



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Análisis sísmico comparativo de los sistemas de MDL y albañilería confinada de una edificación de cinco niveles, Puente Piedra, 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Mariluz Silva, George Kevin (ORCID: 0000-0001-5533-6773)

**ASESOR:**

Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

A Dios ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

A mis padres Jorge Mariluz Jiménez y Erika Silva Herrera,  
gracias a su sacrificio y esfuerzo, estoy logrando  
cumplir una de mis metas

A mi preciosa hija que es mi motor y motivo de superación

A mi esposa que siempre prestó su apoyo incondicional  
para lograr culminar esta etapa de mi vida.

A mis hermanos que estuvieron conmigo apoyándome a superarme.

Esto es para ustedes

## **Agradecimiento**

A Dios por brindarme salud y protección todos los días de mi vida.

A mis padres por su sabiduría y grandes

consejos que me han servido de guía.

Amistades que me apoyaron durante la etapa universitaria.

A mi asesor Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio;

Ing. Tanta Minaya, Javier ; Ing. Gago Quispe, Gino;

Ing. Cuellar Márquez, Walter José por el tiempo, dedicación y

paciencia en la elaboración de mi tesis.

A mí esposa Maura Ocaña Alaya madre de mí hija

quien me ha brindado todo su amor, apoyo,

comprensión y entendimiento desde hace 10 años gracias por todo.

Gracias Totales

## Índice de temático

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de temático.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	35
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	35
3.2. Variables y Operacionalización.....	36
3.3. Población, muestra y muestreo.....	38
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
3.5. Procedimiento.....	39
3.6. Métodos de análisis de datos.....	40
3.7. Aspectos éticos.....	40
IV. RESULTADOS.....	41
V. DISCUSIÓN.....	44
VI. CONCLUSIONES.....	47
VII. RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS.....	57

## Índice de tablas

<b>Tabla 01</b>	Métodos para determinar $f'm$ y $V_m$	10
<b>Tabla 02</b>	Valores a considerar en dimensionamiento	13
<b>Tabla 03</b>	Clasificación del concreto según su resistencia	16
<b>Tabla 04</b>	Factores de la zona "Z"	24
<b>Tabla 05</b>	Categoría de Edificaciones y Factor "U"	25
<b>Tabla 06</b>	Factor de suelo	25
<b>Tabla 07</b>	Periodos " $T_p$ y $T_I$ "	26
<b>Tabla 08</b>	Sistemas estructurales	27
<b>Tabla 09</b>	Irregularidades estructurales en altura	28
<b>Tabla 10</b>	Irregularidad estructurales en planta	28
<b>Tabla 11</b>	Pesos Unitarios de la Carga Muerta	28
<b>Tabla 12</b>	Cargas Repartidas	29
<b>Tabla 13</b>	Coefficiente CT	31
<b>Tabla 14</b>	Límites para la Distorsión del entrepiso	32
<b>Tabla 15</b>	Esfuerzo en muro en el eje x-x	50
<b>Tabla 16</b>	Esfuerzo en muro en el eje y-y	50
<b>Tabla 17</b>	Parámetros sísmicos en el eje x-x	2
<b>Tabla 18</b>	Parámetros de coeficientes según sistema estructural eje x-x	2
<b>Tabla 19</b>	Peso – Albañilería Confinada	3
<b>Tabla 20</b>	Distribución de fuerzas sísmicas en el eje x-x	4
<b>Tabla 21</b>	Parámetros sísmicos en el eje y-y	4
<b>Tabla 22</b>	Parámetros de coeficientes según sistema estructural eje y-y	5
<b>Tabla 23</b>	Peso – Albañilería Confinada	6
<b>Tabla 24</b>	Distribución de fuerzas sísmicas en el eje y-y	6
<b>Tabla 25</b>	Verificación de derivas sismo estático eje x-x	7
<b>Tabla 26</b>	Verificación de derivas sismo estático eje y-y	7
<b>Tabla 27</b>	Modos de Vibración	9
<b>Tabla 28</b>	Verificación de derivas sismo dinámico eje x-x	9
<b>Tabla 29</b>	Verificación de derivas sismo dinámico eje y-y	9
<b>Tabla 30</b>	Reacciones en la base en el eje x-x	13
<b>Tabla 31</b>	Fuerzas cortantes por piso en el eje x-x	13
<b>Tabla 32</b>	Reacciones en la base en el eje y-y	13

<b>Tabla 33</b>	Parámetros sísmicos en el eje x-x	16
<b>Tabla 34</b>	Densidad de muros en el eje x-x	17
<b>Tabla 35</b>	Densidad de muros en el eje y-y	18
<b>Tabla 36</b>	Esfuerzos en muros en el eje x-x	20
<b>Tabla 37</b>	Esfuerzos en muros en el eje y-y	20
<b>Tabla 38</b>	Parámetros sísmicos en el eje x-x	23
<b>Tabla 39</b>	Parámetros de coeficientes según sistema estructural eje x-x	24
<b>Tabla 40</b>	Peso – Muros de Ductilidad Limitada	25
<b>Tabla 41</b>	Distribución de fuerzas sísmicas en el eje x-x	25
<b>Tabla 42</b>	Parámetros sísmicos en el eje y-y	26
<b>Tabla 43</b>	Parámetros de coeficientes según sistema estructural eje y-y	26
<b>Tabla 44</b>	Peso – Muros de Ductilidad Limitada	27
<b>Tabla 45</b>	Distribución de fuerzas sísmicas en el eje y-y	28
<b>Tabla 46</b>	Verificación de derivas sismo estático eje x-x	28
<b>Tabla 47</b>	Verificación de derivas sismo estático eje y-y	29
<b>Tabla 48</b>	Modos de Vibración	30
<b>Tabla 49</b>	Verificación de derivas sismo dinámico eje x-x	31
<b>Tabla 50</b>	Verificación de derivas sismo dinámico eje y-y	31
<b>Tabla 51</b>	Reacciones en la base en el eje x-x	35
<b>Tabla 52</b>	Fuerzas cortantes por piso en el eje x-x	35
<b>Tabla 53</b>	Reacciones en la base en el eje y-y	35
<b>Tabla 54</b>	Resultados de esfuerzo a compresión en Muros en el Eje X-X	36
<b>Tabla 55</b>	Resultados de esfuerzo a compresión en Muros en el Eje Y-Y	37
<b>Tabla 56</b>	Resultado de falla por pandeo en Muros en el Eje X-X	38
<b>Tabla 57</b>	Resultado de falla por pandeo en Muros en el Eje Y-Y	39
<b>Tabla 58</b>	Resultados de cortante basal en el eje x-x	39
<b>Tabla 59</b>	Resultados de cortante basal en el eje y-y	40
<b>Tabla 60</b>	Resultados de derivas entre pisos en el eje x-x	41
<b>Tabla 61</b>	Resultados de derivas entre pisos en el eje y-y	41

### **Índice de gráficos y figuras**

Figura N° 01	Albañilería Confinada	8
Figura N° 02	Detalle de muro confinado	11

Figura N° 03	Sección	12
Figura N° 04	Detalle de vigas	12
Figura N° 05	Sentido de techado	13
Figura N° 06	Losa Aligerada Unidireccional	13
Figura N° 07	Cimentación de concreto ciclópeo	14
Figura N° 08	Cimentación corrida con sobrecimiento armado	14
Figura N° 09	Sistema de Estructural - Muros de Ductilidad Limitada	15
Figura N° 10	Tipos de refuerzos en Muros de Ductilidad Limitada	18
Figura N° 11	Deformación Bajo Fuerzas Laterales	20
Figura N° 12	Pandeo de barras de refuerzo sometida a cargas cíclica	21
Figura N° 13	Modelo de pandeo de una barra de refuerzo	22
Figura N° 14	Efecto de pandeo en configuraciones típicas de muros	22
Figura N° 15	Figura 15: Mapa de Zonificación del Perú	24
Figura N° 16	Factor de amplificación sísmica	26
Figura N° 17	Representación de la fuerza sísmica en el centro de masas	29
Figura N° 18	Planta Arquitectónica modelo 1- Albañilería Confinada	41
Figura N° 19	Ubicación de Calicatas	42
Figura N° 20	Ubicación de Calicata - 1	43
Figura N° 21	Ubicación de Calicata - 2	43
Figura N° 22	Ubicación de Calicata - 3	44
Figura N° 23	Perfiles Estratigráficos	44
Figura N° 24	Ensayo realizado por JGR'B Ingenieros S.R.L - Peso de Calicata – 1.	45
Figura N° 25	Ensayo realizado por JGR'B Ingenieros S.R.L - Peso de Calicata – 2.	45
Figura N° 26	Ensayo realizado por JGR'B Ingenieros S.R.L - Peso de Calicata – 3.	45
Figura N° 27	Ensayo realizado por JGR'B Ingenieros S.R.L – Ensayo de Granulometría.	45
Figura N° 28	Ensayo realizado por JGR'B Ingenieros S.R.L - Ensayo de Corte Directo.	45
Figura N° 29	Ensayo realizado por JGR'B Ingenieros S.R.L – Ingreso de muestras al horno.	45
Figura N° 30	Ensayo realizado por JGR'B Ingenieros S.R.L - Ensayo de Corte Directo	46
Figura N° 31	Plano con ejes – Edificación de 05 niveles en AutoCAD 2021	47
Figura N° 32	Modelado de Edificación de Albañilería Confinada en el Software Etabs 2018	48
Figura N° 33	Edificación de Albañilería Confinada (Vista en Planta) con código de cada muro	49
Figura N° 34	Espectro de diseño Eje X-X Norma Técnica Peruana E.030-2018	8
Figura N° 35	Espectro de diseño Eje Y-Y Norma Técnica Peruana E.030-2018	8

Figura N° 36	Plano de proyecto en planta en software Etabs – Esquina entrante	10
Figura N° 37	Plano de proyecto en vista en planta en software Etabs – Discontinuidad del diafragma	10
Figura N° 38	Desplazamientos sismo dinámico en eje x-x – Irregularidad Torsional	11
Figura N° 39	Plano de proyecto en vista en frontal en software Etabs – Por rigidez (Piso Blando)	12
Figura N° 40	Plano de proyecto en vista 3D en software Etabs – Por masa o peso	12
Figura N° 41	Propuesta de muros de ductilidad limitada	15
Figura N° 42	Planta con etiquetas de muros	19
Figura N° 43	Espectro de diseño Eje X-X Norma Técnica Peruana E.030-2018	29
Figura N° 44	Espectro de diseño Eje Y-Y Norma Técnica Peruana E.030-2018	30
Figura N° 45	Plano de proyecto en planta en software Etabs – Esquina entrante	31
Figura N° 46	Plano de proyecto en vista en planta en software Etabs – Discontinuidad del diafragma	32
Figura N° 47	Plano de proyecto en vista frontal 3d en software Etabs – Discontinuidad del diafragma	32
Figura N° 48	Desplazamientos sismo dinámico en eje x-x – Irregularidad Torsional	33
Figura N° 49	Plano de proyecto en vista en frontal en software Etabs – Por rigidez (Piso Blando)	34
Figura N° 50	Plano de proyecto en vista 3D en software Etabs – Por masa o peso	34
Figura N° 51	Cortante basal en el eje x-x	40
Figura N° 52	Cortante basal en el eje y-y	40
Figura N° 53	Distorsiones en entre pisos en ambos sistemas estructurales en el eje x-x	41
Figura N° 54	Distorsiones en entre pisos en ambos sistemas estructurales en el eje y-y	42

## ANEXOS

<b>ANEXO N° 01</b>	Operacionalización de la variable	58
<b>ANEXO N° 02</b>	Matriz de Consistencia	60
<b>ANEXO N° 03</b>	Esfuerzo en Muros de Albañilería Confinada – Carga Muerta Eje x-x	62
<b>ANEXO N° 04</b>	Esfuerzos en Muros de Albañilería Confinada – Carga Viva Eje x-x	63
<b>ANEXO N° 05</b>	Esfuerzo en Muros de Albañilería Confinada – Carga Muerta Eje y-y	64
<b>ANEXO N° 06</b>	Esfuerzo en Muros de Albañilería Confinada – Carga Viva Eje y-y	65
<b>ANEXO N° 07</b>	Pandeo en Muros en Albañilería Confinada en eje x-x	66
<b>ANEXO N° 08</b>	Pandeo en Muros en Albañilería Confinada en eje y-y	67
<b>ANEXO N° 09</b>	Esfuerzo en Muros de MDL – Carga Muerta Eje x-x	68
<b>ANEXO N° 10</b>	Esfuerzos en Muros de MDL– Carga Viva Eje x-x	69
<b>ANEXO N° 11</b>	Esfuerzo en Muros de MDL – Carga Muerta Eje y-y	70
<b>ANEXO N° 12</b>	Esfuerzo en Muros de MDL – Carga Viva Eje y-y	71
<b>ANEXO N° 13</b>	Pandeo en Muros en MDL en eje x-x	72

<b>ANEXO N° 14</b>	Pandeo en Muros en MDL en eje y-y	73
<b>ANEXO N° 15</b>	Esfuerzo a compresión en muros 1er Experto	74
<b>ANEXO N° 16</b>	Pandeo en Muros -1er Experto	75
<b>ANEXO N° 17</b>	Cortante Basal -1er Experto	76
<b>ANEXO N° 18</b>	Distorsión -1er Experto	77
<b>ANEXO N° 19</b>	Distorsión -1er Experto	78
<b>ANEXO N° 20</b>	Esfuerzo a compresión en muros 2do Experto	79
<b>ANEXO N° 21</b>	Pandeo en Muros -2do Experto	80
<b>ANEXO N° 22</b>	Cortante Basal -2do Experto	81
<b>ANEXO N° 23</b>	Distorsión -2do Experto	82
<b>ANEXO N° 24</b>	Distorsión -2do Experto	83
<b>ANEXO N° 25</b>	Esfuerzo a compresión en muros 3er Experto	84
<b>ANEXO N° 26</b>	Pandeo en Muros -3er Experto	85
<b>ANEXO N° 27</b>	Cortante Basal -3er Experto	86
<b>ANEXO N° 28</b>	Distorsión -3er Experto	87
<b>ANEXO N° 29</b>	Distorsión -3er Experto	88
<b>ANEXO N° 30</b>	Solicitud de Planos para estudio.	89
<b>ANEXO N° 31</b>	Certificado de Análisis Granulométrico – C1	90
<b>ANEXO N° 32</b>	Certificado de Análisis Granulométrico – C2	91
<b>ANEXO N° 33</b>	Certificado de Análisis Granulométrico – C3	92
<b>ANEXO N° 34</b>	Certificado de Ensayo de Corte Directo	93
<b>ANEXO N° 35</b>	Certificado de Ensayo de Corte Directo	94
<b>ANEXO N° 36</b>	Factura de Ensayos Elaborados	95
<b>ANEXO N° 37</b>	Certificado de Calibración del Equipo de Corte Directo	96
<b>ANEXO N° 38</b>	Certificado de Calibración del Equipo de Corte Directo	97
<b>ANEXO N° 39</b>	Certificado de Calibración del Equipo de Corte Directo	98
<b>ANEXO N° 40</b>	Plano de Arquitectura Albañilería Confinada	99
	99	
<b>ANEXO N° 41</b>	Plano de Arquitectura Albañilería Confinada	100
<b>ANEXO N° 42</b>	Plano de Arquitectura Albañilería Confinada	101
<b>ANEXO N° 43</b>	Plano de Estructura Albañilería Confinada	102
	102	
<b>ANEXO N° 44</b>	Plano de Estructura Albañilería Confinada	103

<b>ANEXO N° 45</b>	Plano de Propuesta Arquitectura Muros de Ductilidad Limitada	104
<b>ANEXO N° 46</b>	Plano de Propuesta Arquitectura Muros de Ductilidad Limitada	105
<b>ANEXO N° 47</b>	Propuesta de Cimentación – Diseño por Carga de Servicio	106
<b>ANEXO N° 48</b>	Propuesta de Cimentación – Diseño por Carga de Servicio	107
<b>ANEXO N° 49</b>	Propuesta de Cimentación – Diseño por Carga de Servicio	108

## Resumen

Debido a que Perú se ubica dentro del cinturón de fuego del pacífico, por lo que es considerado un país altamente sísmico la norma nos recomienda diferentes tipos de sistemas estructurales por lo que da inicio a la presente investigación que tuvo como objetivo principal determinar el comportamiento lineal de los sistemas estructurales: MDL y Albañilería Confinada frente a sismos. Esta investigación fue de tipo aplicada - cuantitativa - no experimental transversal, con niveles descriptivo, explicativo y correlacional. La muestra fue una edificación de cinco niveles ubicada en el distrito de Puente Piedra de muestreo no probabilístico. Ambos sistemas fueron modelados en el software ETABS, el primer sistema fue el de albañilería confinada por consiguiente el sistema de muros de ductilidad limitada, Sucesivamente se realizó el Análisis Lineal de ambos sistemas empleando los parámetros sísmicos del proyecto en estudio. Según los resultados obtenidos se determinó que, el sistema de Albañilería confinada presenta mayor esfuerzo a compresión en muros, revelando mayor aproximación a su límite en 78.28% en Dirección "X" y 62.86% para "Y". Así mismo se determinó que los sistemas estructurales en estudio no presentan fallas por pandeo debido a las cargas de gravedad ya que la demanda de esfuerzo actuante es inferior comparado con el esfuerzo crítico. Como también se determinó que el sistema albañilería confinada experimenta mayor cortante basal ya que supera al sistema MDL en 24.80 % en dirección "X" y 24.85% para "Y" y por último se determinó que el sistema de Albañilería confinada mostró mayores distorsiones, acercándose a su límite en 26.93% en dirección "X" y en 18.65 % para "Y", que el sistema MDL. Por lo que se concluyó que el sistema de MDL presenta un mejor comportamiento lineal en una edificación de cinco niveles esto se debe a que presenta menor esfuerzo a compresión en muros, no experimenta fallas por pandeo, toma menos fuerza cortante en la base y tiene menores distorsiones.

