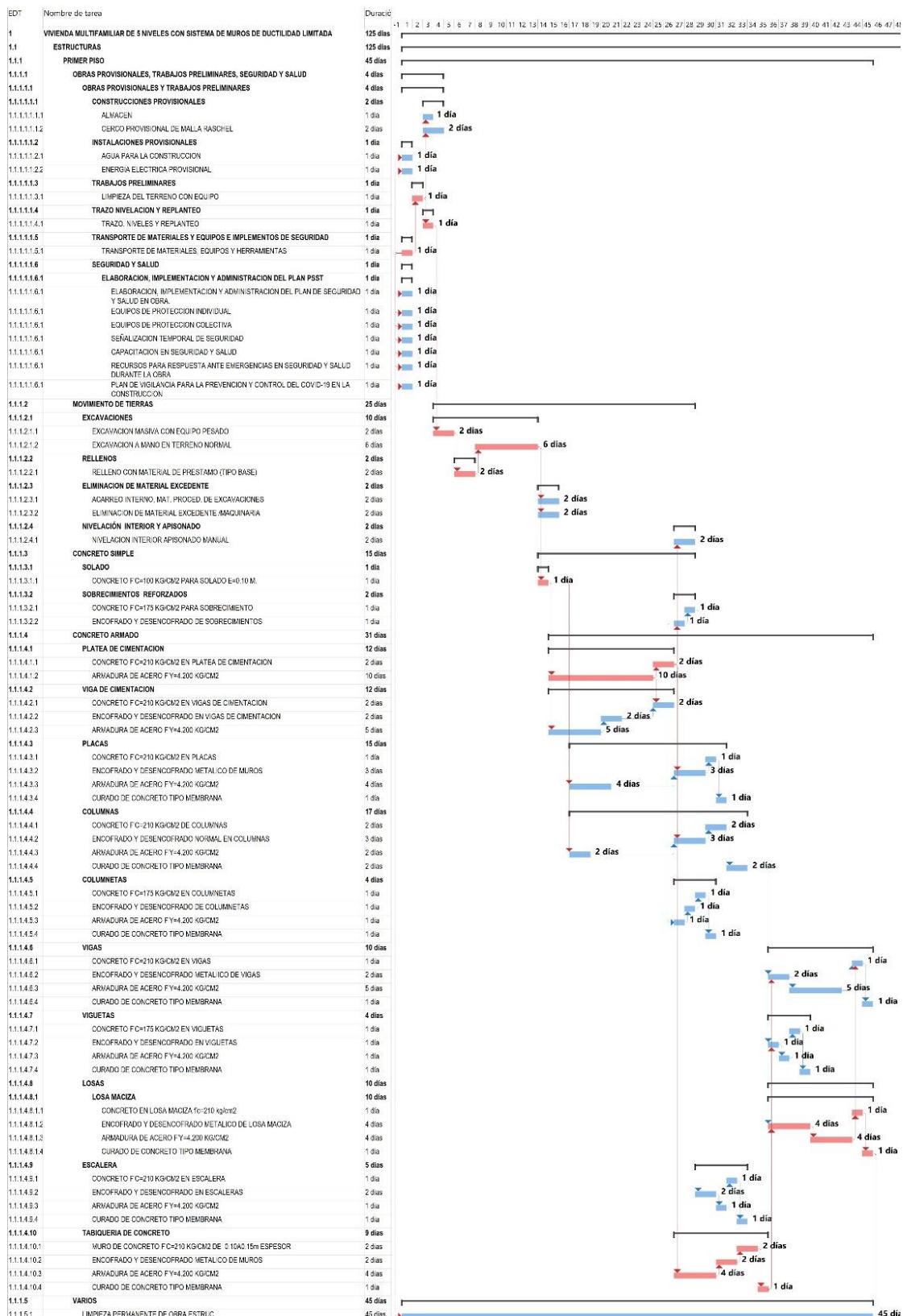


Figura 12. Diagrama de Gantt - Rutas del piso 1 de una vivienda multifamiliar con sistemas de Muros de Ductilidad Limitada

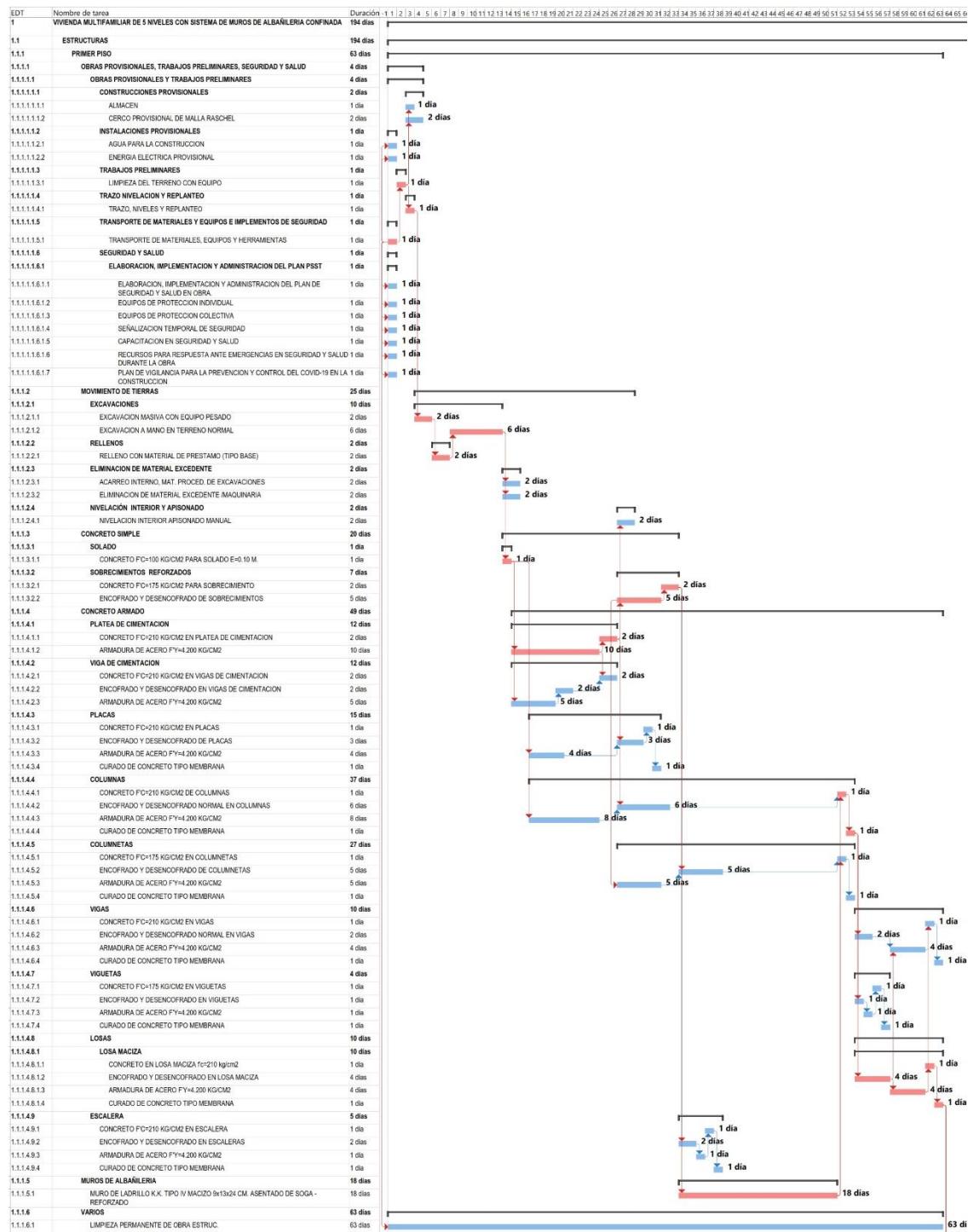


Figura 13. Diagrama de Gantt - Rutas del piso 1 de una vivienda multifamiliar con sistemas de muros de Albañilería Confinada

En la figura 12 y 13, se observa la programación de trabajos del piso 1 la cual comprende 45 días de ejecución en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada y 63 días en el sistema de muros de Albañilería Confinada. En

ambos sistemas, las actividades en los primeros 19 días son las mismas en el orden y tiempo indicado tales como las instalaciones provisionales de agua para la construcción y energía eléctrica provisional simultáneamente con las acciones de seguridad y salud, siendo imprescindible el transporte de materiales y equipos que se realizan en 4 días. A partir del quinto día se realizan los trabajos preliminares de limpieza del terreno, cercado provisional y acople de un almacén, posterior se realiza el trazo, niveles y replanteos necesarios.

Las actividades de movimiento de tierras de las excavaciones y rellenos se programan en 8 días, luego se eliminan los excedentes para pasar a las actividades de concreto simple en el solado y en el concreto armado de la platea de cimentación que toma 2 días con el sistema ductilidad a diferencia de los 12 días en el sistema de albañilería y en los sobrecimientos reforzados de 2 días a 7 días.

La nivelación interior y apisonado se realiza en dos días y los trabajos en las placas también están programados por igual. El trabajo en las columnas y columnetas infiere en el encofrado y armadura por cuanto en el sistema de ductilidad están programados en 17 días para las columnas y 4 días para las columnetas a diferencia de los 37 días en columnas y 27 días en columnetas en el sistema de albañilería. La partida de tabiquería de concreto es una actividad que solo se realiza en el sistema de ductilidad limitada y requiere de 9 días; en cambio en el sistema de albañilería se realiza los muros de albañilería en 18 días.

Tabla 23

*Incidencia de partidas críticas en tiempo de ejecución – 2º, 3º, 4º piso*

ITEM	DESCRIPCIÓN	DL		AC	
		DÍAS	% INC.	DÍAS	% INC.
1.1.2.1.2	Columnas	0	0.00	2	6.45
1.1.2.1.6	Losas	10	52.63	10	32.26
1.1.2.1.8	Tabiquería de concreto	9	47.37	0	0.00
1.1.2.2	Muros de albañilería	0	0.00	19	61.29
		<b>19</b>	<b>100.00</b>	<b>31</b>	<b>100.00</b>

*Elaboración propia*

En el sistema de Muros de Ductilidad Limitada, el tiempo de ejecución de los pisos 2, 3 y 4 comprende 19 días por piso, es decir un total de 57 días, en comparación con el sistema de muros de Albañilería Confinada donde cada piso requiere 31 días, haciendo un total de 93 días de ejecución.

En estos pisos, el sistema de Muros de Ductilidad Limitada detalla partidas de columnas y tabiquería de concreto, las que son actividades que no se realizan en el sistema de Albañilería Confinada; observando una gran diferencia en este último por comprender 9 días de ejecución en comparación con los trabajos de muros de albañilería que requiere 19 días en un piso y 57 días en los 3 pisos.

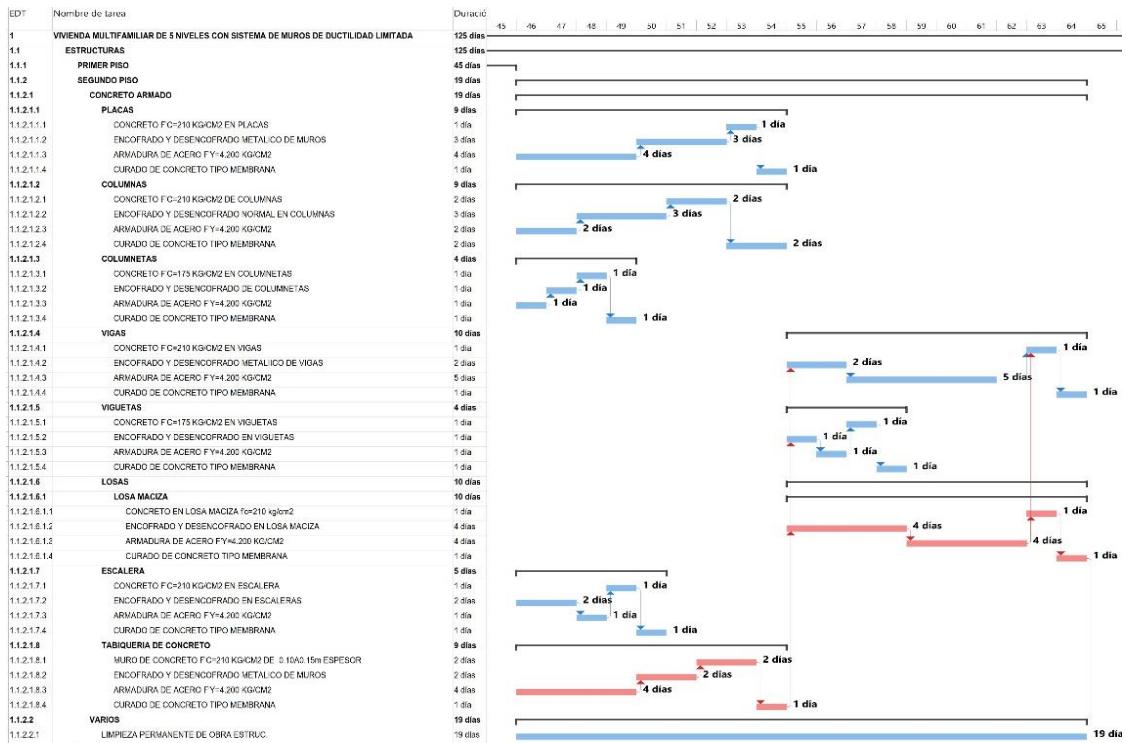


Figura 14. Diagrama de Gantt - Rutas del piso 2, 3 y 4 de una vivienda multifamiliar con sistemas de muros de Ductilidad Limitada