**Palabras clave:** Muros de ductilidad limitada, albañilería confinada, análisis lineal.

## **Abstract**

Due to the fact that Peru is located within the Pacific ring of fire, which is why it is considered a highly seismic country, the standard recommends different types of structural systems, which is why the present investigation begins, whose main objective was to determine the linear behavior of structural systems: CDM and Confined Masonry against earthquakes. This research was applied - quantitative - not cross-sectional experimental, with descriptive, explanatory and correlational levels. The sample was a five-story building located in the Puente Piedra district with non-probability sampling. Both systems were modeled in the ETABS software, the first system was that of confined masonry, therefore the system of walls of limited ductility, Subsequently, the Linear Analysis of both systems was carried out using the seismic parameters of the project under study. According to the results obtained, it was determined that the confined masonry system presents greater compressive stress in walls, revealing a greater approximation to its limit in 78.28% in Direction "X" and 62.86% for "Y". Likewise, it was determined that the structural systems under study do not present buckling failures due to gravity loads since the acting stress demand is lower compared to the critical stress. As it was also determined that the confined masonry system experiences greater basal shear since it surpasses the MDL system by 24.80% in direction "X" and 24.85% for "Y" and finally it was determined that the confined masonry system showed greater distortions, approaching to its limit at 26.93% in direction "X" and at 18.65% for "Y", than the MDL system. Therefore, it was concluded that the CDM system presents a better linear behavior in a five-level building, this is due to the fact that it presents lower compressive stress in walls, does not experience buckling failures, takes less shear force at the base and has lower distortions.

**Keywords:** Limited ductility walls, confined masonry, linear analysis.

## I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento espontáneo de las ciudades frente a los procesos de industrialización a inicios de los años 40 y la liberación económica del mercado nacional durante los 90' generó el crecimiento desbordado de las ciudades y la extensión de sus periferias. Los procesos de autoconstrucción son recurrentes entre las comunidades de los llamados conos de la ciudad de Lima Metropolitana. Frente a esta informalidad urbana los espacios dedicados a la vivienda representan un 70% de las construcciones. Ante esto y tomando en cuenta que el Perú se encuentra dentro del cinturón de fuego, echo que lo categoriza como zona de alta probabilidad sísmica, las viviendas son espacios habitacionales propensos a desastres como consecuencia de la ocurrencia de dicho fenómeno natural que impactaría sobre las condiciones de vulnerabilidad de las viviendas. Siendo sus factores determinantes el grado de exposición de las viviendas (ubicación físico espacial) y por su fragilidad, esta última relacionada con el sistema constructivo utilizado en la fabricación, la materialidad del hogar, entre otras.

En este contexto, el sistema de construcción predominante en la ciudad de Lima Metropolitana es la de albañilería confinada, muchas veces solo siendo diseñadas y construidas sin la supervisión de un profesional. Estas construcciones presentan una mayor vulnerabilidad ante un movimiento sísmico.

Por otro parte, el sistema de muros de ductilidad limitada (MDL) se presenta como una alternativa de construcción, ésta siendo monitoreada y diseñado por profesionales, además otras de las ventajas que presenta este sistema es que permite realizar construcciones con menor costo y mano de obra debido a que es un sistema estructural semi – industrial.

La presente investigación pretende realizar un análisis sísmico comparando el grado de resistencia que presenta una edificación construida con el sistema de muros de ductilidad limitada frente a una construida por albañilería confinada.

Ante la presente equívoca, se ha proyectado la siguiente formulación del problema: ¿Cuál de los sistemas estructurales, MDL y albañilería confinada presentará un mejor comportamiento sísmico, Puente Piedra -2021?

**Problemas específicos,** ¿Cuál de los sistemas estructurales, MDL o albañilería confinada presenta mayor esfuerzo a compresión en muros frente a sismos, Puente

Piedra-2021?, ¿Cuál de los sistemas estructurales, MDL o albañilería confinada presenta mayor falla por pandeo en muros frente a sismos, Puente Piedra-2021?, ¿Cuál de los sistemas estructurales, MDL o albañilería confinada toma mayor cortante basal frente a sismos, Puente Piedra-2021?, ¿Cuál de los sistemas estructurales, MDL o albañilería confinada presenta mayor distorsión frente a sismos, Puente Piedra-2021?.

**Justificación social**, el motivo que impulsó al investigador a realizar este proyecto fue la observación repetitiva de estos sistemas en función al movimiento sísmico, generando una preocupación muy grande, debido a la fuerza natural y destructiva que posee este fenómeno, los principales beneficiarios de estos proyectos son los pobladores de puente piedra, pues con la selección final de la comparativa se podrá establecer cuál de estos dos sistemas estructurales será el óptimo para las construcciones en este distrito.

**Justificación económica**, debido al crecimiento desbordado de las ciudades se ha vuelto comercial la necesidad de construir viviendas multifamiliares que no generen costos elevados, por lo cual esta investigación planea evaluar los sistemas estructurales presentados con los resultados obtenidos se busca evaluar la mejor propuesta económica.

**Justificación teórica**, debido a la vulnerabilidad sísmica que presenta el distrito de Puente Piedra esta investigación está enfocada a determinar cuál de estos sistemas estructurales presentan el óptimo comportamiento lineal ante movimientos sísmicos. Los resultados obtenidos de esta investigación servirán de ayuda para posteriores investigaciones además de entender el comportamiento de estos sistemas.

**Objetivo General** es diagnosticar el comportamiento lineal de los sistemas estructurales: MDL y albañilería confinada de una edificación de cinco niveles, Puente Piedra, 2021.

**Objetivos Específicos**, determinar cuál de los sistemas estructurales, MDL o albañilería confinada presenta mayor esfuerzo a compresión en muros frente a sismos, Puente Piedra-2021; determinar cuál de los sistemas estructurales, MDL o albañilería confinada presenta mayor falla por pandeo en muros frente a sismos, Puente Piedra-2021; determinar cuál de los sistemas estructurales, MDL o albañilería

confinada toma mayor cortante basal frente a sismos, Puente Piedra-2021; determinar cuál de los sistemas estructurales, MDL o albañilería confinada presenta mayor distorsión frente a sismos, Puente Piedra-2021

**Hipótesis General** de esta investigación es, “El sistema MDL tiene mejor comportamiento lineal que el sistema de albañilería confinada frente a sismos, Puente Piedra -2021.”

**Hipótesis específicas**, el sistema de albañilería confinada presenta mayor esfuerzo a compresión en muros que el sistema de muros de ductilidad limitada frente a sismos, Puente Piedra -2021; el sistema de albañilería confinada presenta mayor falla por pandeo en muros que el sistema de muros de ductilidad limitada frente a sismos, Puente Piedra -2021; el sistema de albañilería confinada toma mayor cortante basal que el sistema de muros de ductilidad limitada frente a sismos, Puente Piedra -2021; el sistema de albañilería confinada tiene mayores distorsiones que el sistema de muros de ductilidad limitada frente a sismos, Puente Piedra -2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Quiroz (2016), esta investigación obtuvo como finalidad establecer el método estructural que muestra un comportamiento superior en presencia de la inminencia sísmica en la construcción de un hogar multifamiliar en la ciudad de Cajamarca. La metodología utilizada en la investigación es de tipo descriptiva - explicativa, es decir busca detallar y estudiar metódicamente lo que coexiste en relación a las diversificaciones o las circunstancias de la situación. La muestra estuvo conformada por una vivienda multifamiliar de cuatro niveles. De acuerdo al análisis realizado en la investigación concluyó que los sistemas de Muros de ductilidad limitada y el de albañilería confinada ofrecen 01 conveniente y efectiva conducta estructural frente a las tendencias sísmicas, puesto que cumplen con los parámetros establecidos por la normativa RNE del Perú. En un punto de vista socioeconómico, el sistema estructural de Muros de ductilidad limitada muestra mayores beneficios ante el sistema de Albañilería Confinada.

Carnero (2019), esta investigación tuvo como objetivo precisar el comportamiento dos sistemas estructurales, Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada frente a la amenaza sísmica. La metodología empleada en el presente estudio fue de tipo aplicada, cuantitativa, no experimental transversal, con niveles descriptivo, explicativo y correlacional. La muestra que tomaron fue un condominio "Torres del Campo". Con los resultados que obtuvo concluyó que el sistema de Albañilería confinada presenta mayor esfuerzo a compresión en muros, así mismo que los sistemas estructurales en estudio no experimentarán fallas por pandeo debido a cargas de gravedad, como también determinó que el sistema albañilería confinada toma mayor cortante basal y finalmente se determinó que el sistema de Albañilería confinada presenta las mayores distorsiones, por lo que indicó que el sistema de MDL presenta mejor comportamiento lineal para el condominio "Torres del campo" debido a que presenta menor esfuerzo a compresión en muros, no presenta fallas por pandeo, toma menos fuerza cortante en la base y tiene menores distorsiones.

Huamán (2018), cuya investigación obtuvo la finalidad de establecer cómo los muros de ductilidad limitada y el análisis estructural de los sistemas de albañilería confinada intervienen sobre la construcción del consorcio El Pando. La metodología empleada en esta investigación es de tipo aplicada, con un nivel correlacional, descriptivo y aclaratorio; con un modelo no empírico y transversal. La muestra utilizada para esta investigación es el muro de ductilidad limitada y la albañilería confinada del mismo consorcio el Pando. En esta investigación se llega a definir que ambos sistemas estructurales intervienen de manera positiva en la construcción del consorcio El Pando. Al hacer mención del comportamiento estructural ambos sistemas cumplen con los parámetros y presentar un óptimo comportamiento estructural, desde un punto de vista económico los muros de ductilidad limitada presentan un menor costo en construcción de edificación.

Merodio y Vásquez (2018), este estudio obtuvo como finalidad estudiar la conducta estructural de una construcción de 05 pisos planteada con los muros de ductilidad Limitada y los sistemas de albañilería confinada en suelo flexible en la ciudad de Piura, por medio de la asimilación de los desplazamientos de respuesta, distorsiones y elementos de aguante (capacidad/demanda) tomando en cuenta un piloto de

comportamiento lineal y elástico. Los investigadores emplearon una metodología de investigación aplicada, de acuerdo a los resultados obtenidos concluyeron que la albañilería confinada tiene una conducta superior al compararlo con los muros de ductilidad limitada ya que presentan alta densidad de muros. Por otro lado, la albañilería confinada en el suelo flexible de la ciudad de Piura presenta mayores distorsiones que no están permitidas en la norma de diseño sismorresistente por lo que sería necesario incrementar la rigidez de la estructura lo que generaría un incremento de costos en la ejecución.

Pianto (2017), su objetivo de investigación fue analizar el comportamiento estructural frente a la amenaza sísmica en la construcción de viviendas de concreto armado al conocer el comportamiento estructural frente a la amenaza sísmica en la construcción de viviendas de concreto armado permitirá mejorar el sistema de edificaciones. La metodología de investigación fue el método científico, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel de investigación fue descriptivo correlacional y el diseño de investigación fue no experimental – transeccional correlacional .La población con la que se realizó la investigación fueron todas las viviendas de concreto armado del distrito de El Tambo , de acuerdo al análisis del comportamiento estructural frente a la amenaza sísmica tuvo como resultado que los Muros de Ductilidad Limitada le confieren buena rigidez en ambas direcciones del análisis sísmico según la configuración y predisposición de los mismos en el esquema estructural, algunas irregularidades torsionales fueron corregidas con el aumento estratégico de MDL, en el perímetro de la edificación.

Noriega (2020), busca diseñar y establecer la construcción de vivienda básica unifamiliar, en su búsqueda realiza una comparación de un sistema de construcción con elementos pre fabricados de concreto armado y con un sistema de construcción de albañilería confinada. Se parte de la misma arquitectura y se realiza el análisis estructural sismo resistente, según la norma peruana. Se define los planos de arquitectura, de estructura y otros, para luego establecer los procesos de construcción y realizar el análisis de costos unitarios y presupuestos. Teniendo como resultado El tiempo y los costos de producción, fabricación y montajes de un sistema de construcción con elementos prefabricados es más reducido frente a un sistema de

construcción de albañilería confinada. El periodo de producción y edificación de una vivienda prefabricada son cortos y se puede atender en cualquier situación de necesidad de vivienda, de emergencia y post emergencia.

Morales y Wiegand (2020), el objetivo de su investigación es obtener una expresión simple, que permita determinar el espesor mínimo de muros de hormigón armado esbeltos para prevenir pandeo. La expresión se obtuvo a partir de la teoría de placas delgadas, con un análisis lineal elástico, considerando un enfoque energético y el método de Ritz. Los resultados que obtuvieron fueron presentaron razonable coincidencia cualitativa con lo observado en laboratorios, sin embargo, resultan ser poco conservadores en términos cuantitativos.

Murat, Citiloglu y Erkoseoglu (2019), en su estudio presentaron una comparación entre las prestaciones sísmicas de los tipos de construcción URM (Mampostería no reforzada) y CM (Mampostería confinada) a nivel de componente y estructura. La primera fase del estudio se centra en las curvas de capacidad de muros URM y CM idealizados utilizando un modelo lineal fragmentado con diferentes límites de rendimiento. Se examinan formulaciones empíricas de investigaciones previas para determinar los parámetros de curva de capacidad con la premisa de que tienen la mejor estimación para el conjunto de datos experimental seleccionado en relación con las muestras de pared URM y CM. La segunda fase aborda el desempeño sísmico en el nivel de estructura para edificios URM y CM que están compuestos por muros de mampostería con curvas de capacidad idealizadas obtenidas en la primera fase del estudio. El método de espectro de capacidad se utiliza para los análisis. Los resultados revelan el comportamiento superior de la construcción de CM sobre la construcción de URM durante la acción sísmica.

Arroyo, Feliciano, Carrillo y Hube (2021) en su investigación tiene como objetivo suministrar evidencias sobre la vulnerabilidad sísmica que presenta los muros de concreto de pared delgada con dos tipos de refuerzos. Para ello se evaluó un edificio de seis pisos, construido en Bogotá, Colombia. Se llevaron a cabo análisis dinámicos incrementales en los modelos utilizando el conjunto de movimiento del suelo de campo lejano proporcionado por FEMA P-695 y un conjunto de movimientos del suelo para

las zonas de subducción. Los resultados que se obtuvieron fue que se visualiza fracturas en el acero de refuerzo, este tipo de falla es frecuente en este tipo de sistemas estructurales. Por ello se concluyeron que para el uso de este sistema estructural debe ser limitado en zonas sísmicas.

Vizconde (2015), el objetivo de su investigación fue valorar los elementos que perturban la calidad en moradas de inclusive tres pisos cuya edificación se fundamenta en el sistema estructural de muros de ductilidad limitada (MDL), de esta manera realizar una proposición de progreso del encargo de eficacia de estas construcciones y trazar opciones de progreso constructivo. La metodología empleada en esta investigación es de tipo exploratoria, explicativa, evaluativa y proyectiva. Las muestras fueron viviendas construidas con muros de ductilidad limitada hasta tres niveles. Las conclusiones obtenidas en esta investigación fueron que, para obtener construcciones de buena calidad técnica, era inevitable hacer cumplir con los parámetros establecidos por las normas técnicas de diseño y construcción, una óptima inspección, cumpliendo con los planos del proyecto y las especificaciones, emplear mano de obra capacitada y distinguida. De no haber realizado las construcciones de esta manera indicada, se visualizaron deficiencias constructivas, se pueden señalar como las fisuras, filtraciones, concreto de baja resistencia, entre otros.

Lakshmi y Santhi (2016), su objetivo de este artículo es evaluar edificios compuestos de hormigón reforzado con muros de mampostería de ladrillo que son sometidos a cargas sísmicas. En la metodología de este artículo se aplicará la norma IS 456 -2000 para el diseño, se utilizará la norma IS 1893-2002 (parte I) para la determinación de cargas laterales y para emplear el análisis denominado “no lineal” se realizará un análisis “PUSHOVER” con ayuda del software ETABS. Los resultados de las experimentaciones indicaron que, si se considera el muro de mampostería, se incrementara la rigidez debido a la transferencia directa de los esfuerzos de la estructura y se disminuirán los desplazamientos laterales.

Tanganelli, et al, (2018), tuvo como objetivo analizar el comportamiento sísmico de una edificación de mampostería que pertenece a viviendas públicas de Florencia, para este estudio se realizó un análisis estático no lineal, donde se tomó en cuenta las

propiedades del suelo y la geología de la misma. Se concluyó que respecto al estado límite de seguridad de vida, las edificaciones superaron el límite de seguridad de acuerdo con la NTC 2008 para periodos de retornos que están en el intervalo de 350 años y 1200 años, del mismo modo con respecto al estado límite de limitación de daños, de acuerdo al código para periodos de retorno que están en el intervalo de 100 años y 450 años las edificaciones fueron superiores al nivel de seguridad, en conclusión decimos que las edificaciones muestran concordancia con el estado límite indicado por la NTC 2008.

La **Albañilería Confinada**, se describe como un muro de albañilería simple bordeado de elementos estructurales de concreto armado estos se definen como columnas y vigas que son vaciados con posterioridad. El endentado es realizado con el objetivo de establecer una conexión entre los muros de albañilería simple y las columnas.

La Albañilería Confinada es uno de los más usados en lo que a sistemas estructurales se refiere en todo Latinoamérica, La norma NTP E.070. establece que empleando este sistema se limita la construcción hasta cinco niveles. (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2014),

Para San Bartolomé (1994, p. 2), “La Albañilería se logra definir como un agregado de componentes adheridas o trabadas entre sí con cierto material, como el mortero de cemento o de barro. Los componentes pueden ser artificiales (adobe, tapias, ladrillos y bloques) o naturales (piedras).

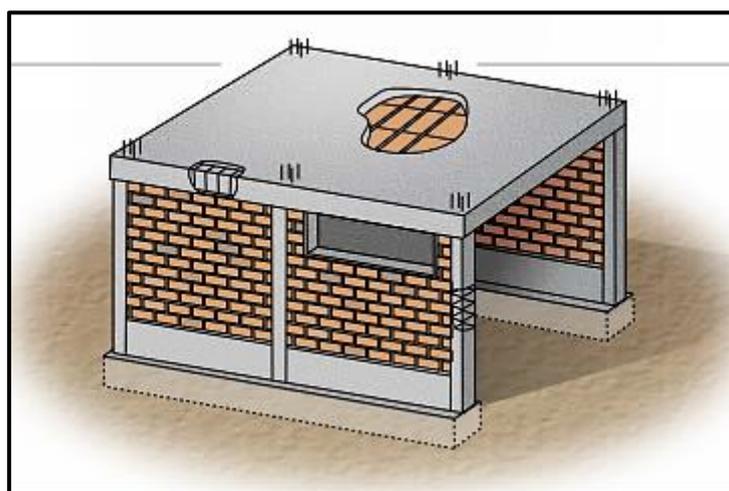


Figura N° 01 Albañilería Confinada

Los elementos estructurales que lo componen son; las cimentaciones, La presencia de muros portantes hace que la cimentación empleada sea el cimiento corrido, cabe mencionar que sus dimensiones de esta cimentación dependerán al tipo de suelo y peso que soportará. Muros, en esta tecnología de construcción los muros son portantes por tal motivo ofrecen fortaleza y solidez necesaria a una edificación. La función que cumplen es de transmitir las cargas horizontales y verticales hacia la cimentación. Columnas, son elementos verticales de confinamiento importantes para el soporte de la estructura encargados transmitir cargas verticales y hacia la cimentación. Viga, es un elemento horizontal de confinamiento encargados de trasferir las cargas originadas por la losa y los muros. Losa aligera, que tiene por composición concreto armado y se apoyan sobre muros portantes, vigas o placas.

Los materiales empleados para la edificación de muros de albañilería confinada tienen una influencia directa en el comportamiento, así mismo las dimensiones, la cuantía de refuerzo y el acero horizontal presente. Este acero debe soportar las tracciones que producen los momentos de flexión (Astroza y Schmidt, 2003, p. 60).

Según Salonikios et al. (1999), Wallace y Thomsen, (1995), Orakcal et al. (2004), la conducta de las estructuras tiene relación directa con las propiedades físicas que presenta sus componentes principales como lo son el acero y el concreto, del mismo modo la correlación de parámetros de la sección transversal” (p.3)

Por lo mencionado por los autores citados anteriormente, nos dicen que para mejorar la resistencia de una estructura es necesario tener materiales de buena calidad, además de realizar una buena distribución de los estribos en las zonas donde la estructura presente mayor incidencia de agrietamientos.

Aranda menciona lo siguiente, “que es necesario realizar un análisis estático a las edificaciones ya sean estas regulares o irregulares. Para que se realice una distribución de fuerzas sísmicas tomando en cuenta las dimensiones, masas y rigideces (p.2).

Por lo expuesto, se considera que el análisis modal espectral es el método adecuado para el análisis sísmico en edificaciones. Pero también se considera de importancia aplicarle un análisis estático para las fuerzas cortantes. según la RNE y la normativa perteneciente a esta E.070, menciona que las fuerzas axiales y a corte se pueden

calcular a través de tablas y ensayos de primas. El número de pisos y zona sísmica definirán el método a utilizar. Tal como se indica en la tabla número 3.

**Tabla 01** *Métodos para determinar  $f'm$  y  $Vm$*

TABLA 7 MÉTODOS PARA DETERMINAR $f'm$ Y $Vm$									
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
<b>(<math>f'm</math>)</b>	A	A	A	B	B	A	B	B	B
<b>(<math>Vm</math>)</b>	A	A	A	B	A	A	B	B	A

Fuente: Norma E.070 – RNE

Para la dimensión del **módulo de elasticidad de albañilería**, Abanto (2017) sostiene que hay una conexión entre la deformación unitaria y el esfuerzo normal así este trabaje en tensión o compresión, pero menores al límite del material, todo esto según la ley de HOOKE. (p.36)

$$\text{Módulo de elasticidad para albañilería} = E_m = 500 f'm$$

A la hora de medir la resistencia en albañilería confinada se usa el módulo de corte, esta se puede determinar mediante:

$$\text{Módulo de corte para albañilería} = G_m = 0.4 E_m$$

Para el diseño de la estructura hay que tomar ciertas consideraciones entre las cuales están la densidad de los muros, esta ayuda a tener una mayor resistencia a la compresión, permeabilidad reducida y aislamiento auditivo y térmico.

Según Abanto, para sostener que un muro es confinado, necesariamente debe estar entre estructuras de concreto armado tales como columnas y vigas (2017, p. 85)

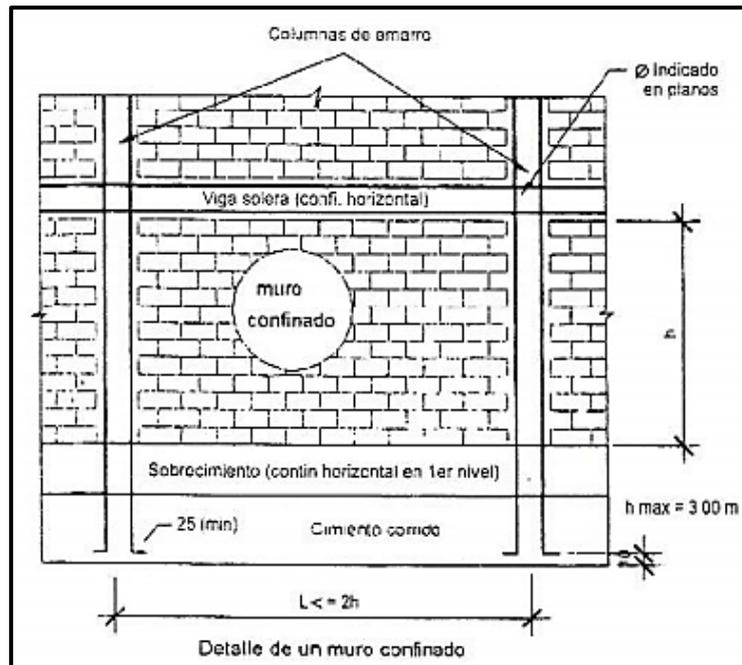


Figura N° 02 Detalle de muro confinado

Para albañilería confinada se tiene que la distancia entre columnas se halla de acuerdo a la altura del paño, siendo esta el doble de la altura del muro, esto evitará agrietamientos.

$$\text{Separación entre columnas} = 2h$$

Las columnas, están sujetas a cumplir con un área mínima de  $20t \text{ cm}^2$ , donde el espesor efectivo está determinado por "t".

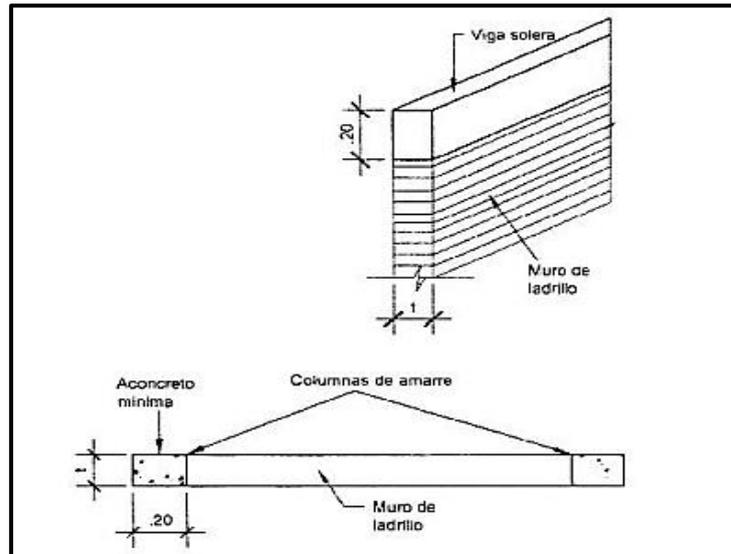


Figura N° 03 Sección

En el caso de las vigas de las vigas de amarre se redimensiona tomando en cuenta los efectos de carga muerta:

$$h = L_n 14$$

para el caso vigas en voladizo

$$h = L_v 4$$

$$b = 0.3h \text{ a } 0.5h$$

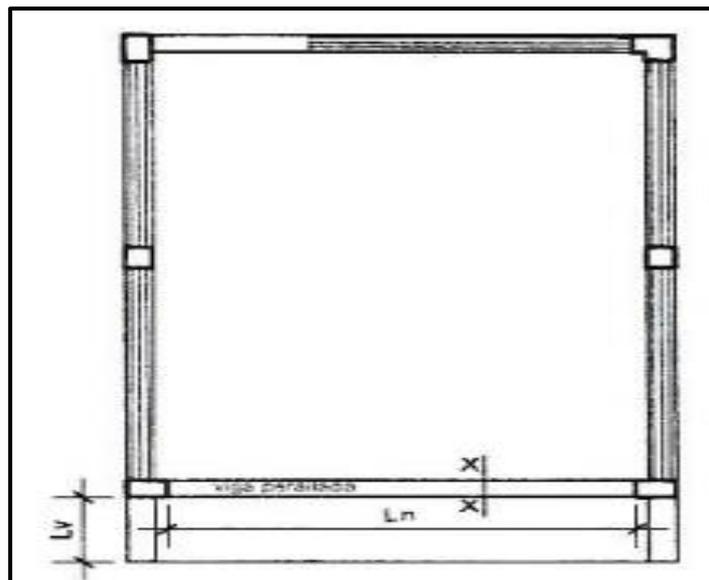


Figura N° 04 Detalle de vigas

El diseño de la losa aligerada siempre será realizado en el sentido de menor dimensión. Para el espesor de la losa se toma en cuenta la luz de los ambientes además de la sobrecarga.

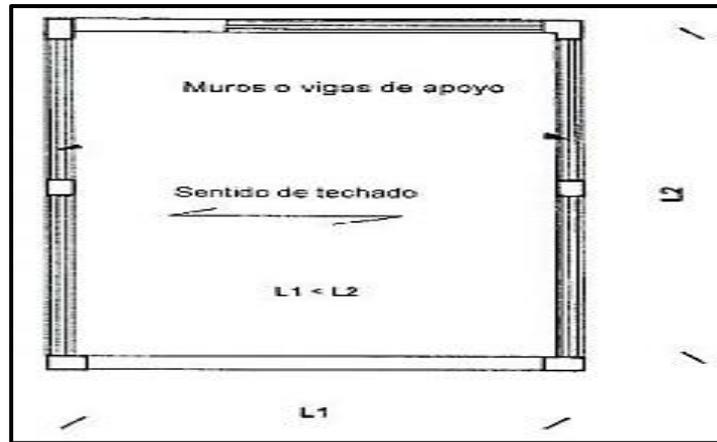


Figura N° 05 Sentido de techado

**Tabla 02** Valores a considerar en dimensionamiento

Luz Libre (m)	Espesor de aligerado (cm)	Altura de ladrillo (h) (cm)	Espesor de losita superior (et) (cm)
Hasta 4	17	12	5
$4 < L1 \leq 5$	20	15	5
$5 < L1 \leq 6.5$	25	20	5
$6.5 < L1 \leq 7.5$	30	25	5

Fuente: Albañilería – Ing. Tomás Flavio Abanto Castillo

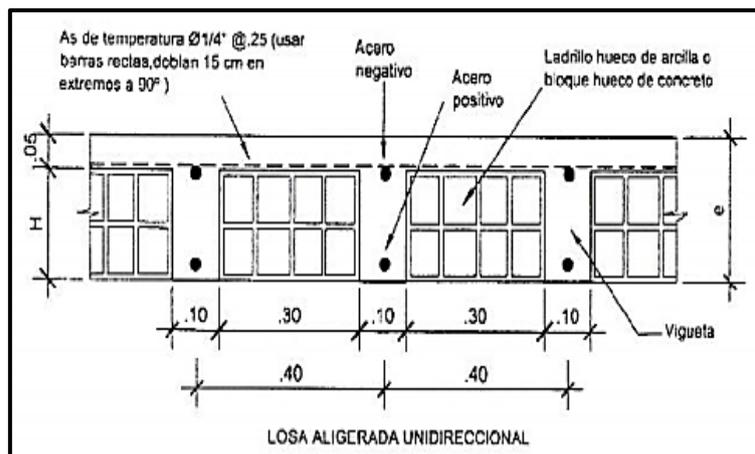


Figura N° 06 Losa Aligerada Unidireccional

Otra manera es considerando la siguiente fórmula, en la cual “e” representa el espesor.

$$e = L1 \ 25$$

Donde L1: luz libre

Con respecto a la cimentación, será determina de acuerdo al estudio de suelos. Abanto (2017) expone que, para terrenos donde la capacidad portante mayor o igual a 2.5 kg/cm<sup>2</sup> la cimentación más utilizada es el cimiento corrido con concreto ciclópeo (p.124).