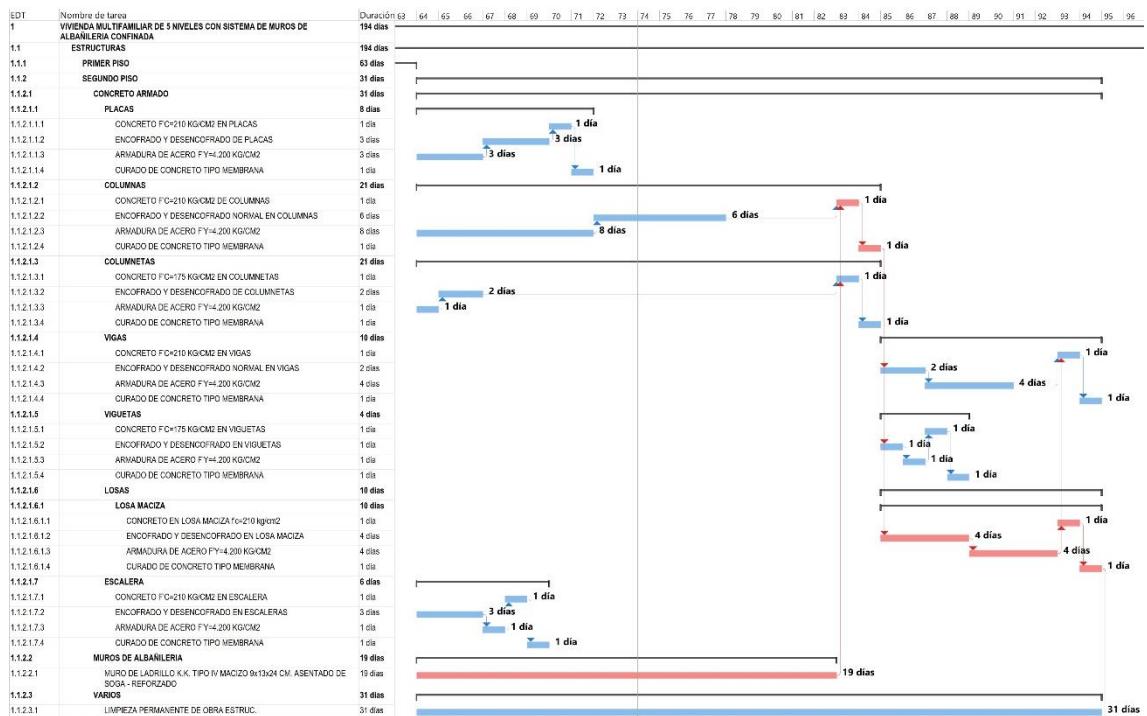


Figura 15. Diagrama de Gantt - Rutas del piso 2, 3 y 4 de una vivienda multifamiliar con sistemas de muros de Albañilería Confinada

En la figura 14 y 15, se observa que el tiempo de ejecución en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada comprende 45 días y en el sistema de muros de Albañilería Confinada comprende 63 días. No existen diferencias en la ruta y tiempo de ejecución entre los pisos 2, 3 y 4 para cada sistema constructivo.

Sin embargo, la diferencia en los tiempos de cada piso se debe principalmente a los trabajos de encofrado y desencofrado, y armadura de acero de las columnas y columnetas; en el sistema de ductilidad están programados en 9 días para las columnas y 4 días para las columnetas a diferencia de los 21 días en columnas y 21 días en columnetas en el sistema de albañilería. Así mismo, se observa que la tabiquería de concreto solo se realiza en el sistema de ductilidad limitada programada por 9 días; en cambio en el sistema de albañilería se realiza los muros de albañilería en 19 días.

*Tabla 24*

*Incidencia de partidas críticas en tiempo de ejecución – 5º piso*

ITEM	DESCRIPCIÓN	DL		AC	
		DÍAS	% INC.	DÍAS	% INC.
1.1.5.1.2	Columnas	0	0.00	4	10.53
1.1.5.1.6	Losas	13	56.52	12	31.58
1.1.5.1.8	Tabiquería de concreto	10	43.48	0	0.00
1.1.5.2	Muros de albañilería	0	0.00	22	57.89
<i>Total</i>		<b>23</b>	<b>100.00</b>	<b>38</b>	<b>100.00</b>

*Elaboración propia*

El tiempo de ejecución de los trabajos del piso 5º comprende 23 días en el sistema de ductilidad limitada y 38 días en el sistema de Albañilería Confinada. Las partidas columnas y muros de albañilería comprenden actividades que no se realizan en el sistema de ductilidad limitada; siendo los muros de albañilería la que comprende 22 días de ejecución en comparación con los trabajos de tabiquería de concreto que requiere 10 días.

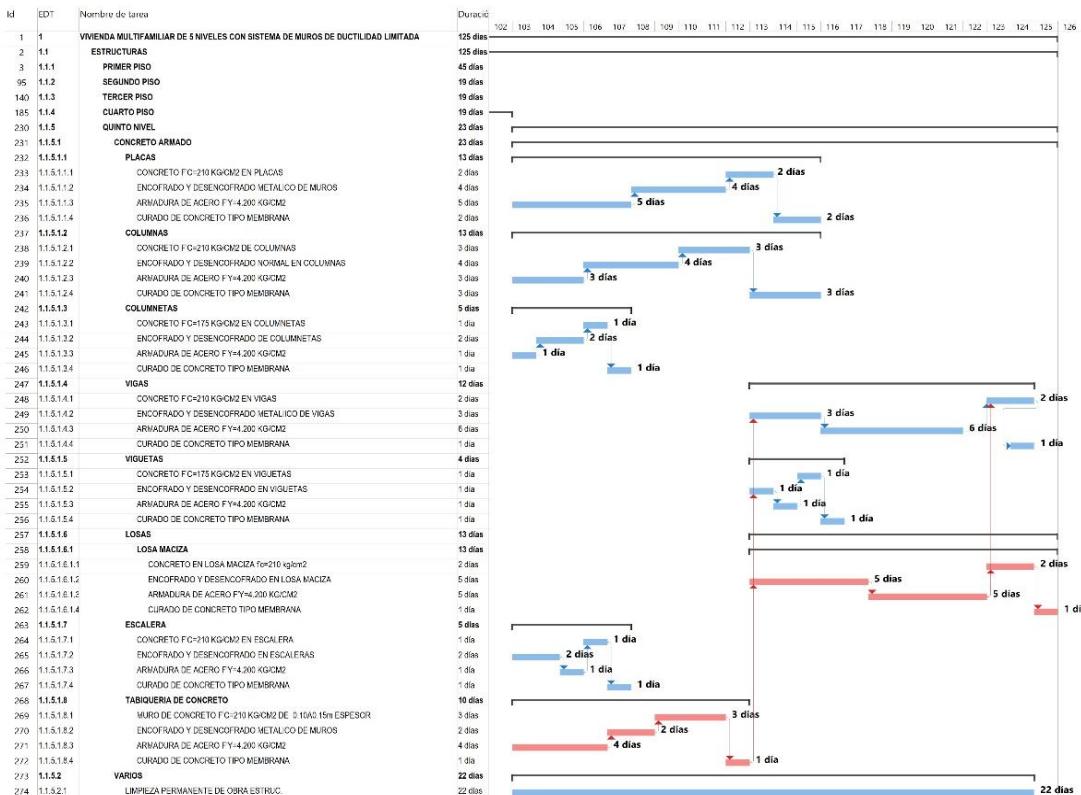


Figura 16. Diagrama de Gant - Rutas del piso 5 de una vivienda multifamiliar con sistemas de Muros de Ductilidad Limitada

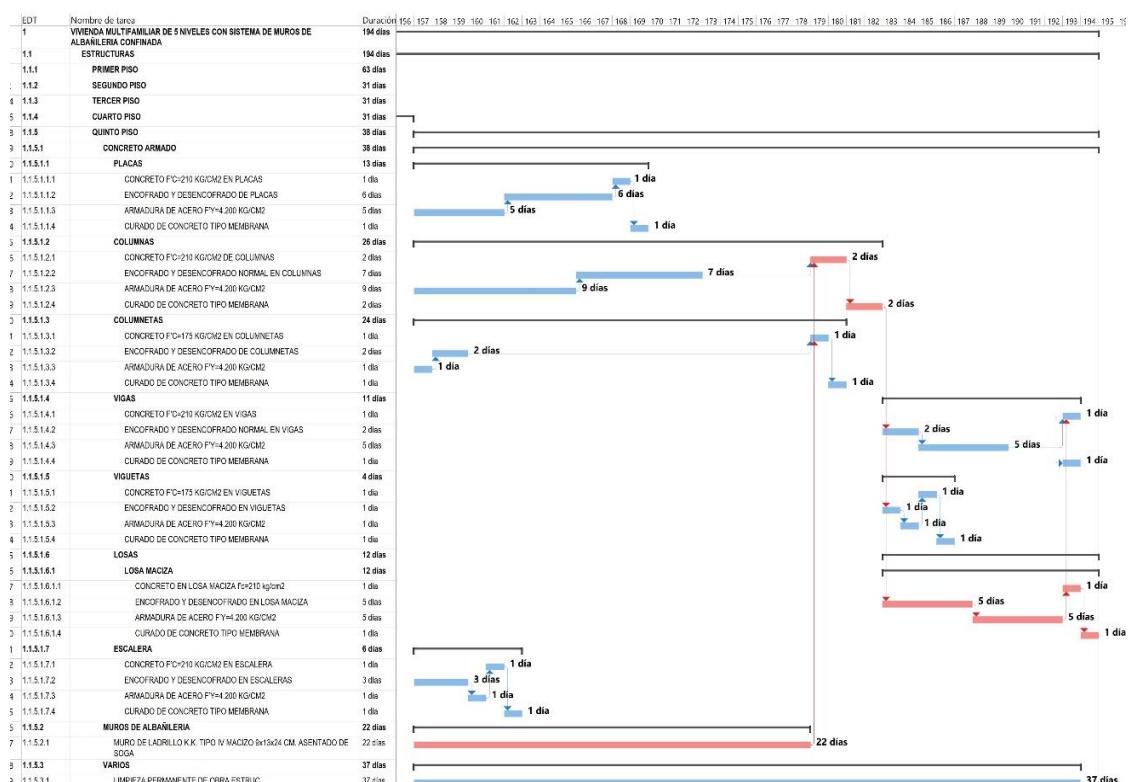


Figura 17. Diagrama de Gant - Rutas del piso 5 de una vivienda multifamiliar con sistemas de muros de Albañilería Confinada

En la figura 16 y 17, se observa que el tiempo de ejecución en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada comprende 23 días y en el sistema de muros de Albañilería Confinada comprende 38 días en el piso 5.

Al igual que en todos los pisos, las diferencias en los tiempos se deben los trabajos de encofrado y desencofrado, y armadura de acero de las columnas y columnetas; en el sistema de ductilidad están programados en 13 días para las columnas y 5 días para las columnetas a diferencia de los 26 días en columnas y 24 días en columnetas en el sistema de albañilería. Así mismo, se observa que la tabiquería de concreto solo se realiza en el sistema de ductilidad limitada programada por 10 días; en cambio en el sistema de albañilería se realiza los muros de albañilería en 22 días. El incremento de días se debe en cada partida se debe a la altura del piso.

## 4.2. DISCUSIÓN

EL sistema de MDL presenta menos desplazamientos, debido a su factor de reducción sismica (3) mientras que el sistema de AC (4); así mismo el MDL al contener en su mayor parte concreto presentan un grado mayor de rigidez. Las investigaciones de Navarro & Osorio, Quiroz (2016) que comparan el comportamiento estructural de ambos sistemas encuentran que estos cumplen con los requerimientos mínimos de la norma y ante amenazas sísmicas de gran magnitud, de la misma manera Lingán (2018) concluye que ambos sistemas cumplen con la limitación de derivas máximas de la norma, el sistema de AC contempla más deformaciones siendo más dúctil a comparación del sistema MDL con menos deformación y tiende a ser más rígido. Santoyo (2015) en sus resultados muestran que los dos sistemas tienen comportamientos apropiados para contrarrestar y hacer frente a movimientos sísmicos, debido a que siguen los lineamientos y parámetros decretados en el RNE de Perú; sin embargo, el sistema de MDL presenta mejor comportamiento estructural frente a eventos sísmicos.

El sistema de MDL al ser industrializado presenta ventajas en cuanto a plazo de ejecución sobre el sistema de AC, puesto que contiene partidas repetitivas lo que permite ahorrarse en trabajo de estar encofrando piso por piso. Estos resultados se sustentan en la investigación de Santoyo (2015) donde demuestra que el sistema MDL es mas eficiente en cuanto a los tiempos de ejecución.

Por otro lado, el sistema de MDL tiene desventajas económicas ante el sistema de AC debido a que presenta mayores costos directos en el tiempo de ejecución de la obra a nivel de estructuras a causa de la partida de encofrado metálico que no es comercial en la zona y la gran cantidad de material de concreto empleado. Estos resultados concuerdan con Navarro & García (2020) donde el sistema de MDL tiene un sobrecosto del 30 % frente al sistema de AC debido a los materiales y sistemas constructivos que se emplean en el modelamiento. Sin embargo, Santoyo (2015) discrimina en la conclusión por cuanto sus resultados muestran niveles de costos mas bajos que el AC.

## **CONCLUSIONES**

- Se verificó que los sistemas estructurales cumplen con los criterios de diseño establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Adicionalmente se verificó también que los Muros de Ductilidad Limitada (MDL X=0.000659 e Y=0.00086) tiene menos desplazamiento y/o derivas respecto a Albañilería Confinada (AC X=0.001759 e Y=0.001384). Esta diferencia permite tener mejores resultados ante un evento sísmico de gran magnitud, garantizando un buen comportamiento sísmico en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.
- El sistema estructural de ductilidad limitada tiene un sobrecosto del 13.42% con un presupuesto de S/. 621,437.17 en comparación con el sistema estructural Albañilería Confinada la cual tiene un presupuesto de S/. 547,912.70, esto debido a la diferencia de materiales y al encofrado metálico no tradicional de la zona.
- En los tiempos de ejecución, el sistema estructural de Albañilería Confinada se ejecuta en 194 días y el de ductilidad limitada en 125 días; se podría ahorrar un 35.6% (según la tabla N°21) del tiempo total de ejecución (caso 02), que es favorable tanto para el inversionista como para el proyectista, permitiendo llegar a tiempo a las metas del proyecto y podría ser un mejor sistema a usar en futuras viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.