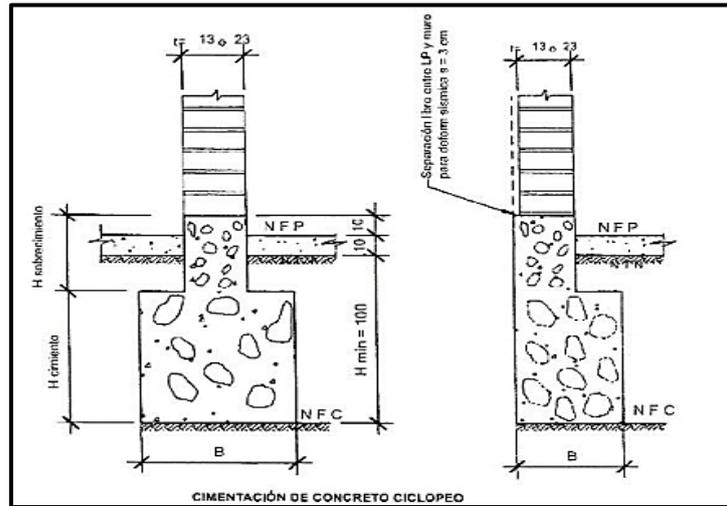


Figura N° 07 Cimentación de concreto ciclópeo

Según Abanto para terrenos desfavorables es decir blandos húmedos, terrenos no consolidados, se sugiere plantear sobrecimientos armados con alturas mayores de 40cm.

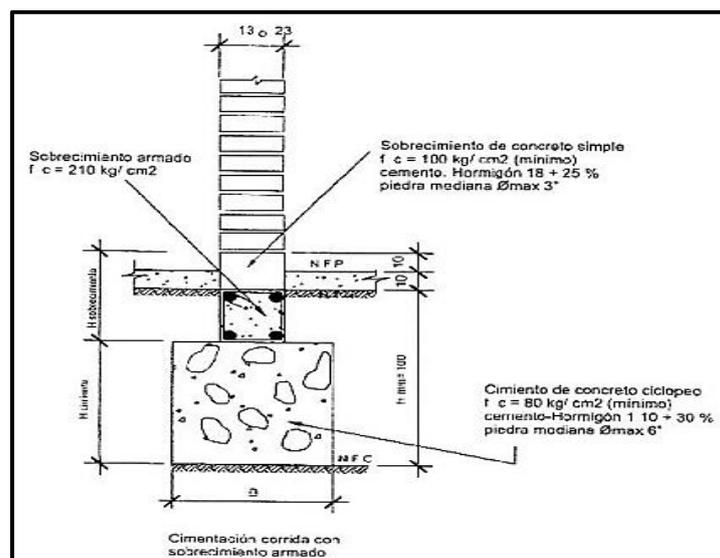


Figura N° 08 Cimentación corrida con sobrecimiento armado

Con respecto a los **muros de ductilidad limitada (MDL)**, es un método estructural que tiene una composición de muros de concreto armado, éstos cumplen la función estructural además debido a su alta capacidad de resistencia sísmica y cargas de gravedad en ambos sentidos no presentan deslizamientos poco sensibles ante el cambio de elasticidad (inelástico). (RNE E.030 -2018).

Maco (2014) hace mención que, este sistema estructural resulta ser más económico ante otros sistemas, por otro lado, no indica que este sistema está compuesto por muros de un espesor de 10 o 12cm, con refuerzos verticales de una sola malla, no se emplean columnas tampoco vigas de confinamiento. Cabe mencionar que se puede emplear tanto losa aligerada como losa maciza ya que cumplen como diagrama rígido en la estructura, pero estas serán de poco espesor ya que las luces son cortas. (p.4)



Figura N° 09 Sistema de Estructural - Muros de Ductilidad Limitada

Villareal (2013), comenta que empleando el sistema MDL se reducirán los desplazamientos laterales originados por los movimientos telúricos, ya que los muros que componen la edificación al interior y exterior serán de concreto armado cumpliendo un cargo estructural. Debido al uso de este sistema empleado en condominios o viviendas multifamiliares se presenta algunos inconvenientes al tratarse de vender estos mismos. Ya que se debería realizar un estudio en caso de realizar modificaciones de muros divisores ya que estos están compuestos de concreto armado y al retirarlos se reduciría la rigidez de la edificación.

Por otro lado, la función principal de los muros de concreto armado es soportar las diferentes cargas entre estas tenemos la carga muerta resultado del propio peso de la edificación, la carga viva generadas por el elemento de uso de una edificación, carga de sismo que será considerada dependiendo de la ubicación, el terreno de fundación, el modelo estructural a proyectar, cargas de aire dependerán de la altitud de la construcción. Además, muestra que los Muros de Ductilidad Limitada poseen una conducta más segura ante un movimiento telúrico, cabe resaltar que es importante considerar un reforzamiento en las puntas de muros con mallas electrosoldadas, con el fin de reducir esfuerzos en una zona específica.

La norma técnica de Diseño Sismorresistente Peruana E.0.30, es la norma que nos indica las condiciones, parámetros y coeficientes para el diseño de una edificación sismorresistente, en la presente norma estipula que empleando este sistema estructural es permitido construir hasta 8 pisos como máximo. Así mismo señala que la distorsión es el resultado obtenido de la división del desplazamiento y la altura libre entre pisos, este resultado efectuado no debe superar a 0.005.

Este sistema es compuesto por tres elementos estructurales, estas son: Cimentación, en su mayoría de veces está compuesta por losas de cimentación superficial, las cuales cumplen la función de contrapiso y por lo general tienen nervaduras. Los muros, tienen espesores de 10, 12, 15 cm y son de concreto armado, en la mayoría de veces se emplea el muro de un espesor de 10 cm y por último las losas, son macizas.

La capacidad de aguante a la compresión del concreto es una de las propiedades mecánicas de los materiales, éste es determinado por ensayos de laboratorio. Se puede definir como la resistencia de una carga determinada entre una unidad de área, esta resistencia es expresada en términos de esfuerzos. La clasificación por su resistencia puede ser:

**Tabla 03** *Clasificación del concreto según su resistencia*

Concreto	Resistencia (Mpa)
Concreto normal	$\leq 42$
Concreto de alta resistencia	$> 42$ y $\leq 100$
Concreto de ultra alta resistencia	$> 100$ Mpa

Fuente: Tecnología del concreto Tomo I: Materiales, propiedades y diseño de mezclas.

La capacidad de Aguante a la tracción del concreto, por su naturaleza el concreto ante los esfuerzos de tracción es un conglomerado débil, al diseñar estructuras estándares en pocas ocasiones se considera esta propiedad. De esta manera la resistencia al corte del concreto, posee una gran importancia en los criterios estructurales, pero no trabaja solo, cuando los elementos son sometidos solo a cortante y flexión:

$$V_c = 0.17 \sqrt{f'c} bwd$$

El módulo de elasticidad del concreto, Abanto nos explica que la relación que existe entre la deformación unitaria y el esfuerzo normal ya sea en compresión o tracción, a esta relación la podemos definir como "Modulo de Elasticidad". (2017, p.36).

$$\text{Módulo de elasticidad del concreto} = E_c = 15000\sqrt{f'c}$$

La estructuración de este sistema, está compuesto por tres principales elementos estructurales: Los muros; son elementos verticales de concreto armado con espesores de 10, 12 y 15 cm, lo más empleado son los muros de 10 cm de espesor. Platea de cimentación; es una especie de zapata combinada que se expande por toda el área de la edificación soportando así todo el peso de la edificación. Losas macizas: En este sistema se utiliza las losas macizas bidireccionales.

Para reforzar este sistema de Muros de Ductilidad Limitada es necesario colocar acero de refuerzo horizontales a lo largo de la longitud del muro, con el propósito que el acero no ingrese a un rango inelástico. Empleando acero de refuerzo en cada lado de los muros ocasiona que incremente la sección, a la vez su nivel de confinamiento; esto hace que los muros cumplan la función de disipar la energía. Estos refuerzos son empleados y distribuidos de manera horizontal y vertical, Obteniendo como resultado la resistencia a las fuerzas cortantes, momentos flectores, fuerzas axiales y deslizamientos en las dos direcciones de un plano ortogonal. Se emplea refuerzos diagonales cuando existe gran concentración de fuerza cortante.

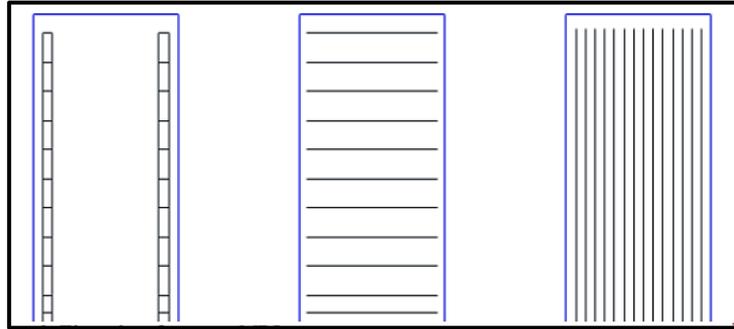


Figura N° 10 Tipos de refuerzos en Muros de Ductilidad Limitada

La conducta estructural se consigue dar por el ejercicio de las fuerzas de sismo, viento o también puede ser fruto del pandeo de muros.

Fuerzas laterales (sismo o viento) Para realizar el estudio de fuerzas laterales, Neuenhofer señala:

El comportamiento estructural de muros de armado de concreto guarda mucha relación con la longitud y altura ( $h_w/l_w$ ), así mismo de otras medidas como la aplicación de cargas y las cuantías de acero que se haya considerado en su diseño. Los muros con correlación de fachada menor que 1.0 mostraran una conducta la cual será gobernada por cortante, si la relación es mayor a 2.0 el comportamiento será gobernado por flexión. (2006, p.1847).

Lo que Neuenhofer nos alude es que la conducta sísmica estructural de los muros de concreto armado no solo va estar en manos de sus dimensiones y la correspondencia que exista entre estas sino también de la aplicación de las cargas y la suma de acero que haya sido considerada en el estudio y con el cual ha sido diseñada. Conjuntamente, muestra que si la semejanza de aspecto es mínima entonces en la conducta estructural que tendrán los muros imperara el cortante, pero si la relación de aspecto es superior a 2 entonces en el comportamiento estructural que tendrán los muros imperara la flexión.

Por otro lado, Roca indica lo siguiente:

Se prefiere que el comportamiento estructural de los MDL sea dominado por flexión, ya que este tipo de falla se considera como dúctil, debido a que admite la fluencia del acero de refuerzo antes de que se produzca el aplastamiento del concreto y trata en lo posible de evitar que sea el cortante el que controle el comportamiento del muro. (2015, p.4)

En este caso según lo citado tenemos que, se debe presentar de que el comportamiento estructural que presenten los muros debe quedar subyugado por la

flexión, porque lo que siempre se desea es que si nuestra estructura va fallar, entonces que esta falla se produzca de manera dúctil, esto a litigio de que la falla dúctil da sede a que el acero entre en fluencia mucho antes de que se origine el aplastamiento de concreto, si el comportamiento de los muros está subyugado por la flexión entonces se asumirá una falla dúctil.

En lo concerniente al esfuerzo a compresión en muros Zavaleta (2009) asevera que, el sistema de Muros de Ductilidad Limitada acepta mayor esfuerzo a compresión en proporción al esfuerzo actuante.

De la figura, se puede observar que la deformación de muro total, se puede hallar con la formula siguiente:

$$\Delta_{\text{Total}} = \Delta_{\text{Flexión}} + \Delta_{\text{Corte}} \text{ (mm)}$$

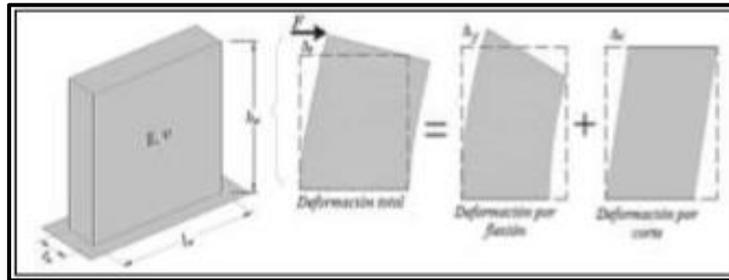


Figura N° 11 Deformación Bajo Fuerzas Laterales

El **Análisis Lineal** es un estudio sísmico desarrollado en el rango elástico en el cual se debe tomar en cuenta uno de los procedimientos constituidos por el análisis estático o el análisis dinámico. Se debe de tomar en cuenta el comportamiento como lineal elástico con solicitaciones reducidas, así como también se deberá tener claro y tomar en cuenta lo establecido en la norma E.030-2018 “Diseño Sismorresistente” norma nacional que estipula parámetros, condiciones y coeficientes para el diseño de edificaciones sismorresistentes, respecto a la falla por pandeo en muros Paula y Priestley, muestra lo siguiente:

Es la desproporción causada por tracción del acero en el extremo del muro, el cual genera grietas al concreto. Por ello de acuerdo a su nivel de magnitud, el acero fluye y genera riesgo de pandeo en aumento. Sin embargo, por ser muros dúctiles, no trabajan a carga axial. Motivo por el cual en la mayoría de los casos falla debido a que hay una sobrecarga mayor en la estructura y sus elementos de malla de refuerzo electrosoldada muestran baja fluencia de acero. (1993, p.385)

Los autores mencionados con anterioridad nos sugieren que el pandeo de muros crea fisuras en el concreto dado a que produce una deformación por tracción del pañal en uno de los extremos del pañuelo, siempre que este acero entra en mayor fluencia, el riesgo de pandeo de la misma forma incrementa. Sin embargo, en este caso en el cual se utiliza malla de refuerzo electrosoldada estos muestran una fluencia baja del acero y en lugar de ello su falla es causada más por el exceso de carga que se aplica a la estructura.

Respectivamente, Rodríguez et al. (1999), “Planteó un piloto de pronóstico de pandeo de barras sometidas a cargas cíclicas. Aquí la deformación esta netamente asociada al pandeo  $\epsilon_p^{**}$ ” (p.605).

A continuación, en la Figura 12 se presenta los últimos dos semiciclos de carga que incumben iniciando el pandeo de la barra, en tracción la barra logra alcanzar la desproporción máxima, previamente de iniciar el semiciclo de descarga, de modo que ocurre el pandeo para la deformación  $\epsilon_{sc}$ .

Rodríguez et al. (1999), expresa  $\epsilon_p^*$  como:

$$\epsilon_p^* = \epsilon_o + \epsilon_{sc}$$

Dónde:

$\epsilon_{st}$ = Máxima deformación en tracción de la barra longitudinal. Recientes estudios indican que por conveniencias y para fines de diseño se debe cambiar el parámetro  $\epsilon_{st}$  por  $\epsilon_o$ , quedando de la siguiente manera:

$\epsilon_p^*$ = Deformación ligada al pandeo. (mm).

$\epsilon_{sc}$ = Deformación en el semiciclo de descarga antes que ocurra el pandeo de las barras. (mm).

$\epsilon_o$ = Deformación en el semiciclo de descarga asociado a cargas. (mm).

$$\epsilon_p^* = \epsilon_{st} + \epsilon_{sc}$$

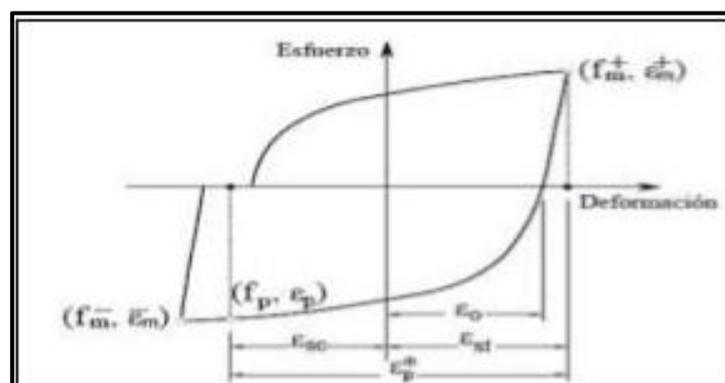


Figura N° 12 Pandeo de barras de refuerzo sometida a cargas cíclica

Por otro lado, Rodríguez planteó el piloto de pandeo de una barra de refuerzo comparativamente como se observa en la figura sucesiva:

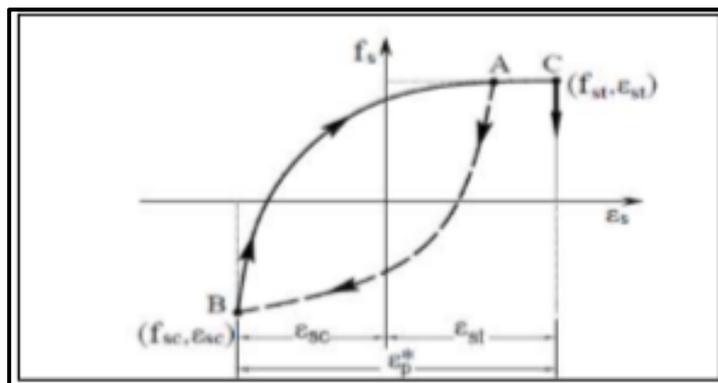


Figura N° 13 Modelo de pandeo de una barra de refuerzo

Por consiguiente, Roca, según las escrituras distintivas de muros encasilla los efectos del pandeo tal como se muestra en la siguiente figura.

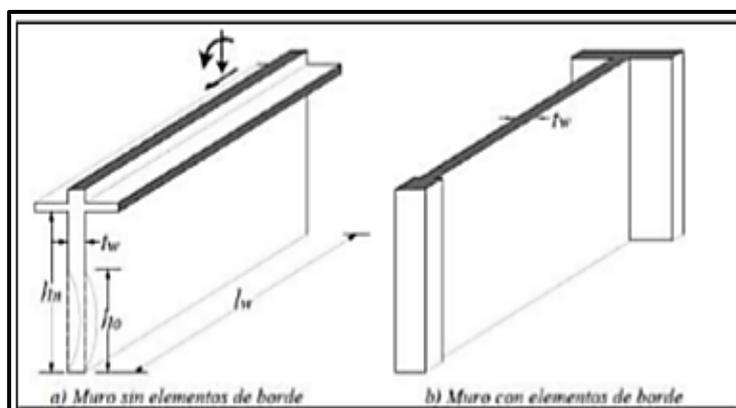


Figura N° 14 Efecto de pandeo en configuraciones típicas de muros

Según San Bartolomé y Coronel, existen diferentes tipos de fallas “las estructuras compuestas por muros de albañilería confinada tienden a fallar por corte cuando son sometidas a sismos severos” (p. 13). A pesar de ello, estas no son las únicas fallas que se exhiben, existen además otros tipos de fallas que se muestran en el sistema de albañilería confinada, Respecto a la falla por flexión en muros Espinoza et al, (2014) menciona:

La falla por flexión en el plano del muro se produce debido a cargas laterales y se identifica por una forma característica de fisuras de forma horizontal que se desarrollan en el mortero ubicado en la zona en tensión y generalmente queda señalado por el aplastamiento de la mampostería en el extremo del muro localizado en la zona de compresión y por la fluencia del acero vertical ubicado en la zona en tensión.

Analizando lo descrito con anterioridad se puede llegar a definir que esta falla es causada por las cargas laterales desarrolladas en el plano del muro de mampostería.

La falla por flexión se declara como una grieta horizontal que se desenvuelve en el mortero, el aplastamiento del muro de albañilería se ocasiona en uno de los extremos de muro ubicado en la zona en compresión.

Respecto a la falla por corte en muros Espinoza et al, (2014) menciona:

La falla por corte generalmente se presenta en muros de mampostería que son robustos sujetos a cargas laterales. De forma particular, las cargas laterales por la tensión diagonal provocada en el muro dan como resultado fisuras diagonales que atraviesan las juntas de mortero y las unidades de mampostería. Las mismas grietas que ante un aumento de deformación lateral se termina extendiendo hasta llegar al concreto localizado en la parte superior de un castillo y la parte inferior de otros castillos. Cuando el concreto termina de extenderse entonces es ahí donde se ocasiona que el muro falle. Una falla producida por los efectos de corte también puede ser llamada como falla por tensión diagonal.

El citado autor nos indica que las cargas laterales que han provocado la tensión diagonal son los que hacen que se desarrolle grietas diagonales que cruzan el paño de albañilería e incluso las juntas de mortero, el riesgo reside en que si esta grieta continúa aumentando hasta el concreto exterior llámese columnas entonces se terminará ocasionando la falla.

Respecto a la falla por Flexión/corte en muros Espinoza et al, (2014) menciona:

Esta interacción se ve manifestada mediante la generación de grietas horizontales originadas en las juntas de mortero. Es una falla que muestra deslizamiento, esto se observa en muros que combinan cargas laterales y bajos niveles de carga gravitacional, esta se manifiesta mediante pronunciadas grietas horizontales a flexión en la parte inferior que constituye la base del muro.

Tomando en cuenta la ejecución del análisis sísmico se deberá examinar varias medidas ístmicas como por ejemplo la zonificación, de acuerdo a la norma E.30- 2018, norma nacional que establece parámetros, condiciones y criterios para el diseño de edificaciones sismorresistentes. El Perú, de acuerdo a la actividad sísmica existente, las características y peculiaridades que muestran los eventos sísmicos y la medida en que estos se mitigan en relación al trayecto del epicentro el cual, se ha dividido en cuatro zonas sísmicas. A cada zona se le ha estipulado un valor para su "Z" correspondiente. Así como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 04 Factores de la zona "Z"**

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma Técnica E.030 "Diseño sismorresistente"-2018

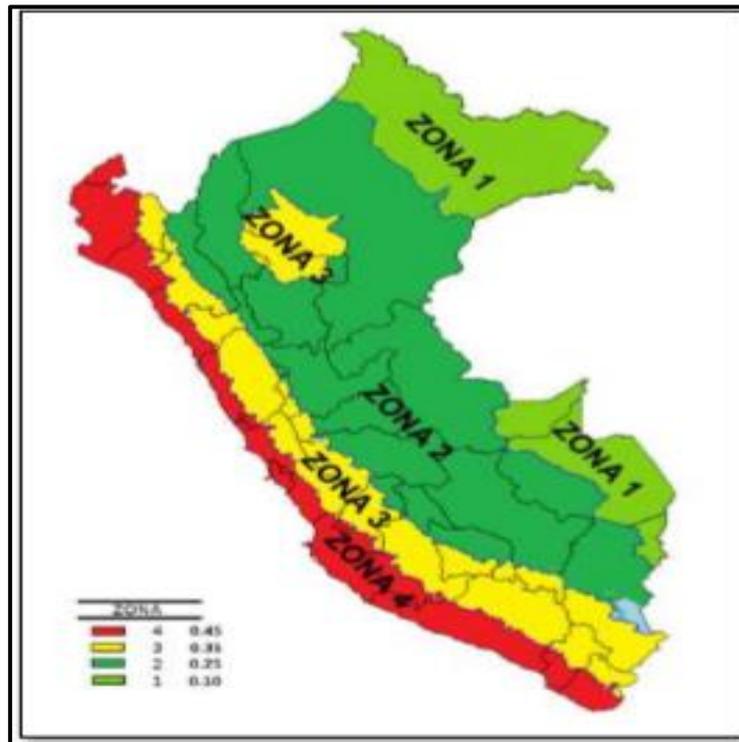


Figura N° 15 Figura 15: Mapa de Zonificación del Perú

Las estructuras concierne a una categoría tal como lo instaura la norma, las estructuras se clasificarán de acuerdo a la condición en que correspondan teniendo en consideración su uso, a cada categoría se le ha asignado un factor U. Posteriormente, en la siguiente tabla se indican las categorías de uso de las edificaciones.

**Tabla 05** *Categoría de Edificaciones y Factor "U"*

CATEGORÍA	DESCRIPCION	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del sector salud del 2° y 3° según lo normado por el Ministerio de salud.	Si tienen aisladores sísmicos = 1
		Si no tienen aisladores sísmicos = 1.5
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de un sismo severo.	1.5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas o donde guardan patrimonios valiosos	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes	1
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Criterio del Profesional

Fuente: Norma E.030 "Diseño sismorresistente"-2018

Dentro del territorio peruano se tienen diferentes tipos de suelo, los mismos que para la ejecución de un análisis sísmico son archivados considerando su estrato, sus características mecánicas y en función a la rapidez en que se propagan las ondas de corte. De acuerdo a cada tipología del suelo se le establece un factor "S".

**Tabla 06** *Factor de suelo*

SUELO	S0 (Roca Dura)	S1 (Roca o Suelos Muy Rígidos)	S2 (Suelos Intermedios)	S3 ( Suelos Blandos)
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Norma E.030 "Diseño sismorresistente"-2018

**Tabla 07** Periodos "Tp y Tl"

SUELO	PERFIL DE SUELO			
	S0 (Roca Dura)	S1 (Roca o Suelos Muy Rígidos)	S2 (Suelos Intermedios)	S3 ( Suelos Blandos)
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Norma E.030-2018 " Diseño sismorresistente"-2018

El factor "C" es un coeficiente que se expone como un valor de aumento producto de la contestación estructural en relación a la aceleración que muestra el suelo. Se determina en base a las características de la zona, dicho factor se puede encontrar de la siguiente manera, tomando en consideración que su elección estará sujeta a los periodos que tengan.

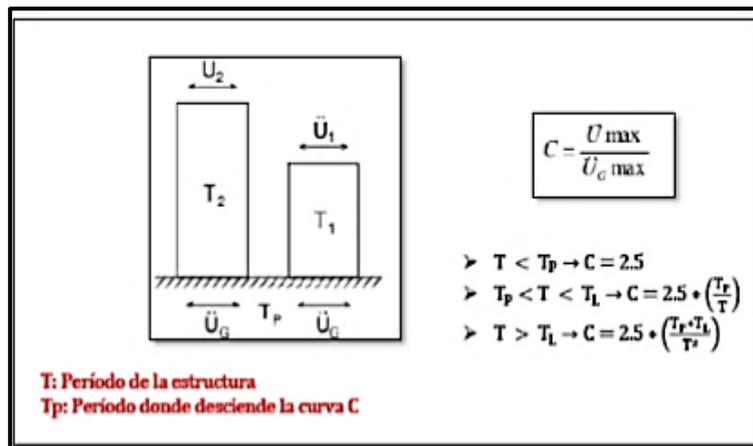


Figura N° 16 Factor de amplificación sísmica

Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, valor a determinar tomando en cuenta el sistema estructural designado, él cual es seleccionado en función al uso de la estructura. La clasificación de una estructura se da según los elementos utilizados y el sistema estructural que predomina en cada orientación.

**Tabla 08** *Sistemas estructurales*

SISTEMA	R <sub>0</sub>	MATERIAL
Pórticos de Concreto Armado	8.00	Concreto Armado
Dual	7.00	
Muros Estructurales	3.00	
Muros de ductilidad limitada	4.00	
Albañilería Confinada	3.00	Albañilería
Albañilería Armada	3.00	
Pórticos SMF	8.00	Acero
Pórticos IMF	7.00	
Pórticos OMF	6.00	
Pórticos SCBF	8.00	
Pórticos OCEF	6.00	
Pórticos EBF	8.00	

Fuente: Norma E.030-2018 "Diseño sismorresistente"-2018

Los factores mencionados son adaptables solo para estructuras en los que los materiales estructurales tanto horizontales como verticales concedan la dispersión de energía guardando la permanencia de la estructura. Considerando que no se emplean en estructuras de tipo péndulo.

Conforme a la norma E. 030 -2018 el Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R) se establecerá efectuando la multiplicación del coeficiente hallado de la irregularidad en altura que muestra la edificación multiplicado por el coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas y este valor finalmente es multiplicado por el valor hallado producto de la irregularidad en planta que presente la edificación.

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

Siendo:

I<sub>a</sub>: Coeficiente de irregularidad en altura.

I<sub>p</sub>: Coeficiente de irregularidad en planta.

R<sub>0</sub>: Coeficiente básico de Reducción de las fuerzas sísmicas.

**Tabla 09 Irregularidades estructurales en altura**

<b>IRREGULARIDAD</b>	<b>I<sub>a</sub></b>
De Rigidez	0.75
De extrema de Rigidez	0.50
De masa	0.90
De Geometría Vertical	0.90
Discontinuidad en los S.R.	0.80
Discontinuidad extrema en los S.R.	0.60
No presenta Irregularidad	1.00

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030 "Diseño sismorresistente"-2018

**Tabla 10 Irregularidad estructurales en planta**

<b>IRREGULARIDAD</b>	<b>I<sub>p</sub></b>
Torsional	0.75
Torsional Extrema	0.60
Esquinas Entrantes	0.90
Discontinuidad del Diafragma	0.85
Sistemas no Paralelos	0.90
No presenta Irregularidad	1.00

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030 "Diseño sismorresistente"-2018

Conforme a la norma técnica de Cargas E.020 -2006, "las edificaciones, así como la totalidad de sus partes deberán estar planteadas para aguantar las cargas a las que sean sometidas como resultado de su funcionamiento". Dentro de estas, está la Carga muerta (CM) que concierne a todas aquellas cargas que existirán de forma permanente en la estructura, en otras palabras, son aquellas demandas que permanecerán obligatoriamente en toda la vida de la edificación como las vigas, pisos, techos, columnas, etc. que incluyen su peso propio.

**Tabla 11 Pesos Unitarios de la Carga Muerta**

<b>CARGA MUERTA</b>	
<b>Material</b>	<b>PU</b>
Concreto Armado	2400 Kg/m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e = 0.20 m	300 Kg/m <sup>3</sup>
Tabiquería	100 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: RNE - E.020 Cargas-2016

Carga viva (CV): Se define a la carga viva como el peso que es originado por los habitantes, materiales, equipamiento, muebles y cualquier otro elemento que se puede mover y que son soportados por la edificación. Según la NTP E.020 – CARGAS, se usará las cargas repartidas establecidas por dicha norma, la elección se dará de acuerdo a los diversos tipos de ocupación

**Tabla 12 Cargas Repartidas**

<b>CARGA MUERTA</b>	
<b>Material</b>	<b>PU</b>
Viviendas	200 Kg/m <sup>3</sup>
Corredores y Escalera	200 Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: RNE- E.020 Cargas – 2016

Cargas de Sismo (CS): Actúan con forma inquebrantable sobre la construcción mediante una carga constante por gravedad de magnitud. Las mismas que dependerán de su tipo de terreno, sistema estructural y uso.

Según el artículo N° 4.5 inciso 4.5.1 de la norma E.030 del RNE, el análisis estático la representación de las demandas telúricas mediante un grupo de fuerzas situadas en cada nivel de la construcción en su centro de masas respectivo.

Según López y Miranda indican lo siguiente:

Este método se analiza la edificación suponiéndola como un sistema de un grado de libertad, que presenta rigidez elástica y amortiguamientos viscoso equivalente. La fuerza producto del sismo es modelada mediante una cortante actuando en la base de la estructura obtenida como una fuera inercial de una coordenada espectral que corresponde al periodo fundamental de la estructura. (2015 p.45)

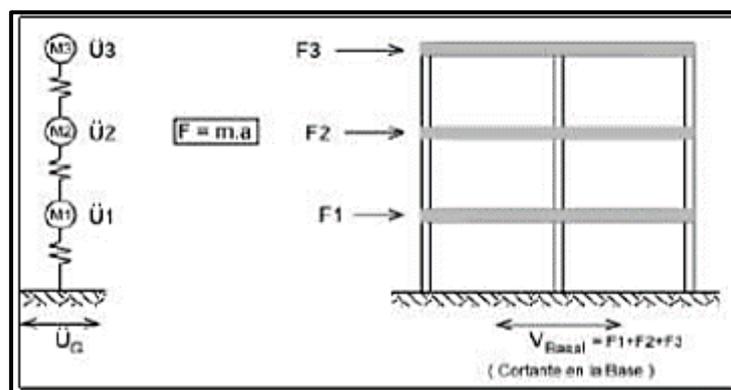


Figura N° 17 Representación de la fuerza sísmica en el centro de masas

Con este método se pueden considerar a las estructuras en su totalidad ya sean irregulares o regulares, pero tomando en cuenta que tienen que estar situadas en zona sísmica 1, también las estructuras que no excedan una altura de 30 metros, que estén dentro del rango de estructuras regulares y finalmente las edificaciones con albañilería confinada y muros portantes de concreto armado que no superen una altura de 15 metros, sin importar que estas sean irregulares.

La discrepancia entre el método estático y el método dinámico es que suministra valores de cortante de piso sin necesidad de realizar un estudio minucioso de las propiedades dinámicas que tiene la estructura.

Cabe destacar que solo en el caso de sismo severo, se acepta que se incurra en el comportamiento inelástico y que el diseño de las fuerzas representa una porción de la máxima demanda elástica.