## **RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS**

- Debido a que en ambos sistemas se diseñaron al punto de un buen comportamiento sísmico y que cumplan con los parámetros establecidos por la norma, se recomienda que para elegir uno de estos sistemas se evalúe el tema económico y tiempo de ejecución.
- Se recomienda que para el sistema de Muros de Ductilidad Limitada por tener grandes cantidades de áreas a encostrar, se utilice el encofrado metálico para acelerar el proceso constructivo, mientras que para el sistema de Albañilería Confinada el uso de encofrado de madera, por tener pequeñas áreas para encostrar.
- Se recomienda el uso del sistema de Albañilería Confinada debido a que el precio de costo directo en la especialidad de estructuras es de 547,912.70 S/. permitiendo un ahorro del 13.42%. Ahora bien si el proyecto contemplaría la especialidad de arquitectura el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada tendría gran ventaja porque se ahorraría lo que corresponde el tema de tarajeo de muros.
- Se sugiere realizar un correcto y adecuado proceso constructivo en ambos sistemas estructurales a fin de no tener problemas de fallas estructurales en un futuro, asimismo se recomienda un control de calidad de los materiales para cumplir con los criterios indicados en el reglamento nacional de edificaciones E-060.
- Se recomienda evaluar a profundidad cada sistema y sus características particulares, para tomar decisión del sistema que convenga usar para un próximo proyecto, y que beneficien a la persona que buscan mayor rentabilidad para su inversión como para las personas que habitaran en estas viviendas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2007). *Análisis y diseño de edificaciones de albañilería*. Lima: San Marcos.
- Aguiar, R. (2008). *Análisis sísmico de edificios*. Quito.
- Arteaga, S., Malavé, J., & Olival, J. (2017). Comparación del diseño de muros estructurales de concreto armado según FONDONORMA 1753:2006 y ACI 318-14. *Revista de Ingeniería UC*, 24(1), 125-137.
- Blondet, M. (2012). *Construcción y mantenimiento de viviendas de albañilería*. Earthquake Engineering Research Institute.
- Cáceres, A., & Enriquez, L. (2017). *Análisis de costos, diseño sismoresistente-estructural comparativo entre los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería estructural de un edificio multifamiliar*. Universidad Nacional de San Augustín, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Arequipa: Facultad de Ingeniería Civil.
- Ceballos, A. (2019). *Introducción a los sistemas estructurales*.
- Cueto, R. R. (2019). *“Diseño de edificación multifamiliar empleando sistema de entrepisos de viguetas prefabricadas de acero en el distrito de Surquillo, Lima”*. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- CYPE. (10 de Enero de 2019). CYPE Peru. Obtenido de CYPE Ingenieros: <https://www.cype.pe/muros-tension-plana/>
- Díaz, M. A. (2021). *Revisión de criterios de diseño de edificaciones con muros de ductilidad limitada, establecidos en las normas de estructuras peruanas y planteamiento de propuesta de actualización*. Lima.

- Enríquez, A. R., & López, C. I. (2017). *Análisis del diseño sismo resistente en estructuras elaboradas con mampostería confinada, aplicadas en edificaciones mayores a dos pisos de altura*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3728>
- Fernades, E. (2011). *Regularización de asentamientos informales en América Latina*. Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy.
- Guerrero, N. A. (2021). “*Evaluación estructural del bloque “B1” de la I.E. Jaén de Bracamoros, de la ciudad de Jaén, 2019*”. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Hernandez, R. S., Fernandez, C. C., & Baptista, M. L. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: Mc Graw Hill.
- Intituto Nacional de Estadística e Informática. (Agosto 2018). *Perú: Perfil Sociodemocrático Informe Nacional, Censos Nacionales 2017*. LIMA: INEI.
- Lingán , S. (2018). *Análisis y diseño estructural comparativo entre los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada para una vivienda multifamiliar (Tesis de Pregrado)*. Trujillo: Universidad César Vallejo.
- López, G. R., & Verduga, J. B. (2019). *Evaluación del riesgo sísmico de estructuras de ductilidad limitada en la parroquia de Alóag, provincia de Pichincha*. Tesis de pregrado, Universidad Central de Ecuador, Quito.
- Mauricio, L. P. (2019). “*Respuesta sísmica y evaluación económica entre el sistema estructural de albañilería confinada y muros de ductilidad limitada en edificación unifamiliar de 4 pisos atípicos*”. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.

Medina, R., & Blanco, A. (12 de febrero de 2015). *Manual de Construcción para Maestros de Obra*. Perú: Coporación Aceros Arequipa. Obtenido de Aceros Arequipa: <https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-de-construcion-para-maestros-de-obra.pdf>

Merodio, J. J., & Vásquez, W. A. (2022). *Estudio comparativo del comportamiento y diseño estructural de un edificio multifamiliar de 5 pisos diseñado con los sistemas de albañilería confinada y muros de ductilidad limitada en suelo flexible en la ciudad de Piura*. Tesis de pregrado, Universidad Privada de Ciencias Aplicadas, Piura.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (9 de Junio de 2006). Norma Técnica E.020:Cargas. *Diario Oficial El Peruano*, págs. 1-20.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (8 de Mayo de 2006). Norma técnica NTP E.070 Albañilería. Lima, Lima, Perú: Diario Oficial el Peruano.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (8 de Mayo de 2009). NTP E.060: Concreto Armado. Lima, Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano.

Ministerio de Vivienda Contrucción y Saneamiento. (24 de Enero de 2016). NTP E.030: Diseño Sismorresistente. Lima, Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano.

Montero. (2021). *Análisis de cargas gravitacionales*. Universidad de las Américas Puebla.

Morales, R. F. (2013). Deformaciones de las estructuras. *Revista de la Universidad de Mendoza*, 14. Obtenido de <https://core.ac.uk/reader/268219527>

Navarro, R. J., & Osorio, M. G. (2020). *Ánalisis comparativo de un edificio de muros de ductilidad limitada de 5 niveles con otro de albañilería distrito de*

*Pucusana.* Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma, Lima. Obtenido de [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3567/CIV-T030\\_74844414\\_T%20%20%20NAVARRO%20GARCIA%20RAFAEL%20JUNIOR.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3567/CIV-T030_74844414_T%20%20%20NAVARRO%20GARCIA%20RAFAEL%20JUNIOR.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

PTC. (21 de Junio de 2022). *PTC.* Obtenido de  
[http://support.ptc.com/help/creo/creo\\_pma/spanish/index.html#page/simulate/mech\\_des/analysis/AboutDynamicAnalysis.html](http://support.ptc.com/help/creo/creo_pma/spanish/index.html#page/simulate/mech_des/analysis/AboutDynamicAnalysis.html)

Quintana, L. (2022). *Fundamentos sismorresistentes en edificaciones de concreto armado.* Inesa Tech.

Quiroz Cruzado, C. M. (2016). “*Comparación del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar proyectada mediante los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca*”. Lima: Universidad privada del norte.

Quiroz, C. M. (2016). *Comparación del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar proyectada mediante los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca (Tesis de Pregrado).* Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte, Cajamarca. Obtenido de  
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10254/Quiroz%20Cruzado%20C%C3%A1sar%20Mart%C3%ADn.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Ramos, J. (2018). *Costos y presupuestos en edificaciones.* Macro.

San Bartolomé, A. (1994). *Construcciones de albañilería. Comportamiento sísmico y diseño estructural.* Fondo Editorial.

- San Bartolomé, A., & Ríos, R. (2013). Comportamiento a fuerza cortante de muros delgados de concretos reforzados en su zona central con barras de acero, fibra de polipropileno y con fibra de acero. *scielo*, 1(1).
- Sánchez, D., & González, R. (2011). *Cálculo de elementos estructurales*. Barcelona: Publicaciones Académiques UPC. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.3/36660/9788476539125.pdf>
- Santoyo, J. C. (2015). *Análisis y diseño estructural comparativo entre el sistema de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada de una vivienda en la ciudad de Lircay (Tesis de Pregrado)*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Tolentino, J. (2019). *Análisis comparativo entre muros de ductilidad limitada y muros de albañilería confinada para un edificio de vivienda social de departamentos, Piura 2018 (Tesis de pregrado)*. Trujillo: Universidad Privada de Trujillo.
- Villacorta, J. J. (2019). “*Aplicación del sistema estructural MDL en una vivienda multifamiliar de 5 niveles en el distrito de Calleria- Pucallpa*”. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali.

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de consistencia de la investigación

### **TITULO: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA Y ALBAÑILERÍA CONFINADA DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES EN EL DISTRITO DE CALLERÍA – CORONEL PORTILLO – UCAYALI – 2021”**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES DE ESTUDIO / DIMENSIONES / INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Cuáles serán los resultados del análisis comparativo entre los sistemas de Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ¿Cuál es el sistema estructural de mejor comportamiento sísmico en viviendas multifamiliares de cinco niveles diseñados con Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021?</li> <li>✓ ¿Cuál es el sistema estructural de menor costo en viviendas multifamiliares de cinco niveles diseñados con Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada en el distrito de Callería – provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021?</li> <li>✓ ¿Cuál es el sistema estructural de menor tiempo de ejecución en viviendas multifamiliares de cinco niveles diseñados con Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada en el distrito de Callería – provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021?</li> </ul>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Determinar los resultados del análisis comparativo entre los sistemas de Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Describir el sistema estructural de mejor comportamiento sísmico en viviendas multifamiliares de cinco niveles diseñados con Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada en el distrito de Callería – provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.</li> <li>✓ Describir el sistema estructural de menor costo en viviendas multifamiliares de cinco niveles diseñados con Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada en el distrito de Callería – provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.</li> <li>✓ Describir el sistema estructural de menor tiempo de ejecución en viviendas multifamiliares de cinco niveles diseñados con Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada en el distrito de Callería – provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.</li> </ul>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b> El sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada presenta mejores resultados en el análisis comparativo con respecto al de Albañilería Confinada, en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada es el de mejor comportamiento sísmico comparado al de Albañilería Confinada, en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.</li> <li>✓ El sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada es el de menor costo comparado al de Albañilería Confinada, en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.</li> <li>✓ El sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada es el de menor tiempo de ejecución comparado al de Albañilería Confinada, en el diseño de viviendas multifamiliares de cinco niveles en el distrito de Callería – Provincia de Coronel Portillo – Ucayali – 2021.</li> </ul>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> Diseño de una vivienda multifamiliar de cinco niveles con el sistema estructural de Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada.</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Comportamiento estructural.</li> <li>✓ Presupuesto.</li> <li>✓ Tiempo de ejecución.</li> </ul> <p><b>DIMENSIONES / INDICADORES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diseño sísmico.</li> <li>✓ Análisis de costos</li> <li>✓ RNE</li> <li>✓ Programación de partidas</li> <li>✓ Variación dimensional de elementos estructurales.</li> <li>✓ Precios unitarios.</li> <li>✓ Parámetros normativos</li> <li>✓ Tiempo estimado.</li> </ul>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El tipo de investigación de acuerdo al fin que se persigue es <b>teórica, básica o pura</b>.</li> <li>- De acuerdo a los tipos de datos analizados es: <b>Cuantitativa</b>, pues plantea que una forma confiable para conocer la realidad es a través de la recolección y análisis de datos, con lo que se podría contestar las preguntas de la investigación y probar las hipótesis.</li> <li>- De acuerdo a la metodología para demostrar la hipótesis es: <b>No Experimental – Descriptiva</b>, porque se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para analizarlos con posterioridad, además que investiga y determina las propiedades más representativas de los objetos de estudio.</li> </ul> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b> El nivel de investigación es: <b>Descriptivo</b></p>