Según el artículo N°4.5 inciso 4.5.2 de la norma E.030 del RNE, la fuerza Cortante en la Base es aquella que se ubica en la zona basal de la estructura en función a la trayectoria en la cual se esté trabajando, se determina mediante la siguiente fórmula:

$$A = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$

Según el artículo N4.5 inciso 4.5.3 de la norma E.030 del RNE, se entiende como las fuerzas sísmicas distribuidas de forma horizontal en los diferentes niveles de una estructura, de calcula con la siguiente expresión:

$$F_i = \alpha_i * V$$

Siendo  $\alpha_i$ :

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^j}$$

Dónde:

K= Exponente que varía de acuerdo al periodo fundamental de vibración de la estructura (T)

N= Número de pisos de la edificación

- Cuando T es menor o igual a 0.5s, entonces k=1,0
- Cuando T es mayor a 0,5s, entonces k=(0,75+0,5T)≤2,0

De acuerdo con la N.T.P E.030 – DISEÑO SISMORRESITENTE, Periodo Vibración fundamental se determina de la siguiente manera:

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

**Tabla 13** Coeficiente  $C_T$

<b>SISTEMA RESISTENCIA AL CORTE</b>	<b><math>C_T</math></b>
Solo Pórticos	35
Pórticos, cajas de ascensores, escaleras	45
Muros de Corte	60

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030 "Diseño Sismorresistente"-2018

**El Análisis Dinámico Modal Espectral** es un procedimiento que ejecuta un estudio dinámico global de un sistema de distintos valores de libertad, con rigidez lineal elástica y amortiguamiento viscoso semejante. En este análisis los comedimientos sísmicos determinados para el caso en análisis se modelan a través de un espectro de diseño, el cual podrá diseñar cualquier tipo de estructura, siempre y cuando se utilicen las resultas obtenidas del estudio dinámico por combinación modal espectral. (RNE E.0302018)

Según Aguiar y Ortiz (2012) “El Análisis Modal Espectral es uno de los procesos más empleados para el estudio sísmico de estructuras, en la práctica profesional para el rango elástico, el método en mención es muy eficaz y con resultados precisos”. (p.255).

Para determinar de manera correcta los modos de vibración se tomará en consideración características como la distribución de masas de la estructura y la rigidez. Así como también hacia cada dirección en análisis se tomará en consideración los modos de vibración en el que sus masas efectivas sumadas sean como valor mínimo el 90% de la masa total. Se convendrá tomar los tres primeros modos que prevalezcan en la dirección que se esté realizando el análisis. (RNE E.030 -2018).

Por medio de la combinación de Criterios, se logrará conseguir tanto para los parámetros de la edificación como para fuerzas internas en los elementos estructurales tales como cortantes de entrepiso, cortante en la base de la estructura,

momentos por volteo y desplazamientos la “Respuesta Máxima Elástica Esperada (r )”.

El resultado de la fuerza cortante en el primer entrepiso de la edificación en estructuras regulares no deberá ser menos que el 80% del valor hallado en el análisis estático, ni menos del 90% en estructuras irregulares. (RNE E.030-2018)

Refiriéndose a los desplazamientos laterales, estos se encontrarán realizando la multiplicación de 0.75 R por los resultados arrojados de las solicitaciones sísmicas reducidas para estructuras regulares con el análisis lineal elástico, en el caso de las estructuras irregulares los desplazamientos laterales se definirán multiplicando los resultados adquiridos del análisis lineal elástico por “R”. (RNE E.030-2018)

El desplazamiento máximo lateral de entrepiso relativo, no corresponderá ser superior que la distorsión, para cada material predominante se ha destinado un valor de distorsión, así cómo se logra observar en la siguiente tabla.

**Tabla 14 Límites para la Distorsión del entrepiso**

<b>LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO</b>	
<b>Material Predominante</b>	<b>(<math>\Delta_i/h_e i</math>)</b>
Concreto Armado	0.007
Acero	0.01
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030 "Diseño Sismorresistente"-2018

De acuerdo con Zarate et al, indica lo siguiente:

Existen diferencias entre el análisis estático y el análisis modal espectral, sin embargo, lo que se espera es que él AME tenga resultados superiores en calidad a los obtenidos en un análisis estático, debido a que el análisis modal espectral posee argumentos teóricos con mayor solides que permiten la inclusión del efecto de acoplamiento de los modos de la estructura, un aspecto que, por ser un método simple, el análisis estático no contempla. En lo referente a amplificación dinámica, el análisis modal espectral toma en cuenta particularidades de la estructura (características) ya que tienen implícitamente este efecto y no es necesario aplicar factores estandarizados que por su forma original no conciernen a la estructura estudiada. (2003, p.39)

El citado autor nos indica, “el análisis estático se aplica para edificaciones ya sean regulares o irregulares. Si se realizará la distribución de fuerzas sísmicas tomando en

cuenta la variación de masas y rigideces entonces el análisis se haría de forma más apropiada” (p.2)

Según lo antes mencionado se llega a la conclusión de considerar el análisis modal espectral como la manera adecuada para realizar el análisis sísmico de edificaciones. Aunque, el análisis estático es significativo para llegar a determinar los valores de fuerza cortante según lo establecido por la norma.

Seguidamente, se puntualizan algunos conceptos de los términos empleados:

**Estructuración:** De la Colina y Ramírez (2000) “Etapa en que se determina el sistema estructural que proporcionará a la construcción resistencia y rigidez. De modo que responda adecuadamente a las acciones de carga que pueda ser sometida”. (p.172).

**Confinamiento:** Se denomina elementos estructurales de confinamiento a aquellos elementos compuestos de concreto armado ya sean verticales u horizontales que proporcionan la capacidad de la ductilidad al muro portante.

**Modo de Vibración:** Se define como modo de vibración a una determinada forma o manera característica de vibrar de una edificación. Generalmente los sistemas estructurales poseen muchos modos de vibrar, pero la vibración característica del sistema será en todos los casos la combinación de todos los modos de vibración que tenga la estructura.

**Análisis Modal:** Proceso que busca determinar las diversas formas de modos de vibrar que puede presentar una estructura.

**Rigidez:** Se define como rigidez a la capacidad que tienen los elementos estructurales de soportar diversos esfuerzos sin deformarse, conservado sus uniones.

**Ductilidad:** Se define como ductilidad a la capacidad que poseen algunos materiales para experimentar grandes deformaciones sin perder su resistencia.

**Resistencia:** Se define como resistencia a la capacidad que poseen los elementos estructurales al ser sometidos a esfuerzos sin romperse.

**Pandeo:** Se define al pandeo como una inestabilidad elástica que se desarrolla mostrando desplazamientos significativos de forma transversal a la dirección principal

en compresión y que generalmente puede presentarse en elementos comprimidos que poseen esbeltez.

Crysandidist T. (2021) comenta que, surgen muchos tipos de fallas en los muros bajo cargas sísmicas uno de los más catastróficas es el pandeo lateral . Este tipo de falla puede provocar el colapso total de edificaciones.

**Periodo de Vibración:** Lapso de tiempo necesario para que se dé una oscilación en la dirección en que se esté considerando.

Según, Niño Rojas (2011) “Un problema es algo que se quiere conocer y que aún no se sabe, es una interrogante a resolver dentro de una investigación acerca de la realidad” (p.47).

### III. MÉTODOLÓGIA

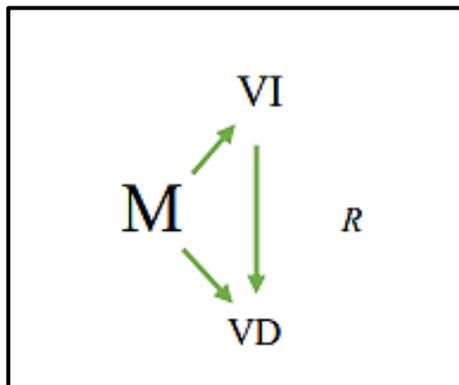
#### 3.1. Tipo y diseño de la investigación

**Tipo de investigación,** El estudio presente es del tipo aplicada debido a que empleará diversos conocimientos obtenidos a la realidad mediante cálculos y comparaciones.

#### **Nivel de Estudio**

- Nivel descriptivo, debido a que se planteará las tipologías de los sistemas MDL y Albañilería Confinada mediante la observación y su posterior análisis.
- Nivel explicativo, puesto que, busca causas del tema en análisis y a partir de las deducciones de los estudios ejecutados establecerá conclusiones.
- Correlacional por que presenta relación directa entre el análisis lineal y el comportamiento de los sistemas estructurales tanto Albañilería confinada y Muros de Ductilidad Limitada.

El esquema de desarrollo es el siguiente:



Dónde:

M: Muestra

VD: Análisis Lineal

R: Relación entre las variables

VI: Albañilería confinada y muros de ductilidad limitada

#### **Diseño de investigación**

La investigación es de diseño no experimental transversal descriptivo comparativo, ya que mediante la aplicación de software ETABS 2016 se alcanzarán respuestas

analíticas de los dos sistemas estructurales en estudio los cuales siguientemente serán cotejados.

Según Sampieri (2014), "Diseño no experimental se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables". (p.152).

La presente labor de investigación es colateral ya que la información se recolectará en un solo momento.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

#### **Identificación de Variables**

##### **Variable independiente**

De acuerdo con Arias (2012), "Son los motivos que explican y generan las alteraciones en la variable dependiente. La variable independiente en los diseños experimentales son el tratamiento que se manipula y aplica en el grupo experimental" (p.59).

##### **Definición Conceptual:**

- **Variable Independiente:** Albañilería confinada

Según Pari y Manchego (2017), son las cuales tienen por sistema estructural elementos de concretos vaciados por muros de unidades de arcilla confinados, cocidos en todo su perímetro posteriormente a la construcción del muro, y losas aligeradas como diafragma rígido (p.11).

- **Variable Independiente:** Muros de Ductilidad Limitada

Es un método industrializado, con abandono de columnas, vigas, es decir solo trabajan los muros con losas de cimentación y entrepiso (Villareal, 2015).

##### **Definición Operacional:**

Para las variables de Albañilería confinada y Muros de ductilidad limitada, se medirán con 4 dimensiones, y como instrumento se utilizará el software Etabs para el análisis estructural de la edificación utilizando dichos sistemas

##### **Indicadores:**

- Resistencia a compresión axial de la albañilería

- Resistencia a corte de la albañilería
- Módulo de elasticidad de albañilería
- Módulo de corte de la albañilería
- Resistencia a la compresión del concreto
- Resistencia a la tracción del concreto
- Resistencia al corte del concreto
- Módulo de elasticidad del concreto
- Elementos estructurales

### **Variable Dependiente**

Según Arias (2012), son las que cambian por ejercicio de la variable independiente. Establecen las consecuencias o los efectos que se calculan y originan los resultados del estudio.

### **Definición Conceptual:**

- **Variable Dependiente:** Análisis Sísmico

La conducta estructural es la representación como reconoce toda una estructura en términos de deformaciones y desplazamientos, mediante la aplicación de fuerzas externas; el vínculo matemático existentes entre los desplazamientos y las fuerzas generalizadas son llamadas comúnmente como relaciones constitutivas de la estructura. (Capcha, 2017)

### **Definición Operacional:**

Para la variable “Análisis estructural” se medirá con dos dimensiones y se utilizará como instrumento el estudio de suelo para la recolección de datos requeridos y fichas de procedimiento de datos para el desarrollo.

### **Indicadores:**

- Esfuerzo a compresión en muros
- Falla por pandeo en muros
- Distorsiones
- Cortante basal

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**La Población** según Arias (2012), “conjunto infinito o finito de componentes con características comunes estas serán prolongables conclusiones del estudio. La cual se encuentra delimitada por los objetivos de la investigación y por el problema” (p.81).

En la siguiente investigación se tomó **población** a las edificaciones de 5 niveles que tengan los sistemas de construcción de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada en el Distrito de Puente Piedra.

**La Muestra** Hernández, Fernández y Batista, las muestras probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas son una metodología de selección enfocado hacia las características de la investigación (2014. P.189)

La **muestra** seleccionada para esta investigación es un edificio de 5 niveles que se encuentra proyectado en la calle Tulipanes 15116 el distrito de Puente Piedra.

**Muestreo** La técnica de muestreo empleada será no probabilística por conveniencia, esto porque la elección fue inmediata y directa evaluando con anterioridad que la edificación es la más representativa, los cuales utilizan sistemas de Albañilería Confinada. Conjuntamente, se está al tanto que en los últimos cuatro años distritalmente se ha promovido con gran significancia la construcción de edificaciones multifamiliares utilizando el sistema de Muros de Ductilidad Limita, de este como superlativo se edifica 08 pisos, así como lo instaura la norma E. 030 “Diseño Sismorresistente” continuo por el método de albañilería confinada el cual basándose en el estudio de mercado de edificaciones de lima Metropolitana y callao realizado por la Cámara Peruana de la Construcción CAPECO, un 68% de la localidad de Lima que ha erigido con el sistema de albañilería confinada, son de cuatro pisos más terraza, por este motivo y conjuntamente por fines de balance la edificación se examinara en cinco (05) niveles.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1. Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos conlleva a elaborar varios procedimientos muy detallados que nos lleven a recolectar datos con un fin específico. (Hernández, Fernández y Batista, 2014. P. 198)

Para el desarrollo del proyecto de investigación opto por usar los siguientes instrumentos.

**Observación**, con la ayuda de esta técnica se recolectará datos directamente de la estructura a estudiar, información relacionada al estado en la que se encuentra, fallas entre otros.

**Análisis bibliográficos**, se hará uso de información relacionada al tema de libros, tesis, informes, artículos científicos.

### 3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE):
  - ✓ Norma Técnica E.020
  - ✓ Norma Técnica E.030
  - ✓ Norma Técnica E.060
  - ✓ Norma Técnica E.070
- Uso del software ETABS 2018
- Planos de Arquitectura y Estructuras de una edificación de cinco niveles
- Estudio de Mecánica de Suelos
- Ficha de Procesamiento de datos
- ✓ Esfuerzo a compresión en muros
- ✓ Pandeo en muros
- ✓ Distorsiones
- ✓ Cortante basal

### 3.5. Procedimiento

La investigación se llevará a cabo de la siguiente manera.

- Se realizará la descripción arquitectónica del proyecto.
- En primer lugar, se realizará un estudio de mecánica de suelos para obtener los parámetros del de la zona de estudio.
- La edificación se encuentra estructurada con el sistema de albañilería confinada, por lo que se realizará un modelamiento haciendo uso del software ETABS 2018.
- Realizando el análisis por gravedad en los resultados obtendremos el mayor esfuerzo a compresión y falla por pandeo en la Albañilería Confinada.
- Posteriormente se realizará el análisis sísmico lineal de la edificación de cinco niveles con el sistema de Albañilería Confinada utilizando el software ETABS

2018, donde podremos obtener la cortante basal y las distorsiones de la estructura con el sistema estructural utilizado.

- Se realizará la estructuración con el sistema de muros de ductilidad limitada como propuesta.
- Por consiguiente, se realizará el modelado de la estructura con el sistema de muros de ductilidad limitada utilizando el software ETABS 2018. En la modelación se realizará el análisis por gravedad y el análisis sísmico.
- Realizando el análisis por gravedad en los resultados obtendremos el mayor esfuerzo a compresión y falla por pandeo en Muros de Ductilidad Limitada
- Consecutivamente se realizará el estudio sísmico lineal de la construcción de cinco niveles con el sistema de muros de ductilidad limitada utilizando el software ETABS 2018, donde podremos obtener la cortante basal y las distorsiones de la estructura con el sistema estructural utilizado.
- Finalmente se realizará un cuadro comparativo con los resultados obtenidos del esfuerzo a compresión que presentan los muros, el pandeo las distorsiones la cortante basal estos dos sistemas estructurales.
- Finalmente se redactarán las conclusiones y recomendaciones que se lograron establecer según los resultados de la investigación.

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

El régimen establecido para dicha investigación fue el estadístico descriptivo ya que al realizar la pesquisa en el programa ETABS este suministró deducciones que fueron analizadas y representadas en gráficos y tablas.

### **3.7. Aspectos éticos**

El estudio es refugiado con principios moralistas y honestos, toda la pesquisa cosechada es personal y de mi autoría.

Se ejecutó siempre con respeto a la autoría de anteriores pensadores que han investigado temas relacionados, estos fueron apropiadamente citados utilizando el sistema ISO 690. De la misma forma se exteriorizaron los resultados iniciales del estudio de suelos con el fin de aseverar la originalidad de los mismos. Toda la pesquisa que se exhibe en este trabajo de investigación es original y respaldado por el porcentaje de "Turnitin".