**Anexo 2. Panel fotográfico del estudio de mecánica de suelos**

**Vista previa del terreno**

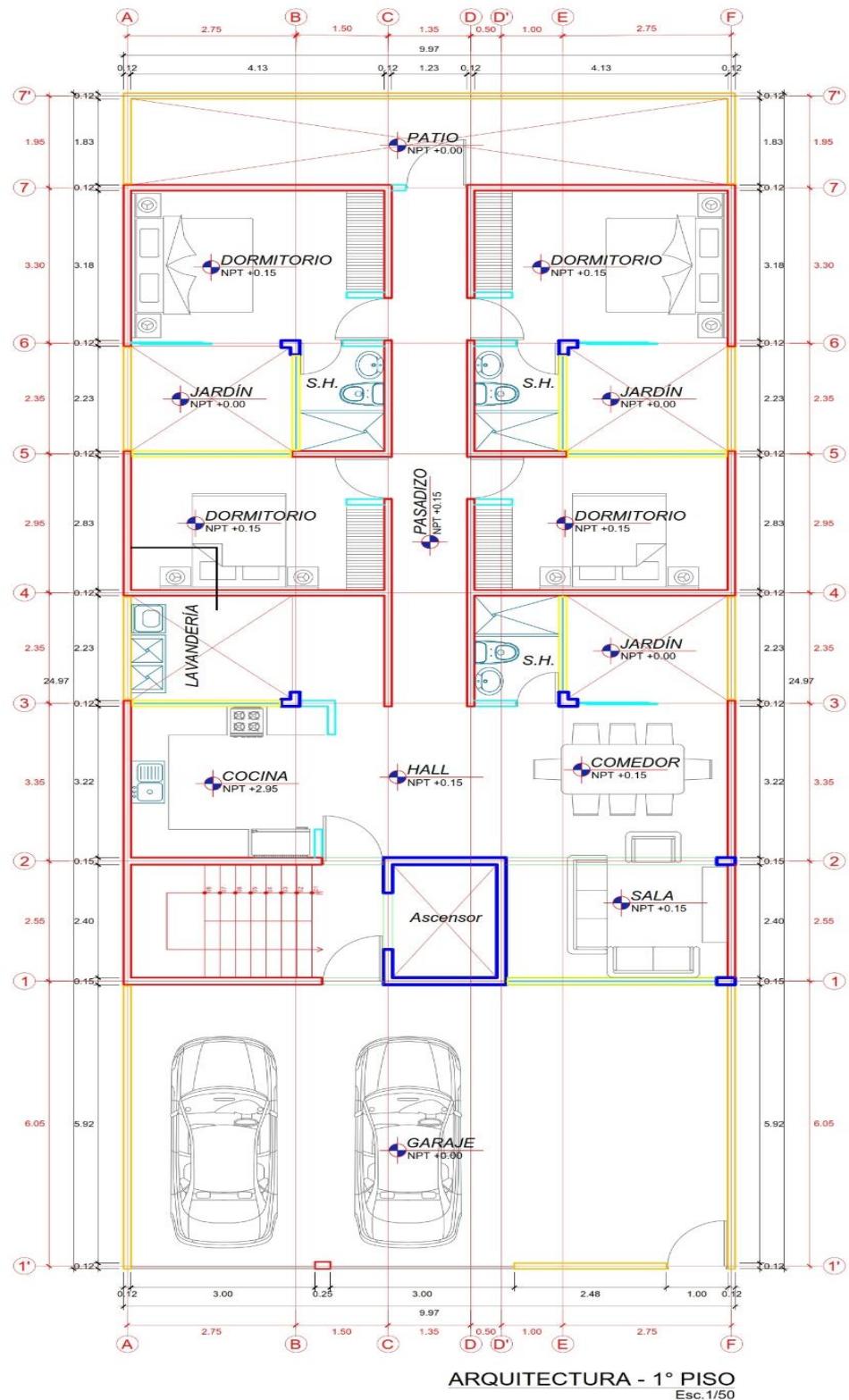


## **Excavación de calicata**

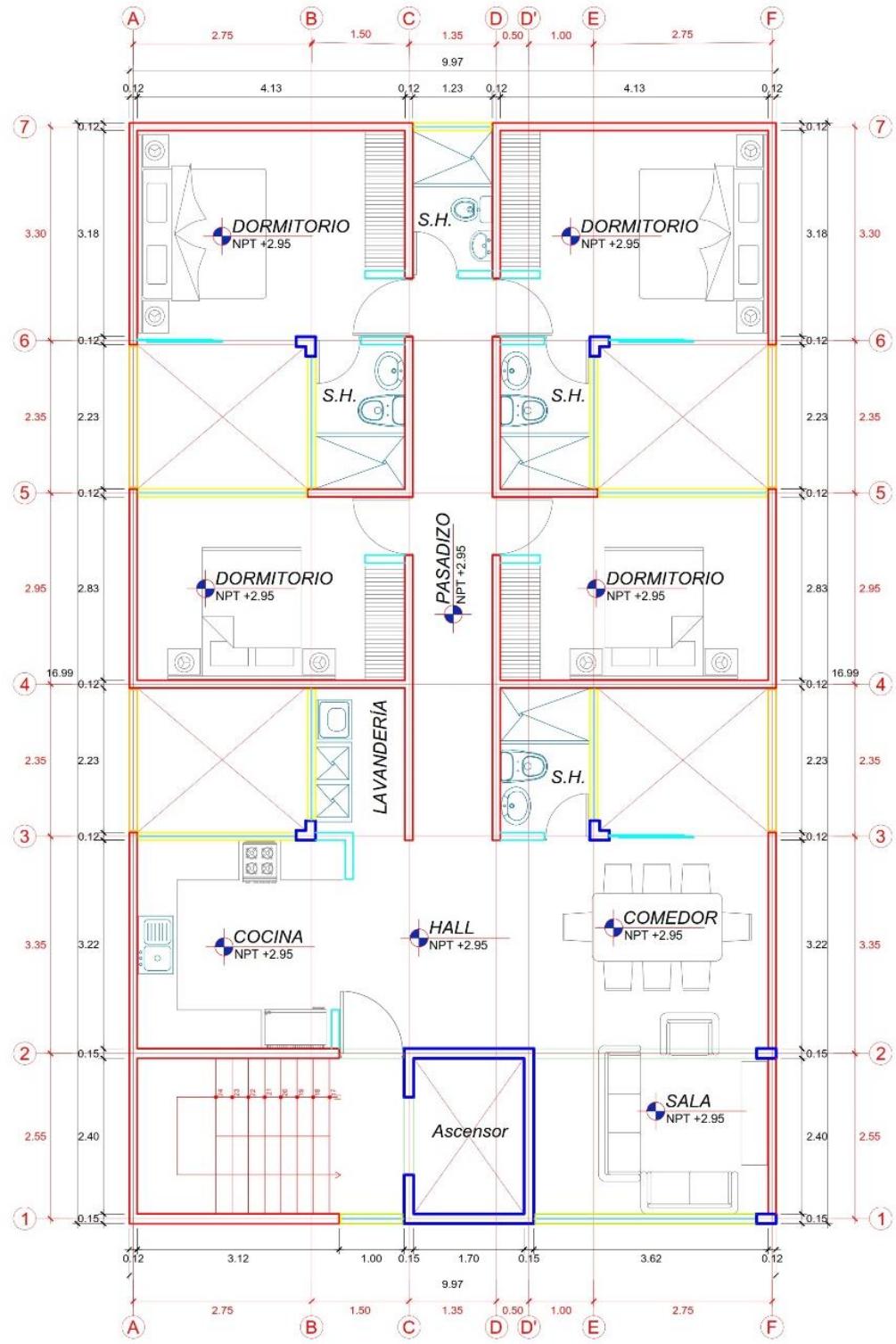


### Anexo 3. Planos de distribución arquitectónica

- ✓ Vivienda multifamiliar con sistema estructural de muros de ductilidad limitada  
– 1º piso

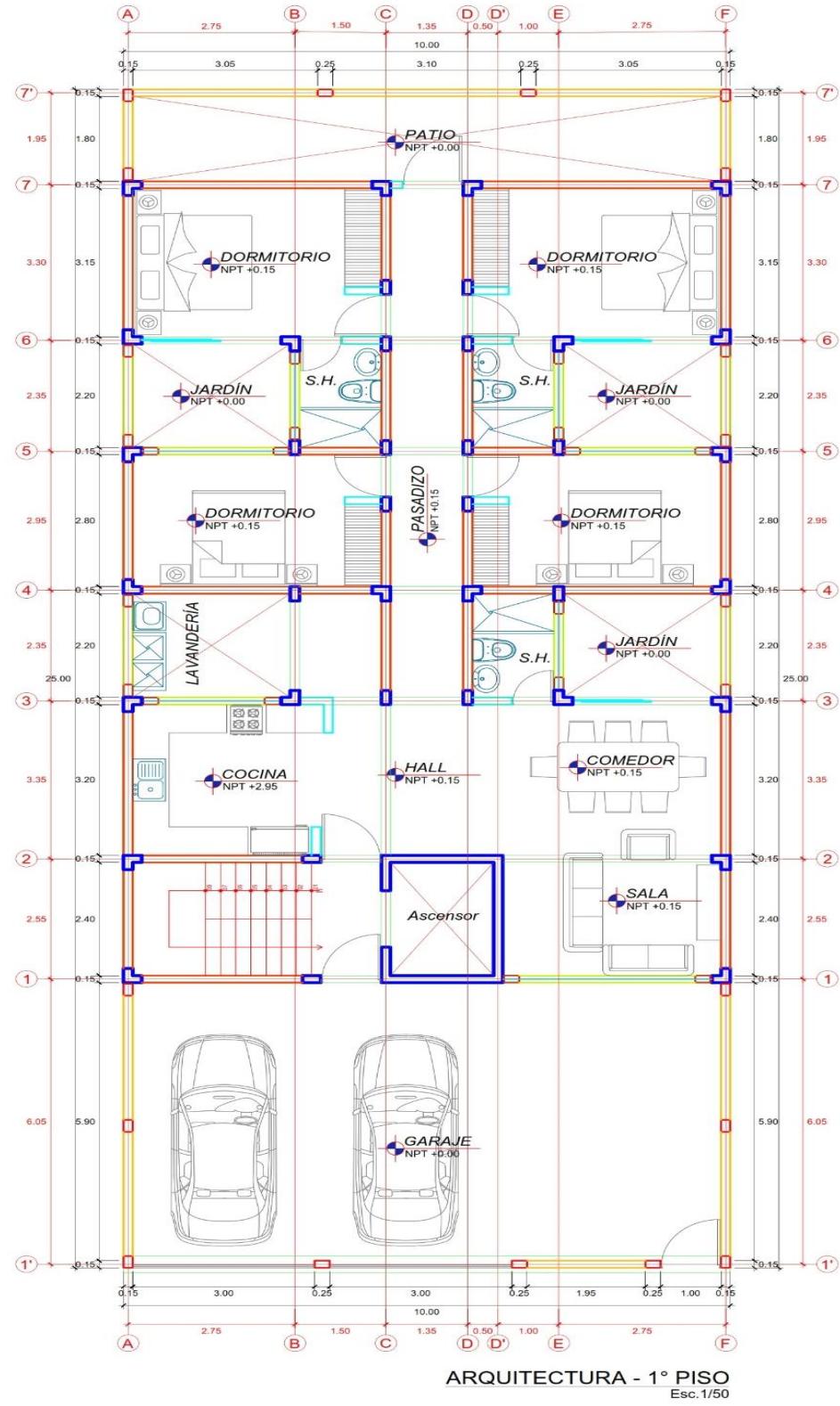


- ✓ Vivienda multifamiliar con sistema estructural de muros de ductilidad limitada – 2°, 3°, 4°, 5° piso

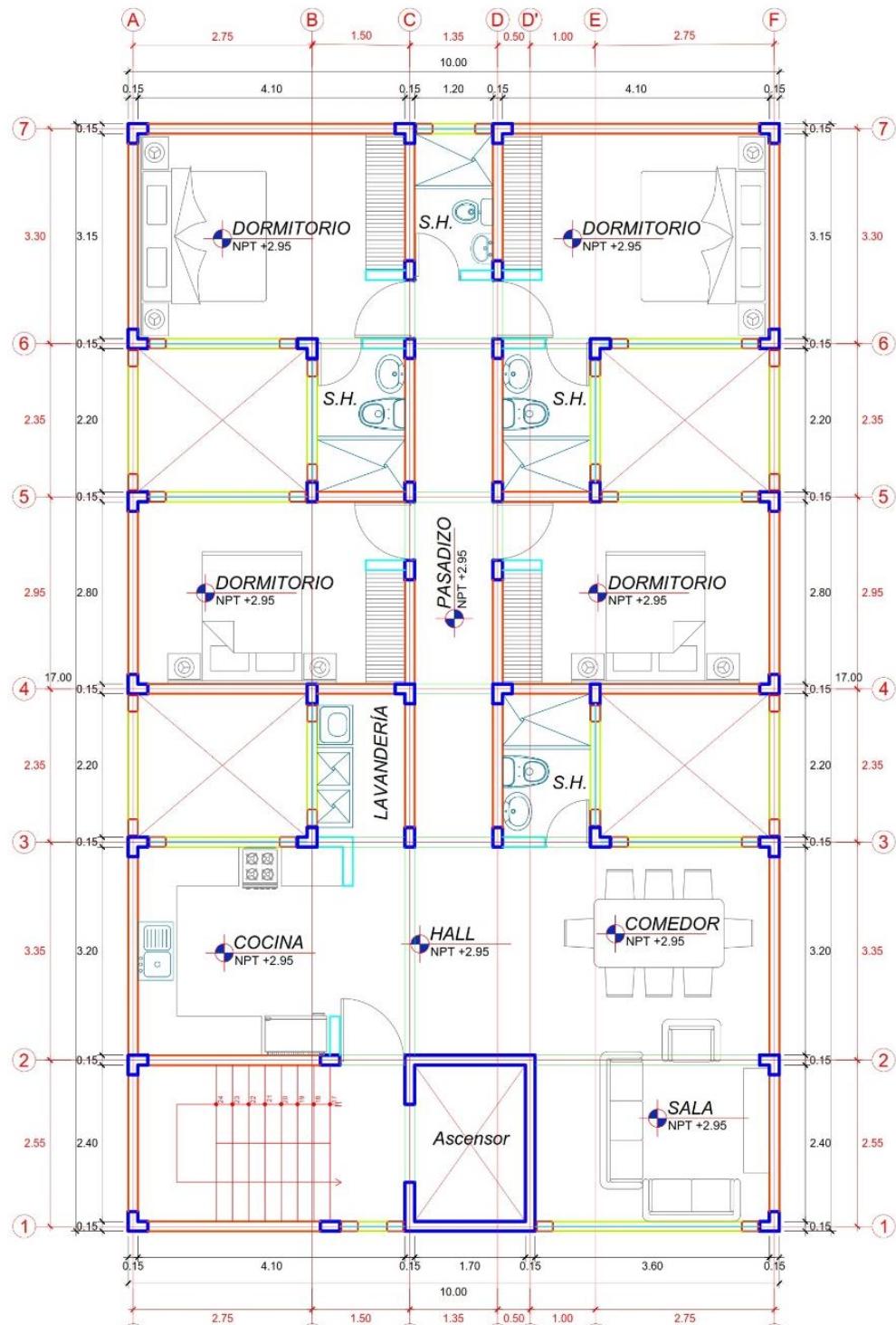


**ARQUITECTURA - 2°,3°,4°,5° PISO**  
Esc.1/50

- ✓ Vivienda multifamiliar con sistema estructural de albañilería confinada – 1º piso



- ✓ Vivienda multifamiliar con sistema estructural de albañilería confinada – 2°, 3°, 4°, 5° piso