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Desarrollo del proyecto de Investigación

#### Descripción del Proyecto

Para la siguiente investigación se propone una edificación multifamiliar, el cual se encuentra en el distrito de Puente Piedra.

La arquitectura de la edificación de cinco niveles en estudio consta de dos inmuebles por nivel dando un total de 10 viviendas unifamiliares, posee un área de 226.64 m<sup>2</sup>. La edificación cuenta con 13.00 metros de altura, siendo una altura de 2.60 m entre pisos. Cada departamento cuenta con: 02 dormitorios, 01 sala comedor, 01 cocina, 01 baño, 01 patio y 01 lavandería.

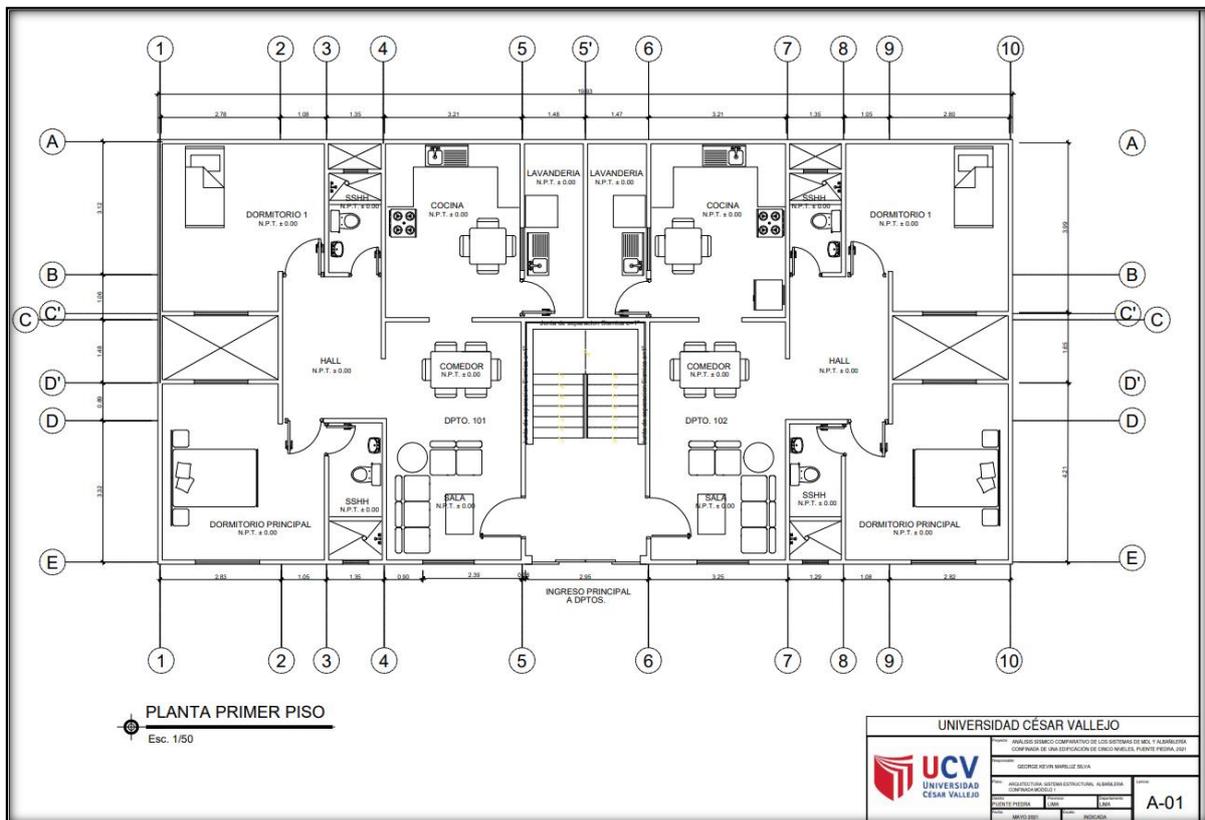


Figura N° 18 Planta Arquitectónica modelo 1- Albañilería Confinada

### Estudio de Mecánica de Suelos del lugar

La información fue recolectada de la zona de intervención en el distrito de Puente Piedra para la obtención de los parámetros de suelo, realizando 03 calicatas in situ para el respectivo estudio de mecánica de suelos para obtener la capacidad portante y su clasificación de este mismo.



Figura N° 19 Ubicación de Calicatas

El reporte de los ensayos realizados por el laboratorio de JGR'B Ingenieros S.R.L, presentan las características físico mecánicas, además de las características del subsuelo, como también los parámetros del suelo para definir condiciones de cimentación; localizado en el distrito de Puente Piedra, provincia y departamento de Lima.



Figura N° 20 Ubicación de Calicata - 1



Figura N° 21 Ubicación de Calicata - 2



Figura N° 22 Ubicación de Calicata - 3

Las calicatas realizadas a cielo abierto tuvieron una profundidad de 3 metros según lo indica la Norma E.050 de “Suelos y Cimentaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones, se obtuvieron los siguientes perfiles estratigráficos.

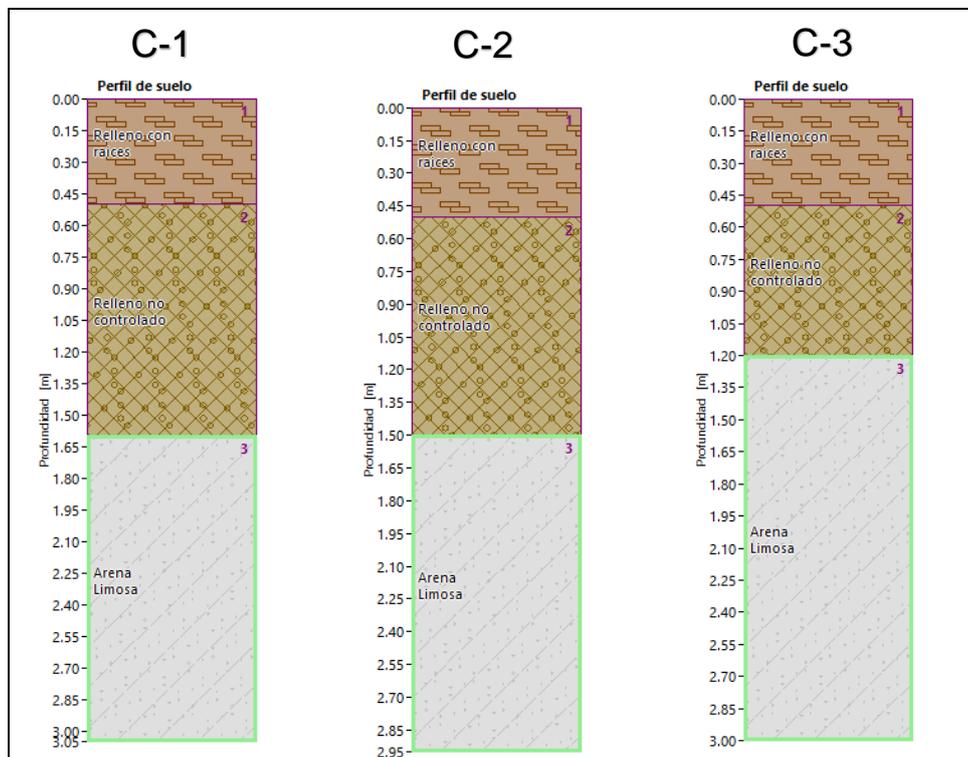


Figura N° 23 Perfiles Estratigráficos



Figura N° 24 Ensayo realizado por JGR'B Ingenieros S.R.L - Peso de Calicata – 1.



Figura N° 25 Ensayo realizado por JGR'B Ingenieros S.R.L - Peso de Calicata – 2.



Figura N° 26 Ensayo realizado por JGR'B Ingenieros S.R.L - Peso de Calicata – 3.



Figura N° 27 Ensayo realizado por JGR'B Ingenieros S.R.L – Ensayo de Granulometría.



Figura N° 28 Ensayo realizado por JGR'B Ingenieros S.R.L - Ensayo de Corte Directo.



Figura N° 29 Ensayo realizado por JGR'B Ingenieros S.R.L – Ingreso de muestras al horno.

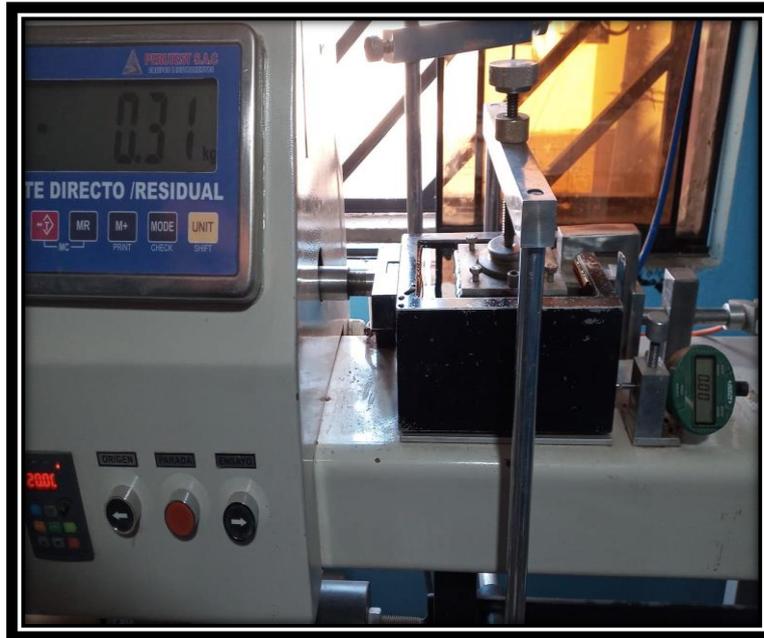


Figura N° 30 Ensayo realizado por JGR'B Ingenieros S.R.L - Ensayo de Corte Directo

### **Estructuración propuesta Sistema de Albañilería Confinada**

El plano arquitectónico de la edificación en estudio con el sistema de albañilería confinada representa un conjunto residencial donde presenta gran densidad de muros en ambos sentidos, la estructuración propuesta está compuesta por losas aligeradas unidireccional de espesor de 20cm, columnas de confinamiento de 13x20, vigas de amarre de 20x20 y vigas de confinamiento de 13x20, muros de espesor de 13cm además tiene estructurado dos placas de concreto armado de espesor de 15cm lo que permite que la presente edificación posea buena resistencia y rigidez lateral ante un evento sísmico, al centro de la edificación tiene una escalera monolítica autosoportante, esta estructura no aporta rigidez a la estructura, por lo que no fue necesario analizar conjunto a la estructura. Para la estructuración se empleó las normas E.060 de concreto armado y la de E.070 de Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones.

- **Concreto Armado**

Resistencia a la compresión	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de Elasticidad	$E_c = 15000 \times \sqrt{f'c} = E_c = 217370.65 \text{ kg/cm}^2$
Deformación unitaria máxima	$\epsilon_{cu} = 0.003$
Módulo de Corte	$G_c = E / (2(1+\nu)) = G_c = 90571 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de Poisson	$\nu = 0.2$

- **Albañilería**

Resistencia a la compresión	$f'm = 65 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de Elasticidad	$E_a = 500 \times f'm = E_a = 32500 \text{ kg/cm}^2$

- **Acero**

Resistencia a la compresión	$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de Elasticidad	$E_a = 2000000 \text{ kg/cm}^2$

### Modelado Estructural de la edificación en el sistema de Albañilería Confinada

Se realizó el modelado de la edificación con el apoyo del software AutoCAD 2021 y Etabs 2018, como se muestra líneas abajo el plano de la distribución de muros de albañilería, así como también los ejes existentes en la planta.

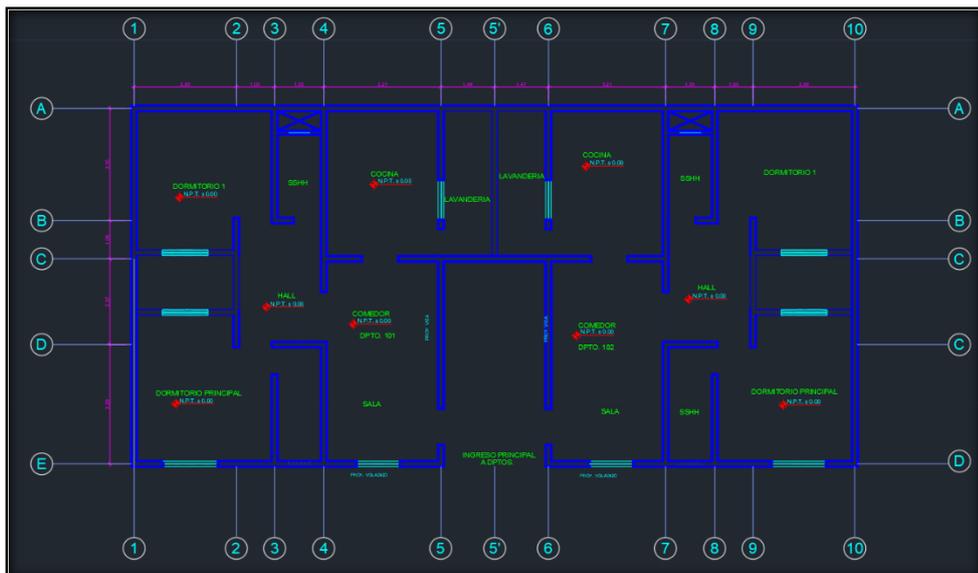


Figura N° 31 Plano con ejes – Edificación de 05 niveles en AutoCAD 2021

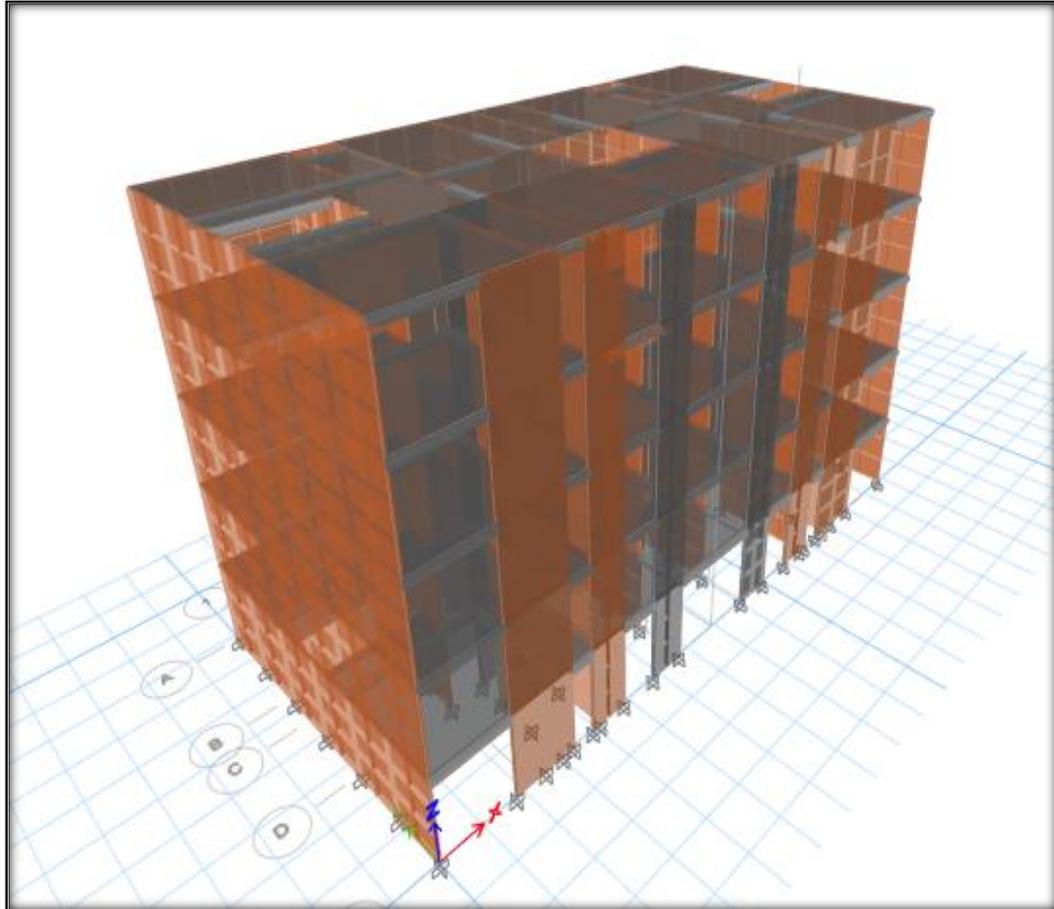


Figura N° 32 Modelado de Edificación de Albañilería Confinada en el Software Etabs 2018

### **Análisis por Gravedad de la Edificación Sistema Albañilería Confinada**

Las cargas que se consideran en el análisis por gravedad son: la carga muerta (CM) que vendría hacer el peso propio de cada elemento del sistema estructural es decir el peso de la edificación incluyendo el peso de tabiquería y acabados por esto se consideró 200 kg/m<sup>2</sup> por otro lado, la carga viva (CV) este valor se encuentra establecido por la Norma E.020 “Cargas” del R.N.E. donde se asigna de acuerdo a la categoría de la edificación, en este caso para aquellas que sean consideradas como vivienda el valor de la carga viva se considera 200 kg/m<sup>2</sup>.