ARQUITECTURA - 2°, 3°, 4°, 5° PISO  
Esc. 1/50

## Anexo 4. Presupuestos

PRESUPUESTO DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA						
PROYECTO	VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 05 NIVELES CON MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	
FECHA:	MAYO-2022					
PRESENTADO:	Bach. Marcos Paulo Saldaña seopa, Bach. Kevin parker saenz gamboa					
Item	Descripción					
01	ESTRUCTURAS					
01.01	PRIMER PISO					
01.01.01	OBRA PROVISIONAL, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD					
01.01.01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES					
01.01.01.01.01	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES					
01.01.01.01.01.01	ALMACEN	m2	16.00	66.60	1,065.60	
01.01.01.01.01.02	CERCOS PROVISIONAL DE MALLA RASHEL	m1	70.00	22.57	1,579.90	
01.01.01.01.02	INSTALACIONES PROVISIONALES					
01.01.01.01.02.01	AGUA PARA LA CONSTRUCCION	gib	1.00	600.00	600.00	
01.01.01.01.02.02	ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	gib	1.00	1,200.00	1,200.00	
01.01.01.01.03	TRABAJOS PRELIMINARES					
01.01.01.01.03.01	LIMPIEZA DEL TERRENO CON EQUIPO	m2	172.42	4.69	808.65	
01.01.01.01.04	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO	m2	172.40	4.33	746.49	
01.01.01.01.05	TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS E IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD					
01.01.01.01.05.01	TRANSPORTE DE MATERIALES EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	gib	1.00	1,400.00	1,400.00	
01.01.01.01.06	SEGURIDAD Y SALUD					
01.01.01.01.06.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN PSST					
01.01.01.01.06.01.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA.	gib	1.00	1,200.00	1,200.00	
01.01.01.01.06.01.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	GLB	1.00	939.00	939.00	
01.01.01.01.06.01.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	GLB	1.00	1,760.00	1,760.00	
01.01.01.01.06.01.04	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	gib	1.00	2,000.00	2,000.00	
01.01.01.01.06.01.05	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	gib	1.00	1,800.00	1,800.00	
01.01.01.01.06.01.06	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA OBRA	gib	1.00	1,500.00	1,500.00	
01.01.01.01.06.01.07	PLAN DE VIGILANCIA PARA LA PREVENCION Y CONTROL DEL COVID-19 EN LA CONSTRUCCION	gib	1.00	1,500.00	1,500.00	
01.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
01.01.02.01	EXCAVACIONES					
01.01.02.01.01	EXCAVACION MASIVA CON EQUIPO PESADO	m3	258.70	13.53	3,500.21	
01.01.02.01.02	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL	m3	29.40	59.33	1,744.30	
01.01.02.02	RELENOS					
01.01.02.02.01	RELENDO CON MATERIAL DE PRESTAMO (TIPO BASE)	m3	336.31	108.75	36,573.71	
01.01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					
01.01.02.03.01	ACARREO INTERNO, MAT. PROCED. DE EXCAVACIONES	m3	258.70	14.33	3,707.17	
01.01.02.03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE MAQUINARIA	m3	258.70	27.58	7,134.95	
01.01.02.04	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO					
01.01.02.04.01	NIVELACION INTERIOR A PISONADO MANUAL	m2	172.42	21.10	3,638.06	
01.01.03	CONCRETO SIMPLE					
01.01.03.01	SOLADO					
01.01.03.01.01	CONCRETO FC=100 KG/CM2 PARA SOLADO E=0.10 M.	m2	63.10	42.81	2,701.31	
01.01.03.02	SOBRECIMENTOS REFORZADOS					
01.01.03.02.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 PARA SOBRECIMENTO	m3	1.00	452.85	452.85	
01.01.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS	m2	14.35	45.81	657.37	
01.01.04	CONCRETO ARMADO					
01.01.04.01	PLATEA DE CIMENTACION					
01.01.04.01.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN PLATEA DE CIMENTACION	m3	34.50	471.81	16,277.45	
01.01.04.01.02	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	2,987.50	6.90	20,613.75	
01.01.04.02	VIGA DE CIMENTACION					
01.01.04.02.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN VIGAS DE CIMENTACION	m3	29.40	478.49	14,067.61	
01.01.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS DE CIMENTACION	m2	37.10	44.11	1,636.48	
01.01.04.02.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	3,256.80	6.90	22,471.92	
01.01.04.03	PLACAS					
01.01.04.03.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN PLACAS	m3	3.28	502.00	1,646.56	
01.01.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE MUROS	m2	44.18	57.04	2,520.03	
01.01.04.03.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	614.26	6.90	4,238.39	
01.01.04.03.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	44.18	3.17	140.05	
01.01.04.04	COLUMNAS					
01.01.04.04.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN COLUMNAS	m3	0.80	514.39	411.51	
01.01.04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	13.68	56.06	766.90	
01.01.04.04.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	255.02	6.90	1,759.64	
01.01.04.04.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	13.68	3.17	43.37	
01.01.04.05	COLUMNETAS					
01.01.04.05.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN COLUMNETAS	m3	1.58	454.62	718.30	
01.01.04.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNETAS	m2	21.10	53.56	1,130.12	
01.01.04.05.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	209.25	6.55	1,370.59	
01.01.04.05.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	21.10	3.17	66.89	
01.01.04.06	VIGAS					
01.01.04.06.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN VIGAS	m3	2.82	491.28	1,385.41	
01.01.04.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE VIGAS	m2	17.07	53.23	908.64	
01.01.04.06.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	943.15	6.90	6,507.74	
01.01.04.06.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	17.07	3.17	54.11	
01.01.04.07	VIGUETAS					
01.01.04.07.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN VIGUETAS	m3	0.92	462.35	425.36	
01.01.04.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGUETAS	m2	12.30	55.72	685.36	
01.01.04.07.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	78.10	6.55	511.56	
01.01.04.07.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	12.30	3.17	38.99	
01.01.04.08	LOSAS					
01.01.04.08.01	LOSA MACIZA					
01.01.04.08.01.01	CONCRETO EN LOSA MACIZA f'c=210 kg/cm2	m3	13.08	480.94	6,290.70	
01.01.04.08.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE LOSA MACIZA	m2	109.00	53.23	5,802.07	
01.01.04.08.01.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	642.52	6.90	4,433.39	
01.01.04.08.01.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	109.00	3.17	345.53	
01.01.04.09	ESCALERA					
01.01.04.09.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN ESCALERA	m3	2.21	507.59	1,121.77	
01.01.04.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	16.16	53.93	871.51	
01.01.04.09.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	187.70	6.90	1,295.13	

01.01.04.09.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	16.16	3.17	51.23
01.01.04.10	TABICUERIA DE CONCRETO				46,471.91
01.01.04.10.01	MURO DE CONCRETO FC=210 KG/CM2 DE 0.10A0.15m ESPESOR	m3	23.93	498.56	11,930.54
01.01.04.10.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE MUROS	m2	406.50	57.04	23,186.76
01.01.04.10.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	1,458.84	6.90	10,066.00
01.01.04.10.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	406.50	3.17	1,288.61
01.01.05	VARIOS				691.20
01.01.05.01	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA ESTRUC.	glb	1.00	691.20	691.20
01.02	SEGUNDO PISO				89,596.83
01.02.01	CONCRETO ARMADO				88,905.63
01.02.01.01	PLACAS				7,291.23
01.02.01.01.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN PLACAS	m3	3.22	502.00	1,616.44
01.02.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE MUROS	m2	43.40	57.04	2,475.54
01.02.01.01.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	443.72	6.90	3,061.67
01.02.01.01.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	43.40	3.17	137.58
01.02.01.02	COLUMNAS				2,426.78
01.02.01.02.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 DE COLUMNAS	m3	0.78	514.39	401.22
01.02.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	13.44	56.06	753.45
01.02.01.02.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	178.19	6.90	1,229.51
01.02.01.02.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	13.44	3.17	42.60
01.02.01.03	COLUMNETAS				2,487.00
01.02.01.03.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN COLUMNETAS	m3	1.24	454.62	563.73
01.02.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNETAS	m2	16.50	53.56	883.74
01.02.01.03.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	150.72	6.55	987.22
01.02.01.03.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	16.50	3.17	52.31
01.02.01.04	VIGAS				8,855.90
01.02.01.04.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN VIGAS	m3	2.82	491.28	1,385.41
01.02.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE VIGAS	m2	17.07	53.23	908.64
01.02.01.04.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	943.15	6.90	6,507.74
01.02.01.04.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	17.07	3.17	54.11
01.02.01.05	VIGUETAS				1,084.31
01.02.01.05.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN VIGUETAS	m3	0.63	462.35	291.28
01.02.01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGUETAS	m2	8.45	55.72	470.83
01.02.01.05.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	45.10	6.55	295.41
01.02.01.05.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	8.45	3.17	26.79
01.02.01.06	LOSAS				16,871.69
01.02.01.06.01	LOSA MACIZA				16,871.69
01.02.01.06.01.01	CONCRETO EN LOSA MACIZA f'c=210 kg/cm2	m3	13.08	480.94	6,290.70
01.02.01.06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE LOSA MACIZA	m2	109.00	53.23	5,802.07
01.02.01.06.01.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	642.52	6.90	4,433.39
01.02.01.06.01.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	109.00	3.17	345.53
01.02.01.07	ESCALERA				3,416.81
01.02.01.07.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN ESCALERA	m3	2.15	507.59	1,091.32
01.02.01.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	18.08	53.93	975.05
01.02.01.07.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	187.41	6.90	1,293.13
01.02.01.07.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	18.08	3.17	57.31
01.02.01.08	TABICUERIA DE CONCRETO				46,471.91
01.02.01.08.01	MURO DE CONCRETO FC=210 KG/CM2 DE 0.10A0.15m ESPESOR	m3	23.93	498.56	11,930.54
01.02.01.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE MUROS	m2	406.50	57.04	23,186.76
01.02.01.08.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	1,458.84	6.90	10,066.00
01.02.01.08.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	406.50	3.17	1,288.61
01.02.02	VARIOS				691.20
01.02.02.01	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA ESTRUC.	glb	1.00	691.20	691.20
01.03	TERCER PISO				89,596.83
01.03.01	CONCRETO ARMADO				88,905.63
01.03.01.01	PLACAS				7,291.23
01.03.01.01.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN PLACAS	m3	3.22	502.00	1,616.44
01.03.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE MUROS	m2	43.40	57.04	2,475.54
01.03.01.01.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	443.72	6.90	3,061.67
01.03.01.01.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	43.40	3.17	137.58
01.03.01.02	COLUMNAS				2,426.78
01.03.01.02.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 DE COLUMNAS	m3	0.78	514.39	401.22
01.03.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	13.44	56.06	753.45
01.03.01.02.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	178.19	6.90	1,229.51
01.03.01.02.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	13.44	3.17	42.60
01.03.01.03	COLUMNETAS				2,487.00
01.03.01.03.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN COLUMNETAS	m3	1.24	454.62	563.73
01.03.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNETAS	m2	16.50	53.56	883.74
01.03.01.03.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	150.72	6.55	987.22
01.03.01.03.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	16.50	3.17	52.31
01.03.01.04	VIGAS				8,855.90
01.03.01.04.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN VIGAS	m3	2.82	491.28	1,385.41
01.03.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE VIGAS	m2	17.07	53.23	908.64
01.03.01.04.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	943.15	6.90	6,507.74
01.03.01.04.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	17.07	3.17	54.11
01.03.01.05	VIGUETAS				1,084.31
01.03.01.05.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN VIGUETAS	m3	0.63	462.35	291.28
01.03.01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGUETAS	m2	8.45	55.72	470.83
01.03.01.05.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	45.10	6.55	295.41
01.03.01.05.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	8.45	3.17	26.79
01.03.01.06	LOSAS				16,871.69
01.03.01.06.01	LOSA MACIZA				16,871.69
01.03.01.06.01.01	CONCRETO EN LOSA MACIZA f'c=210 kg/cm2	m3	13.08	480.94	6,290.70
01.03.01.06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO DE LOSA MACIZA	m2	109.00	53.23	5,802.07
01.03.01.06.01.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	642.52	6.90	4,433.39
01.03.01.06.01.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	109.00	3.17	345.53
01.03.01.07	ESCALERA				3,416.81
01.03.01.07.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN ESCALERA	m3	2.15	507.59	1,091.32
01.03.01.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	18.08	53.93	975.05
01.03.01.07.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	187.41	6.90	1,293.13
01.03.01.07.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	18.08	3.17	57.31

PRESUPUESTO DE ALBAÑILERIA CONFINADA								
VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 05 NIVELES CON ALBAÑILERIA CONFINADA								
PROYECTO	FECHA:	PRESENTADO:	Item	Descripción	Und. Metrado	Precio (\$.)		
	MAYO-2022	Bach. Marcos paulto Saldaña seopa, Bach. Kevin parker saenz gamboa						
			01	ESTRUCTURA S		547,912.70		
			01.01	PRIMER PISO		236,576.87		
			01.01.01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD		18,099.64		
			01.01.01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES		18,099.64		
			01.01.01.01.01	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES		2,645.50		
			01.01.01.01.01.01	ALMACEN	m2	16.00	66.60	1,065.60
			01.01.01.01.01.02	CERCOS PROVISIONAL DE MALLA RASHEL	m1	70.00	22.57	1,579.90
			01.01.01.01.02	INSTALACIONES PROVISIONALES				1,800.00
			01.01.01.01.02.01	AQUA PARA LA CONSTRUCCION	glb	1.00	600.00	600.00
			01.01.01.01.02.02	ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL	glb	1.00	1,200.00	1,200.00
			01.01.01.01.03	TRABAJOS PRELIMINARES				808.65
			01.01.01.01.03.01	LIMPIEZA DEL TERRENO CON EQUIPO	m2	172.42	4.69	808.65
			01.01.01.01.04	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO				746.49
			01.01.01.01.04.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	172.40	4.33	746.49
			01.01.01.01.05	TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS E IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD				1,400.00
			01.01.01.01.05.01	TRANSPORTE DE MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	1,400.00	1,400.00
			01.01.01.01.06	SEGURIDAD Y SALUD				10,699.00
			01.01.01.01.06.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN PSST				10,699.00
			01.01.01.01.06.01.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA.	glb	1.00	1,200.00	1,200.00
			01.01.01.01.06.01.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	GLB	1.00	939.00	939.00
			01.01.01.01.06.01.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	GLB	1.00	1,760.00	1,760.00
			01.01.01.01.06.01.04	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
			01.01.01.01.06.01.05	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	1,800.00	1,800.00
			01.01.01.01.06.01.06	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA OBRA	glb	1.00	1,500.00	1,500.00
			01.01.01.01.06.01.07	PLAN DE VIGILANCIA PARA LA PREVENCION Y CONTROL DEL COVID-19 EN LA CONSTRUCCION	glb	1.00	1,500.00	1,500.00
			01.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				56,298.40
			01.01.02.01	EXCAVACIONES				5,244.51
			01.01.02.01.01	EXCAVACION MASIVA CON EQUIPO PESADO	m3	258.70	13.53	3,500.21
			01.01.02.01.02	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL	m3	29.40	59.33	1,744.30
			01.01.02.02	RELLENOS				36,573.71
			01.01.02.02.01	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO (TIPO BASE)	m3	336.31	108.75	36,573.71
			01.01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE				10,842.12
			01.01.02.03.01	ACARREO INTERNO, MAT. PROCED. DE EXCAVACIONES	m3	258.70	14.33	3,707.17
			01.01.02.03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE /MAQUINARIA	m3	258.70	27.58	7,134.95
			01.01.02.04	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO				3,638.06
			01.01.02.04.01	NIVELACION INTERIOR APISONADO MANUAL	m2	172.42	21.10	3,638.06
			01.01.03	CONCRETO SIMPLE				5,660.21
			01.01.03.01	SOLADO				2,701.31
			01.01.03.01.01	CONCRETO FC=100 KG/CM2 PARA SOLADO E=0.10 M.	m2	63.10	42.81	2,701.31
			01.01.03.02	SOBRECLIMENTOS REFORZADOS				2,958.90
			01.01.03.02.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 PARA SOBRECLIMENTO	m3	2.70	452.85	1,222.70
			01.01.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECLIMENTOS	m2	37.90	45.81	1,736.20
			01.01.04	CONCRETO ARMADO				140,437.88
			01.01.04.01	PLATEA DE CIMENTACION				36,891.20
			01.01.04.01.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN PLATEA DE CIMENTACION	m3	34.50	471.81	16,277.45
			01.01.04.01.02	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	2,987.50	6.90	20,613.75
			01.01.04.02	VIGA DE CIMENTACION				38,176.01
			01.01.04.02.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN VIGAS DE CIMENTACION	m3	29.40	478.49	14,067.61
			01.01.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS DE CIMENTACION	m2	37.10	44.11	1,636.48
			01.01.04.02.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	3,256.80	6.90	22,471.92
			01.01.04.03	PLACAS				8,293.64
			01.01.04.03.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN PLACAS	m3	3.28	502.00	1,646.56
			01.01.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m2	44.18	51.35	2,268.64
			01.01.04.03.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	614.26	6.90	4,238.39
			01.01.04.03.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	44.18	3.17	140.05
			01.01.04.04	COLUMNAS				23,931.74
			01.01.04.04.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 DE COLUMNAS	m3	6.44	514.39	3,312.67
			01.01.04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	94.05	56.06	5,272.44
			01.01.04.04.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	2,180.94	6.90	15,048.49
			01.01.04.04.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	94.05	3.17	298.14
			01.01.04.05	COLUMNETAS				3,285.90
			01.01.04.05.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN COLUMNETAS	m3	1.58	454.62	718.30
			01.01.04.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNETAS	m2	21.10	53.56	1,130.12
			01.01.04.05.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	209.25	6.55	1,370.59
			01.01.04.05.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	21.10	3.17	66.89
			01.01.04.06	VIGAS				8,647.33
			01.01.04.06.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN VIGAS	m3	3.73	491.28	1,832.47
			01.01.04.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	m2	20.30	57.20	1,161.16
			01.01.04.06.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	810.05	6.90	5,589.35
			01.01.04.06.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	20.30	3.17	64.35
			01.01.04.07	VIGUETAS				1,661.27
			01.01.04.07.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN VIGUETAS	m3	0.92	462.35	425.36
			01.01.04.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGUETAS	m2	12.30	55.72	685.36
			01.01.04.07.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	78.10	6.55	511.56
			01.01.04.07.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	12.30	3.17	38.99
			01.01.04.08	LOSAS				16,211.15
			01.01.04.08.01	LOSA MACIZA				16,211.15
			01.01.04.08.01.01	CONCRETO EN LOSA MACIZA f'=210 kg/cm2	m3	13.08	480.94	6,290.70
			01.01.04.08.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA MACIZA	m2	109.00	47.17	5,141.53
			01.01.04.08.01.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	642.52	6.90	4,433.39

01.01.04.08.01.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	109.00	3.17	345.53
01.01.04.09	ESCALERA				3,339.64
01.01.04.09.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN ESCALERA	m3	2.21	507.59	1,121.77
01.01.04.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	16.16	53.93	871.51
01.01.04.09.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	187.70	6.90	1,295.13
01.01.04.09.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	16.16	3.17	51.23
01.01.05	MUROS DE ALBAÑILERIA				15,389.54
01.01.05.01	MURO DE LADRILLO K.K. TIPO IV MACIZO 9x13x24 CM. ASENTADO DE SOGA - REFORZADO	m2	138.42	111.18	15,389.54
01.01.06	VARIOS	glb	1.00	691.20	691.20
01.01.06.01	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA ESTRUC.				75,168.14
01.02	SEGUNDO PISO				58,105.68
01.02.01	CONCRETO ARMADO				7,044.28
01.02.01.01	PLACAS				19,214.80
01.02.01.01.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN PLACAS	m3	3.22	502.00	1,616.44
01.02.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m2	43.40	51.35	2,228.59
01.02.01.01.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	443.72	6.90	3,061.67
01.02.01.01.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	43.40	3.17	137.58
01.02.01.02	COLUMNAS				2,487.00
01.02.01.02.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 DE COLUMNAS	m3	6.33	514.39	3,256.09
01.02.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	92.40	56.06	5,179.94
01.02.01.02.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	1,519.69	6.90	10,485.86
01.02.01.02.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	92.40	3.17	292.91
01.02.01.03	COLUMNETAS				8,647.33
01.02.01.03.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN COLUMNETAS	m3	1.24	454.62	563.73
01.02.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNETAS	m2	16.50	53.56	883.74
01.02.01.03.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	150.72	6.55	987.22
01.02.01.03.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	16.50	3.17	52.31
01.02.01.04	VIGAS				1,084.31
01.02.01.04.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN VIGAS	m3	3.73	491.28	1,832.47
01.02.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	m2	20.30	57.20	1,161.16
01.02.01.04.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	810.05	6.90	5,589.35
01.02.01.04.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	20.30	3.17	64.35
01.02.01.05	VIGUETAS				16,211.15
01.02.01.05.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN VIGUETAS	m3	0.63	462.35	291.28
01.02.01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGUETAS	m2	8.45	55.72	470.83
01.02.01.05.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	45.10	6.55	295.41
01.02.01.05.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	8.45	3.17	26.79
01.02.01.06	LOSAS				16,211.15
01.02.01.06.01	LOSA MACIZA				16,211.15
01.02.01.06.01.01	CONCRETO EN LOSA MACIZA f'=210 kg/cm2	m3	13.08	480.94	6,290.70
01.02.01.06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA MACIZA	m2	109.00	47.17	5,141.53
01.02.01.06.01.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	642.52	6.90	4,433.39
01.02.01.06.01.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	109.00	3.17	345.53
01.02.01.07	ESCALERA				3,416.81
01.02.01.07.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN ESCALERA	m3	2.15	507.59	1,091.32
01.02.01.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	18.08	53.93	975.05
01.02.01.07.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	187.41	6.90	1,293.13
01.02.01.07.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	18.08	3.17	57.31
01.02.02	MUROS DE ALBAÑILERIA				16,371.26
01.02.02.01	MURO DE LADRILLO K.K. TIPO IV MACIZO 9x13x24 CM. ASENTADO DE SOGA - REFORZADO	m2	147.25	111.18	16,371.26
01.02.03	VARIOS				691.20
01.02.03.01	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA ESTRUC.	glb	1.00	691.20	691.20
01.03	TERCER PISO				75,168.14
01.03.01	CONCRETO ARMADO				58,105.68
01.03.01.01	PLACAS				7,044.28
01.03.01.01.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN PLACAS	m3	3.22	502.00	1,616.44
01.03.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m2	43.40	51.35	2,228.59
01.03.01.01.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	443.72	6.90	3,061.67
01.03.01.01.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	43.40	3.17	137.58
01.03.01.02	COLUMNAS				19,214.80
01.03.01.02.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 DE COLUMNAS	m3	6.33	514.39	3,256.09
01.03.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	92.40	56.06	5,179.94
01.03.01.02.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	1,519.69	6.90	10,485.86
01.03.01.02.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	92.40	3.17	292.91
01.03.01.03	COLUMNETAS				2,487.00
01.03.01.03.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN COLUMNETAS	m3	1.24	454.62	563.73
01.03.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNETAS	m2	16.50	53.56	883.74
01.03.01.03.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	150.72	6.55	987.22
01.03.01.03.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	16.50	3.17	52.31
01.03.01.04	VIGAS				8,647.33
01.03.01.04.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN VIGAS	m3	3.73	491.28	1,832.47
01.03.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	m2	20.30	57.20	1,161.16
01.03.01.04.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	810.05	6.90	5,589.35
01.03.01.04.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	20.30	3.17	64.35
01.03.01.05	VIGUETAS				1,084.31
01.03.01.05.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN VIGUETAS	m3	0.63	462.35	291.28
01.03.01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGUETAS	m2	8.45	55.72	470.83
01.03.01.05.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	45.10	6.55	295.41
01.03.01.05.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	8.45	3.17	26.79
01.03.01.06	LOSAS				16,211.15
01.03.01.06.01	LOSA MACIZA				16,211.15
01.03.01.06.01.01	CONCRETO EN LOSA MACIZA f'=210 kg/cm2	m3	13.08	480.94	6,290.70
01.03.01.06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA MACIZA	m2	109.00	47.17	5,141.53
01.03.01.06.01.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	642.52	6.90	4,433.39
01.03.01.06.01.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	109.00	3.17	345.53
01.03.01.07	ESCALERA				3,416.81

01.03.01.07.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN ESCALERA	m3	2.15	507.59	1,091.32
01.03.01.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	18.08	53.93	975.05
01.03.01.07.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	187.41	6.90	1,293.13
01.03.01.07.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	18.08	3.17	57.31
01.03.02	<b>MUROS DE ALBANILERIA</b>				<b>16,371.26</b>
01.03.02.01	MURO DE LADRILLO K.K. TIPO IV MACIZO 9x13x24 CM. ASENTADO DE SOGA - REFORZADO	m2	147.25	111.18	16,371.26
01.03.03	<b>VARIOS</b>	glb	1.00	691.20	691.20
01.04	<b>CUARTO PISO</b>				<b>73,832.63</b>
01.04.01	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>57,812.70</b>
01.04.01.01	<b>PLACAS</b>				<b>6,751.30</b>
01.04.01.01.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN PLACAS	m3	3.22	502.00	1,616.44
01.04.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m2	43.40	51.35	2,228.59
01.04.01.01.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	401.26	6.90	2,768.69
01.04.01.01.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	43.40	3.17	137.58
01.04.01.02	<b>COLUMNAS</b>				<b>19,214.80</b>
01.04.01.02.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 DE COLUMNAS	m3	6.33	514.39	3,256.09
01.04.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	92.40	56.06	5,179.94
01.04.01.02.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	1,519.69	6.90	10,485.86
01.04.01.02.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	92.40	3.17	292.91
01.04.01.03	<b>COLUMNETAS</b>				<b>2,487.00</b>
01.04.01.03.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN COLUMNETAS	m3	1.24	454.62	563.73
01.04.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNETAS	m2	16.50	53.56	883.74
01.04.01.03.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	150.72	6.55	987.22
01.04.01.03.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	16.50	3.17	52.31
01.04.01.04	<b>VIGAS</b>				<b>8,647.33</b>
01.04.01.04.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN VIGAS	m3	3.73	491.28	1,832.47
01.04.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	m2	20.30	57.20	1,161.16
01.04.01.04.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	810.05	6.90	5,589.35
01.04.01.04.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	20.30	3.17	64.35
01.04.01.05	<b>VIGUETAS</b>				<b>1,084.31</b>
01.04.01.05.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN VIGUETAS	m3	0.63	462.35	291.28
01.04.01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGUETAS	m2	8.45	55.72	470.83
01.04.01.05.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	45.10	6.55	295.41
01.04.01.05.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	8.45	3.17	26.79
01.04.01.06	<b>LOSAS</b>				<b>16,211.15</b>
01.04.01.06.01	<b>LOSA MACIZA</b>				<b>16,211.15</b>
01.04.01.06.01.01	CONCRETO EN LOSA MACIZA f'c=210 kg/cm2	m3	13.08	480.94	6,290.70
01.04.01.06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA MACIZA	m2	109.00	47.17	5,141.53
01.04.01.06.01.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	642.52	6.90	4,433.39
01.04.01.06.01.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	109.00	3.17	345.53
01.04.01.07	<b>ESCALERA</b>				<b>3,416.81</b>
01.04.01.07.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN ESCALERA	m3	2.15	507.59	1,091.32
01.04.01.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	18.08	53.93	975.05
01.04.01.07.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	187.41	6.90	1,293.13
01.04.01.07.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	18.08	3.17	57.31
01.04.02	<b>MUROS DE ALBANILERIA</b>				<b>15,328.73</b>
01.04.02.01	MURO DE LADRILLO K.K. TIPO IV MACIZO 9x13x24 CM. ASENTADO DE SOGA	m2	147.25	104.10	15,328.73
01.04.03	<b>VARIOS</b>				<b>691.20</b>
01.04.03.01	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA ESTRUC.	glb	1.00	691.20	691.20
01.05	<b>QUINTO PISO</b>				<b>87,166.92</b>
01.05.01	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>69,181.59</b>
01.05.01.01	<b>PLACAS</b>				<b>13,502.61</b>
01.05.01.01.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN PLACAS	m3	6.44	502.00	3,232.88
01.05.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m2	86.80	51.35	4,457.18
01.05.01.01.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	802.52	6.90	5,537.39
01.05.01.01.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	86.80	3.17	275.16
01.05.01.02	<b>COLUMNAS</b>				<b>21,203.72</b>
01.05.01.02.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 DE COLUMNAS	m3	6.97	514.39	3,585.30
01.05.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	101.64	56.06	5,697.94
01.05.01.02.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	1,680.91	6.90	11,598.28
01.05.01.02.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	101.64	3.17	322.20
01.05.01.03	<b>COLUMNETAS</b>				<b>2,487.00</b>
01.05.01.03.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN COLUMNETAS	m3	1.24	454.62	563.73
01.05.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNETAS	m2	16.50	53.56	883.74
01.05.01.03.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	150.72	6.55	987.22
01.05.01.03.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	16.50	3.17	52.31
01.05.01.04	<b>VIGAS</b>				<b>9,242.32</b>
01.05.01.04.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN VIGAS	m3	4.07	491.28	1,999.51
01.05.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	m2	22.42	57.20	1,282.42
01.05.01.04.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	853.51	6.90	5,889.22
01.05.01.04.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	22.45	3.17	71.17
01.05.01.05	<b>VIGUETAS</b>				<b>1,084.31</b>
01.05.01.05.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 EN VIGUETAS	m3	0.63	462.35	291.28
01.05.01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGUETAS	m2	8.45	55.72	470.83
01.05.01.05.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	45.10	6.55	295.41
01.05.01.05.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	8.45	3.17	26.79
01.05.01.06	<b>LOSAS</b>				<b>18,244.82</b>
01.05.01.06.01	<b>LOSA MACIZA</b>				<b>18,244.82</b>
01.05.01.06.01.01	CONCRETO EN LOSA MACIZA f'c=210 kg/cm2	m3	14.75	480.94	7,093.87
01.05.01.06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA MACIZA	m2	122.95	47.17	5,799.55
01.05.01.06.01.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	719.08	6.90	4,961.65
01.05.01.06.01.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	122.95	3.17	389.75
01.05.01.07	<b>ESCALERA</b>				<b>3,416.81</b>
01.05.01.07.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN ESCALERA	m3	2.15	507.59	1,091.32
01.05.01.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	18.08	53.93	975.05
01.05.01.07.03	ARMADURA DE ACERO FY=4.200 KG/CM2	kg	187.41	6.90	1,293.13
01.05.01.07.04	CURADO DE CONCRETO TIPO MEMBRANA	m2	18.08	3.17	57.31
01.05.02	<b>MUROS DE ALBANILERIA</b>				<b>17,294.13</b>
01.05.02.01	MURO DE LADRILLO K.K. TIPO IV MACIZO 9x13x24 CM. ASENTADO DE SOGA	m2	166.13	104.10	17,294.13
01.05.03	<b>VARIOS</b>				<b>691.20</b>

## Anexo 5. Verificación de esfuerzo axial y fisuración en muros de albañilería

### ESFUERZO AXIAL MÁXIMO EN LOS MUROS

Norma Técnica E.070 Albañilería

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \quad \sigma_{máx} = 0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15f'_m$$

fm: Resistencia a compresión de albañilería (kg/cm <sup>2</sup> )	65.00
h: Altura libre entre los elementos de arriostre (m)	2.68

MURO	L (m)	t (m)	PM ACUMULADO (Tn)			$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_2$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{máx}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	OBS.
			PISO 3	PISO 2	PISO 1					
MX1	3.25	0.14	14.10	17.89	21.66	3.10	3.93	4.76	9.11	OK
MX2	3.25	0.14	15.32	19.98	24.81	3.37	4.39	5.45	9.11	OK
MX3	4.40	0.14	25.91	34.51	42.47	4.21	5.60	6.89	9.11	OK
MX4	4.40	0.14	24.71	33.03	40.99	4.01	5.36	6.65	9.11	OK
MX5	1.65	0.14	9.71	13.17	17.47	4.20	5.70	7.56	9.11	OK
MX6	1.65	0.14	9.44	12.86	17.13	4.09	5.57	7.42	9.11	OK
MX7	4.40	0.14	23.85	31.55	38.57	3.87	5.12	6.26	9.11	OK
MX8	4.40	0.14	22.99	30.50	37.40	3.73	4.95	6.07	9.11	OK

MURO	L (m)	t (m)	PM ACUMULADO (Tn)			$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_2$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{máx}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	OBS.
			PISO 3	PISO 2	PISO 1					
MY1	6.05	0.14	34.58	45.04	56.05	4.08	5.32	6.62	9.11	OK
MY2	3.10	0.14	19.34	25.75	32.18	4.46	5.93	7.42	9.11	OK
MY3	3.45	0.14	17.98	23.91	30.13	3.72	4.95	6.24	9.11	OK
MY4	4.40	0.14	24.21	32.71	41.64	3.93	5.31	6.76	9.11	OK
MY5	2.50	0.14	14.79	20.17	25.20	4.23	5.76	7.20	9.11	OK
MY6	2.40	0.14	12.29	16.40	20.67	3.66	4.88	6.15	9.11	OK
MY7	4.40	0.14	25.62	34.31	42.92	4.16	5.57	6.97	9.11	OK
MY8	2.50	0.14	14.81	20.20	25.23	4.23	5.77	7.21	9.11	OK
MY9	2.40	0.14	12.10	16.11	20.33	3.60	4.79	6.05	9.11	OK
MY10	6.05	0.14	37.41	49.99	62.63	4.42	5.90	7.39	9.11	OK
MY11	3.10	0.14	15.80	21.40	27.39	3.64	4.93	6.31	9.11	OK
MY12	3.45	0.14	18.34	24.43	30.75	3.80	5.06	6.37	9.11	OK

**CONTROL DE FISURACIÓN EN MUROS**  
**Norma Técnica E.070 Albañilería**

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e L}{M_e} \leq 1 \quad V_m = 0.5v_m \alpha Lt + 0.23P_g \quad V_e \leq 0.55V_m$$

$$V_u = V_e \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \quad M_u = M_e \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \quad 2 \leq \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \leq 3$$

$V_m$ : Resistencia al corte de la albañilería ( $Tn/m^2$ )    81.00

VERIFICACIÓN POR FISURACIÓN EN LA DIRECCIÓN X (PISO 1)												
MURO	L (m)	t (m)	P <sub>g</sub> (Tn)	V <sub>e</sub> (Tn)	M <sub>e</sub> (Tn-m)	α	V <sub>m</sub> (Tn)	0.55V <sub>m</sub> (Tn)	V <sub>m1</sub> /V <sub>e</sub> 1	V <sub>u</sub> (Tn)	M <sub>u</sub> (Tn-m)	Fisura
MX1	3.25	0.14	19.86	6.60	50.26	0.43	12.43	6.84	2.00	13.20	100.52	NO
MX2	3.25	0.14	22.46	6.47	43.12	0.49	14.15	7.78	2.19	14.15	94.32	NO
MX3	4.40	0.14	38.11	10.53	84.26	0.55	22.48	12.36	2.14	22.48	179.94	NO
MX4	4.40	0.14	36.82	10.54	84.29	0.55	22.20	12.21	2.11	22.20	177.47	NO
MX5	1.65	0.14	15.42	3.03	13.10	0.38	7.11	3.91	2.35	7.11	30.79	NO
MX6	1.65	0.14	15.12	3.03	13.06	0.38	7.06	3.88	2.33	7.06	30.41	NO
MX7	4.40	0.14	34.82	13.87	90.73	0.67	24.79	13.64	2.00	27.75	181.45	SI
MX8	4.40	0.14	33.77	13.86	90.71	0.67	24.54	13.50	2.00	27.73	181.42	SI
PX1	2.00	0.14					17.20					
PX2	2.00	0.14					17.20					
CA-2	1.20	0.14					10.32					

$$\Sigma V_m = 179.51 > V_{E1} = 177.38 \dots \text{OK}$$

(\*) Los muros del piso 1 no fisuran ante el sismo moderado ( $0.55V_m < V_e$ ), excepto el muro MX7 y MX8, donde  $V_e$  es 2.7% mayor que  $V_m$ , como es menor que 5%, puede asumirse que los muros MX7 y MX8 no fisuran.

VERIFICACIÓN POR FISURACIÓN EN LA DIRECCIÓN X (PISO 2)												
MURO	L (m)	t (m)	P <sub>g</sub> (Tn)	V <sub>e</sub> (Tn)	M <sub>e</sub> (Tn-m)	α	V <sub>m</sub> (Tn)	0.55V <sub>m</sub> (Tn)	V <sub>m1</sub> /V <sub>e</sub> 1	V <sub>u</sub> (Tn)	M <sub>u</sub> (Tn-m)	Fisura
MX1	3.25	0.14	16.37	9.02	39.28	0.75	17.51	9.63	2.00	18.03	78.56	NO
MX2	3.25	0.14	18.18	8.31	32.47	0.83	19.50	10.73	2.19	18.17	71.03	NO
MX3	4.40	0.14	31.01	12.14	62.12	0.86	28.58	15.72	2.14	25.92	132.65	NO
MX4	4.40	0.14	29.72	12.18	61.99	0.86	28.40	15.62	2.11	25.64	130.51	NO
MX5	1.65	0.14	11.68	2.17	6.82	0.53	7.61	4.18	2.35	5.11	16.04	NO
MX6	1.65	0.14	11.40	2.19	6.85	0.53	7.56	4.16	2.33	5.10	15.96	NO
MX7	4.40	0.14	28.57	13.32	59.45	0.99	31.16	17.14	2.00	26.63	118.90	NO
MX8	4.40	0.14	27.62	13.30	59.45	0.98	30.91	17.00	2.00	26.60	118.91	NO

$$\Sigma V_m = 171.23 > V_{E2} = 166.94 \dots \text{OK}$$

**CONTROL DE FISURACIÓN EN MUROS**  
**Norma Técnica E.070 Albañilería**

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e L}{M_e} \leq 1$$

$$V_m = 0.5v_m \alpha Lt + 0.23P_g$$

$$V_e \leq 0.55V_m$$

$$V_u = V_e \frac{V_{m1}}{V_{e1}}$$

$$M_u = M_e \frac{V_{m1}}{V_{e1}}$$

$$2 \leq \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \leq 3$$

$V_m$ : Resistencia al corte de la albañilería ( $Tn/m^2$ )    81.00

VERIFICACIÓN POR FISURACIÓN EN LA DIRECCIÓN X (PISO 3)												
MURO	L (m)	t (m)	P <sub>g</sub> (Tn)	V <sub>e</sub> (Tn)	M <sub>e</sub> (Tn-m)	α	V <sub>m</sub> (Tn)	0.55V <sub>m</sub> (Tn)	V <sub>m1</sub> /V <sub>e</sub> 1	V <sub>u</sub> (Tn)	M <sub>u</sub> (Tn-m)	Fisura
MX1	3.25	0.14	12.91	8.62	24.89	1.00	21.40	11.77	2.00	17.23	49.78	NO
MX2	3.25	0.14	14.02	7.84	19.81	1.00	21.65	11.91	2.19	17.15	43.33	NO
MX3	4.40	0.14	23.39	11.22	37.85	1.00	30.33	16.68	2.14	23.97	80.82	NO
MX4	4.40	0.14	22.32	11.25	37.72	1.00	30.08	16.55	2.11	23.69	79.42	NO
MX5	1.65	0.14	8.67	1.72	3.58	0.79	9.43	5.18	2.35	4.05	8.41	NO
MX6	1.65	0.14	8.43	1.74	3.63	0.79	9.35	5.14	2.33	4.05	8.44	NO
MX7	4.40	0.14	21.70	11.05	32.67	1.00	29.94	16.47	2.00	22.10	65.33	NO
MX8	4.40	0.14	20.92	11.03	32.71	1.00	29.76	16.37	2.00	22.06	65.41	NO
$\Sigma V_m = 181.93 > V_{E3} = 144.87$							...					
OK												

VERIFICACIÓN POR FISURACIÓN EN LA DIRECCIÓN X (PISO 4)												
MURO	L (m)	t (m)	P <sub>g</sub> (Tn)	V <sub>e</sub> (Tn)	M <sub>e</sub> (Tn-m)	α	V <sub>m</sub> (Tn)	0.55V <sub>m</sub> (Tn)	V <sub>m1</sub> /V <sub>e</sub> 1	V <sub>u</sub> (Tn)	M <sub>u</sub> (Tn-m)	Fisura
MX1	3.25	0.14	9.56	6.96	12.36	1.00	20.63	11.34	2.00	13.92	24.71	NO
MX2	3.25	0.14	9.96	6.41	9.11	1.00	20.72	11.40	2.19	14.02	19.92	NO
MX3	4.40	0.14	15.58	9.01	17.16	1.00	28.53	15.69	2.14	19.24	36.65	NO
MX4	4.40	0.14	14.83	9.07	17.05	1.00	28.36	15.60	2.11	19.09	35.90	NO
MX5	1.65	0.14	5.72	1.26	1.55	1.00	10.67	5.87	2.35	2.96	3.64	NO
MX6	1.65	0.14	5.51	1.27	1.57	1.00	10.62	5.84	2.33	2.96	3.66	NO
MX7	4.40	0.14	14.63	8.06	13.05	1.00	28.31	15.57	2.00	16.12	26.10	NO
MX8	4.40	0.14	14.09	8.04	13.12	1.00	28.19	15.50	2.00	16.08	26.24	NO
$\Sigma V_m = 176.03 > V_{E3} = 111.22$							...					
OK												

**CONTROL DE FISURACIÓN EN MUROS**  
**Norma Técnica E.070 Albañilería**

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e L}{M_e} \leq 1 \quad V_m = 0.5v_m \alpha Lt + 0.23P_g \quad V_e \leq 0.55V_m$$

$$V_u = V_e \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \quad M_u = M_e \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \quad 2 \leq \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \leq 3$$

$V_m$ : Resistencia al corte de la albañilería ( $Tn/m^2$ ) | 81.00

VERIFICACIÓN POR FISURACIÓN EN LA DIRECCIÓN X (PISO 5)												
MURO	L (m)	t (m)	P <sub>g</sub> (Tn)	V <sub>e</sub> (Tn)	M <sub>e</sub> (Tn·m)	α	V <sub>m</sub> (Tn)	0.55V <sub>m</sub> (Tn)	V <sub>m1</sub> /V <sub>e</sub> 1	V <sub>u</sub> (Tn)	M <sub>u</sub> (Tn·m)	Fisura
MX1	3.25	0.14	6.30	4.18	3.89	1.00	19.88	10.93	2.00	8.36	7.78	NO
MX2	3.25	0.14	6.06	4.21	2.26	1.00	19.82	10.90	2.19	9.21	4.95	NO
MX3	4.40	0.14	7.81	6.27	3.49	1.00	26.74	14.71	2.14	13.38	7.46	NO
MX4	4.40	0.14	7.49	6.37	3.36	1.00	26.67	14.67	2.11	13.41	7.08	NO
MX5	1.65	0.14	3.31	0.59	0.67	1.00	10.12	5.56	2.35	1.39	1.58	NO
MX6	1.65	0.14	3.22	0.60	0.67	1.00	10.10	5.55	2.33	1.40	1.56	NO
MX7	4.40	0.14	7.23	4.29	4.82	1.00	26.61	14.64	2.00	8.58	9.64	NO
MX8	4.40	0.14	7.10	4.25	4.89	1.00	26.58	14.62	2.00	8.50	9.78	NO

$\Sigma V_m = 166.52 > V_{E3} = 63.60 \dots$  OK

VERIFICACIÓN POR FISURACIÓN EN LA DIRECCIÓN Y (PISO 1)												
MURO	L (m)	t (m)	P <sub>g</sub> (Tn)	V <sub>e</sub> (Tn)	M <sub>e</sub> (Tn·m)	α	V <sub>m</sub> (Tn)	0.55V <sub>m</sub> (Tn)	V <sub>m1</sub> /V <sub>e</sub> 1	V <sub>u</sub> (Tn)	M <sub>u</sub> (Tn·m)	Fisura
MY1	6.05	0.14	51.02	10.65	111.88	0.58	31.49	17.32	2.96	31.49	330.80	NO
MY2	3.10	0.14	29.26	4.83	33.97	0.44	14.49	7.97	3.00	14.49	101.77	NO
MY3	3.45	0.14	27.41	5.38	42.82	0.43	14.79	8.13	2.75	14.79	117.64	NO
MY4	4.40	0.14	36.78	6.99	43.13	0.71	26.25	14.44	3.00	20.98	129.39	NO
MY5	2.50	0.14	22.27	4.03	15.77	0.64	14.17	7.79	3.00	12.08	47.31	NO
MY6	2.40	0.14	18.48	3.42	16.41	0.50	11.06	6.08	3.00	10.27	49.23	NO
MY7	4.40	0.14	38.08	6.99	44.17	0.70	26.13	14.37	3.00	20.97	132.52	NO
MY8	2.50	0.14	22.31	4.06	16.03	0.63	14.11	7.76	3.00	12.18	48.09	NO
MY9	2.40	0.14	18.18	3.46	16.52	0.50	11.01	6.06	3.00	10.37	49.56	NO
MY10	6.05	0.14	56.30	12.04	123.84	0.59	33.12	18.22	2.75	33.12	340.73	NO
MY11	3.10	0.14	24.93	5.53	39.30	0.44	13.40	7.37	2.42	13.40	95.27	NO
MY12	3.45	0.14	27.96	6.20	50.15	0.43	14.77	8.13	2.38	14.77	119.50	NO

$\Sigma V_m = 224.79 > V_{E1} = 177.36 \dots$  OK

**CONTROL DE FISURACIÓN EN MUROS**  
**Norma Técnica E.070 Albañilería**

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e L}{M_e} \leq 1$$

$$V_m = 0.5v_m \alpha Lt + 0.23P_g$$

$$V_e \leq 0.55V_m$$

$$V_u = V_e \frac{V_{m1}}{V_{e1}}$$

$$M_u = M_e \frac{V_{m1}}{V_{e1}}$$

$$2 \leq \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \leq 3$$

$V_m$ : Resistencia al corte de la albañilería ( $Tn/m^2$ )    81.00

VERIFICACIÓN POR FISURACIÓN EN LA DIRECCIÓN Y (PISO 2)												
MURO	L (m)	t (m)	P <sub>g</sub> (Tn)	V <sub>e</sub> (Tn)	M <sub>e</sub> (Tn-m)	α	V <sub>m</sub> (Tn)	0.55V <sub>m</sub> (Tn)	V <sub>m1</sub> /V <sub>e</sub> 1	V <sub>u</sub> (Tn)	M <sub>u</sub> (Tn-m)	Fisura
MY1	6.05	0.14	41.09	12.58	84.84	0.90	40.22	22.12	2.96	37.18	250.84	NO
MY2	3.10	0.14	23.40	5.12	23.12	0.69	17.45	9.60	3.00	15.35	69.27	NO
MY3	3.45	0.14	21.76	5.62	29.45	0.66	17.88	9.83	2.75	15.44	80.91	NO
MY4	4.40	0.14	29.09	7.88	30.54	1.00	31.64	17.40	3.00	23.65	91.62	NO
MY5	2.50	0.14	17.91	4.79	11.67	1.00	18.29	10.06	3.00	14.38	35.01	NO
MY6	2.40	0.14	14.74	3.56	10.85	0.79	14.10	7.75	3.00	10.67	32.55	NO
MY7	4.40	0.14	30.61	7.76	31.12	1.00	31.99	17.59	3.00	23.28	93.35	NO
MY8	2.50	0.14	17.93	4.83	11.80	1.00	18.30	10.06	3.00	14.48	35.40	NO
MY9	2.40	0.14	14.48	3.61	10.90	0.79	14.15	7.78	3.00	10.83	32.71	NO
MY10	6.05	0.14	45.08	14.21	93.39	0.92	41.94	23.07	2.75	39.09	256.94	NO
MY11	3.10	0.14	19.46	5.93	27.06	0.68	16.42	9.03	2.42	14.38	65.60	NO
MY12	3.45	0.14	22.22	6.58	34.79	0.65	17.87	9.83	2.38	15.68	82.91	NO

$\Sigma V_m = 280.25 > V_{E2} = 167.49 \dots$  OK

VERIFICACIÓN POR FISURACIÓN EN LA DIRECCIÓN Y (PISO 3)												
MURO	L (m)	t (m)	P <sub>g</sub> (Tn)	V <sub>e</sub> (Tn)	M <sub>e</sub> (Tn-m)	α	V <sub>m</sub> (Tn)	0.55V <sub>m</sub> (Tn)	V <sub>m1</sub> /V <sub>e</sub> 1	V <sub>u</sub> (Tn)	M <sub>u</sub> (Tn-m)	Fisura
MY1	6.05	0.14	31.65	10.76	53.90	1.00	41.58	22.87	2.96	31.81	159.36	NO
MY2	3.10	0.14	17.61	4.31	12.91	1.00	21.63	11.89	3.00	12.92	38.68	NO
MY3	3.45	0.14	16.42	4.51	16.34	0.95	22.39	12.32	2.75	12.38	44.89	NO
MY4	4.40	0.14	21.68	7.09	18.60	1.00	29.94	16.46	3.00	21.27	55.79	NO
MY5	2.50	0.14	13.22	4.76	8.40	1.00	17.21	9.47	3.00	14.28	25.20	NO
MY6	2.40	0.14	11.11	3.18	6.53	1.00	16.16	8.89	3.00	9.54	19.60	NO
MY7	4.40	0.14	23.00	6.90	18.89	1.00	30.24	16.63	3.00	20.70	56.66	NO
MY8	2.50	0.14	13.24	4.82	8.50	1.00	17.22	9.47	3.00	14.46	25.49	NO
MY9	2.40	0.14	10.94	3.27	6.77	1.00	16.12	8.87	3.00	9.82	20.32	NO
MY10	6.05	0.14	33.91	12.33	58.43	1.00	42.10	23.16	2.75	33.93	160.75	NO
MY11	3.10	0.14	14.41	5.10	15.35	1.00	20.89	11.49	2.42	12.36	37.21	NO
MY12	3.45	0.14	16.74	5.39	19.44	0.96	22.55	12.40	2.38	12.83	46.33	NO

$\Sigma V_m = 298.04 > V_{E3} = 145.69 \dots$  OK

**CONTROL DE FISURACIÓN EN MUROS**  
**Norma Técnica E.070 Albañilería**

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e L}{M_e} \leq 1$$

$$V_m = 0.5v_m \alpha Lt + 0.23P_g$$

$$V_e \leq 0.55V_m$$

$$V_u = V_e \frac{V_{m1}}{V_{e1}}$$

$$M_u = M_e \frac{V_{m1}}{V_{e1}}$$

$$2 \leq \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \leq 3$$

$$V_m: \text{Resistencia al corte de la albañilería (Tn/m²)} \quad 81.00$$

VERIFICACIÓN POR FISURACIÓN EN LA DIRECCIÓN Y (PISO 4)												
MURO	L (m)	t (m)	P <sub>g</sub> (Tn)	V <sub>e</sub> (Tn)	M <sub>e</sub> (Tn·m)	α	V <sub>m</sub> (Tn)	0.55V <sub>m</sub> (Tn)	V <sub>m1</sub> /V <sub>e</sub> 1	V <sub>u</sub> (Tn)	M <sub>u</sub> (Tn·m)	Fisura
MY1	6.05	0.14	22.45	7.71	28.75	1.00	39.47	21.71	2.96	22.81	85.02	NO
MY2	3.10	0.14	11.76	3.35	5.66	1.00	20.28	11.16	3.00	10.04	16.97	NO
MY3	3.45	0.14	11.15	3.18	6.87	1.00	22.13	12.17	2.75	8.75	18.87	NO
MY4	4.40	0.14	14.47	5.82	9.77	1.00	28.28	15.55	3.00	17.45	29.32	NO
MY5	2.50	0.14	8.72	4.38	5.79	1.00	16.18	8.90	3.00	13.15	17.38	NO
MY6	2.40	0.14	7.44	2.71	3.54	1.00	15.32	8.43	3.00	8.12	10.61	NO
MY7	4.40	0.14	15.30	5.58	9.82	1.00	28.47	15.66	3.00	16.75	29.46	NO
MY8	2.50	0.14	8.75	4.47	5.86	1.00	16.19	8.90	3.00	13.42	17.59	NO
MY9	2.40	0.14	7.38	2.80	3.91	1.00	15.30	8.42	3.00	8.40	11.74	NO
MY10	6.05	0.14	22.85	9.08	29.14	1.00	39.56	21.76	2.75	24.99	80.18	NO
MY11	3.10	0.14	9.63	4.04	6.62	1.00	19.79	10.89	2.42	9.80	16.04	NO
MY12	3.45	0.14	11.30	3.89	7.85	1.00	22.16	12.19	2.38	9.27	18.71	NO

$$\Sigma V_m = 283.12 > V_{E3} = 112.22 \dots \text{OK}$$

VERIFICACIÓN POR FISURACIÓN EN LA DIRECCIÓN Y (PISO 5)												
MURO	L (m)	t (m)	P <sub>g</sub> (Tn)	V <sub>e</sub> (Tn)	M <sub>e</sub> (Tn·m)	α	V <sub>m</sub> (Tn)	0.55V <sub>m</sub> (Tn)	V <sub>m1</sub> /V <sub>e</sub> 1	V <sub>u</sub> (Tn)	M <sub>u</sub> (Tn·m)	Fisura
MY1	6.05	0.14	13.26	3.77	13.14	1.00	37.35	20.54	2.96	11.13	38.86	NO
MY2	3.10	0.14	5.72	2.19	2.27	1.00	18.89	10.39	3.00	6.55	6.81	NO
MY3	3.45	0.14	6.03	1.61	3.22	1.00	20.95	11.52	2.75	4.42	8.86	NO
MY4	4.40	0.14	7.31	4.18	3.99	1.00	26.63	14.65	3.00	12.55	11.97	NO
MY5	2.50	0.14	3.81	3.94	3.54	1.00	15.05	8.28	3.00	11.81	10.61	NO
MY6	2.40	0.14	3.90	2.08	1.44	1.00	14.51	7.98	3.00	6.25	4.33	NO
MY7	4.40	0.14	7.20	3.86	3.79	1.00	26.60	14.63	3.00	11.57	11.36	NO
MY8	2.50	0.14	3.79	4.05	3.52	1.00	15.05	8.28	3.00	12.15	10.57	NO
MY9	2.40	0.14	3.90	2.16	1.81	1.00	14.50	7.98	3.00	6.48	5.42	NO
MY10	6.05	0.14	11.83	4.57	9.32	1.00	37.02	20.36	2.75	12.57	25.65	NO
MY11	3.10	0.14	5.07	2.54	1.92	1.00	18.74	10.31	2.42	6.15	4.66	NO
MY12	3.45	0.14	5.93	1.76	2.78	1.00	20.93	11.51	2.38	4.19	6.63	NO

$$\Sigma V_m = 266.23 > V_{E3} = 65.07 \dots \text{OK}$$