Como se muestra en la figura 32 en el software AutoCAD 2021 se le asignó una etiqueta indicando el sentido y número del muro.

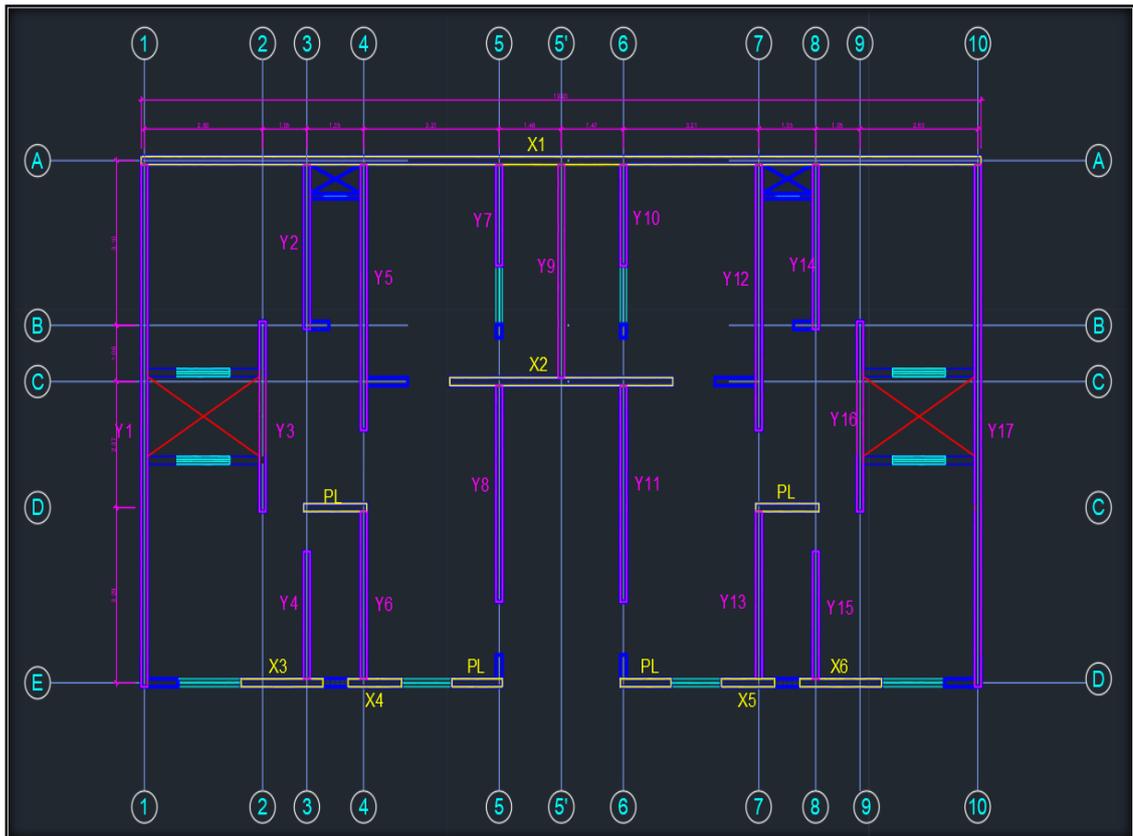
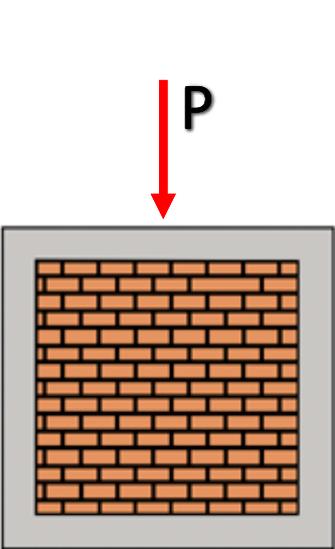


Figura N° 33 Edificación de Albañilería Confinada (Vista en Planta) con código de cada muro

- **Esfuerzo a compresión en Muros**

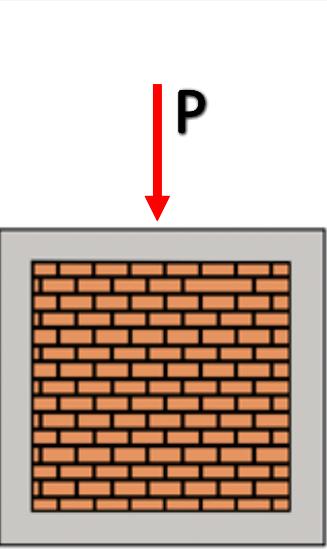
Para este cálculo se consideró la carga de servicio es decir la carga muerta más la carga viva (CM+CV) por este motivo se etiquetó cada muro en el sentido X-X y Y-Y para poder facilitar así el resultado del esfuerzo. Una vez obtenido del software Etabs la CM y CV se determina el esfuerzo a compresión en el muro de la siguiente manera:

**Tabla 15** Esfuerzo en muro en el eje x-x

		MURO X - 10		
		<b>Fuerza (ton)= CM+CV</b>		<b>Esfuerzo Máximo</b>
		CM	19.16	$\sigma_m = \frac{P_m}{L t} \leq 0,2 f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15 f'_m$
		CV	4.45	
		Fuerza (ton)=	23.61	
		Pm=		
<b>Área = Longitud x Espesor de Muro</b>		L.t=	0.3445	
Long. (m)	2.65	f'm (kg/cm2)=	650	
Esp. (m)	0.13	h(m)=	2.6	
Área (m2)=	0.3445	t(m)=	0.13	
<b>Esfuerzo <math>\sigma = F/A</math></b>		<b><math>\bar{\sigma}_m =</math></b>	87.5510	
Fuerza (ton)	23.61	68.53 <	87.55 < 97.5	
Area (m2)	0.3445	SI CUMPLE		
$\sigma_{muro}$ (ton/m2)=	68.5341			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16** Esfuerzo en muro en el eje y-y

		MURO Y-17		
		<b>Fuerza (ton)= CM+CV</b>		<b>Esfuerzo Máximo</b>
		CM	25.6	$\sigma_m = \frac{P_m}{L t} \leq 0,2 f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15 f'_m$
		CV	3.02	
		Fuerza (ton)=	28.62	
		Pm=		
<b>Área = Longitud x Espesor de Muro</b>		L.t=	0.52	
Long. (m)	4.00	f'm (kg/cm2)=	650	
Esp. (m)	0.13	h(m)=	260	
Área (m2)=	0.52	t(m)=	130	
<b>Esfuerzo <math>\sigma = F/A</math></b>		<b><math>\bar{\sigma}_m =</math></b>	129.5755	
Fuerza (ton)	28.62	55.04 <	129.58 < 97.5	
Area (m2)	0.52	SI CUMPLE		
$\sigma_{muro}$ =	55.0385			

Fuente: Elaboración propia

- **Falla por pandeo:** Se realiza tomando en cuenta el muro que tolera mayor esfuerzo:

En el sentido X-X;

Muro X-10

$$\text{Inercia: } I_x = \frac{bxh^3}{12}$$

$$b \text{ (cm)} = 265.00$$

$$h \text{ (cm)} = 13.00$$

$$I_x \text{ (cm}^4\text{)} = 48517.08$$

$$\text{Área: } hxt$$

$$h \text{ (cm)} = 265$$

$$t \text{ (cm)} = 13$$

$$\text{Area (cm}^2\text{)} = 3445$$

### Módulo de Elasticidad

$$E = 500 \times 10^8 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 500 \times (65) = 32500 \text{ kg/cm}^2$$

### Longitud Efectiva

$$L_e = 0.5 \times L$$

$$L_e = 0.5 \times 257 = 132.5 \text{ cm}$$

### Esfuerzo Crítico de Euler

$$\sigma_{cr} = \frac{P_{cr}}{A}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times E_a \times I_{min}}{L_e^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times 32500 \times 48517.08}{132.5^2} = 886.433 \text{ ton}$$

$$\sigma_{cr} = \frac{886.433 \text{ ton}}{.3445 \text{ m}^2} = 2573.10 \text{ ton/m}^2$$

Sabemos que, no existirá pandeo cuando se cumple la siguiente relación:

$$\sigma_{muro} < \sigma_{cr}$$

$$68.5341 \text{ ton/m}^2 < 2573.10 \text{ ton/m}^2 \rightarrow \text{Muro no pandeará}$$

Quiere decir que, el muro está en equilibrio estable en la posición recta y no se pandeará.

En el sentido Y-Y;

Muro Y-17

**Inercia:**  $I_x = \frac{bxh^3}{12}$

b (cm) = 400

h (cm) = 13.00

Ix (cm<sup>4</sup>) = 73233.33

**Área:**  $hxt$

h (cm) = 400

t (cm) = 13.00

Area (cm<sup>2</sup>) = 5200

### **Módulo de Elasticidad**

E=500xf'm

E=500x (65) = 32500 kg/cm<sup>2</sup>

### **Longitud Efectiva**

Le=0.5xL

Le=0.5x400 = 200cm

### **Esfuerzo Crítico de Euler**

$$\sigma_{cr} = \frac{P_{cr}}{A}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times E_a \times I_{min}}{L_e^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times 32500 \times 73233.33}{200^2} = 587.26 \text{ ton}$$

$$\sigma_{cr} = \frac{587.26 \text{ ton}}{0.52} = 1129.35 \text{ ton/m}^2$$

Sabemos que, existirá pandeo cuando se cumple la siguiente relación:

$$\sigma_{muro} < \sigma_{cr}$$

$$58.01 \text{ ton/m}^2 < 1129.35 \text{ ton/m}^2 \rightarrow \text{Muro no pandeará}$$

Quiere decir que, el muro está en equilibrio estable en la posición recta y no se pandeará.

## Análisis Sísmico Lineal de la edificación en sistema de Albañilería Confinada

### Análisis Sísmico Estático del proyecto en dirección "X"

**Tabla 17** Parámetros sísmicos en el eje x-x

Parámetros Sísmicos	Valores
Zonificación (Z)	0.45
Factor de Suelo (S2)	1.05
Periodos $T_p$ y $T_l$	$T_p = 0.6$
	$T_l = 2.00$
Categoría	C
Factor de Uso (U)	1.00
Factor de Amplificación Sísmica (C)	2.5
Coefficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas (R)	3
Tiempo de Periodo Fundamental (T)	0.22

Fuente: Elaboración propia

El tiempo de periodo Fundamental según la norma E.030 del R.N.E. se determina de la siguiente manera:

$$T = \frac{h_n}{C_T} \rightarrow T = \frac{13.00}{60} = 0.22$$

Donde:

$h_n$  = Altura total de la edificación

$C_T$  = Coeficiente para estimar el periodo fundamental de un edificio.

**Tabla 18** Parámetros de coeficientes según sistema estructural eje x-x

Sistema Estructural	$C_T$
Sólo pórticos	35
Dual	45
Muros Estructurales	60

Fuente: Elaboración propia

Según la Norma E.030, indica:

$$\begin{aligned} \checkmark T < T_p &\rightarrow C = 2.5 \\ \checkmark T_p < T < T_L &\rightarrow C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{L}\right) \\ \checkmark T > T_L &\rightarrow C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right) \end{aligned}$$

Para este caso tenemos que  $0.22 < 0.6 \rightarrow C=2,5$

### Determinación de la Cortante Basal:

Sabiendo que:

$$V_{basal} = \frac{zucs}{R} \times P$$

$$Z=0.45$$

$$U=1.00$$

$$C=2.50$$

$$S=1.05$$

$$R=3$$

$$P=770.5539 \text{ ton}$$

$$V_x = \frac{0.45 \times 1 \times 2.5 \times 1.05}{3} \times 770.5539$$

$$V_x = 303.4056 \text{ ton}$$

Se realiza la comprobación:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

$$\frac{2.5}{3} = 0.833 > 0.125 \rightarrow \text{Cumple}$$

### Peso de la Edificación:

**Tabla 19** Peso – Albañilería Confinada

N° Piso	Peso (ton)
5	147.116
4	155.8595
3	155.8594
2	155.8595
1	155.8595
<b>Total</b>	<b>770.5539</b>

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la fuerza sísmica:

$$\alpha_i = \frac{P_i x h_i^k}{\sum_{i=1}^n P_i x h_i^k} \quad F_i = \alpha_i x V$$

Para determinar el valor de “k” la norma E.030 no dice lo siguiente:

- Para  $T \leq 0.5 \text{ seg} \rightarrow k=1.0$
- Para  $T > 0.5 \text{ seg} \rightarrow k=(0.75+0.5T) \leq 2.0$

En nuestro proyecto tenemos los siguiente:

$$0.22 \text{ seg} \leq 0.5 \text{ seg} \rightarrow k=1.0$$

**Tabla 20** Distribución de fuerzas sísmicas en el eje x-x

N	hi	$h_i^k$	Pi	Pi* $h_i^k$	$\alpha$	Fi= $\alpha$ *V	V
5	2.6	13	147.12	1912.56	0.32063632	97.28	97.28
4	2.6	10.4	155.86	1620.944	0.27174756	82.45	179.73
3	2.6	7.8	155.86	1215.6768	0.20380544	61.84	241.57
2	2.6	5.2	155.86	810.472	0.13587378	41.22	282.79
1	2.6	2.6	155.86	405.236	0.06793689	20.61	303.41
TOTAL			770.556	5964.8888			303.41

Fuente: Elaboración propia

### Análisis Sísmico Estático del proyecto en dirección "Y"

**Tabla 21** Parámetros sísmicos en el eje y-y

Parámetros Sísmicos	Valores
Zonificación (Z)	0.45
Factor de Suelo (S)	1.05
Periodos Tp y Tl	Tp = 0.6
	Tl = 2.00
Categoría	C
Factor de Uso (U)	1.00
Factor de Amplificación Sísmica (C)	2.5
Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas (R)	3
Tiempo de Periodo Fundamental (T)	0.22

Fuente: Elaboración propia

El tiempo de periodo Fundamental según la norma E.030 del R.N.E. se determina de la siguiente manera:

$$T = \frac{h_n}{C_T} \rightarrow T = \frac{13.20}{60} = 0.22$$

Donde:

$h_n$  = Altura total de la edificación

$C_T$  = Coeficiente para estimar el periodo fundamental de un edificio.

**Tabla 22** Parámetros de coeficientes según sistema estructural eje y-y

Sistema Estructural	C <sub>T</sub>
Sólo pórticos	35
Dual	45
Muros Estructurales	60

Fuente: Elaboración propia

Según la Norma E.030, indica:

$$\begin{aligned} \checkmark T < T_p &\rightarrow C = 2.5 \\ \checkmark T_p < T < T_L &\rightarrow C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{L}\right) \\ \checkmark T > T_L &\rightarrow C = 2.5 * \left(\frac{T_p + T_L}{T^2}\right) \end{aligned}$$

Para este caso tenemos que  $0.22 < 0.6 \rightarrow C=2,5$

#### Determinación de la Cortante Basal:

Sabiendo que:

$$Z=0.45$$

$$U=1.00$$

$$C=2.50$$

$$S=1.05$$

$$R=3$$

$$P=770.5539 \text{ ton}$$

$$V_x = \frac{0.45 \times 1 \times 2.5 \times 1.05}{3} \times 770.5539$$

$$V_x = 303.4056 \text{ ton}$$

Se realiza la comprobación:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

$$\frac{2.5}{6} = 0.4166 > 0.125 \rightarrow \text{Cumple}$$

## Peso de la Edificación

**Tabla 23** *Peso – Albañilería Confinada*

N° Piso	Peso (ton)
5	147.116
4	155.8595
3	155.8594
2	155.8595
1	155.8595
<b>Total</b>	<b>770.5539</b>

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la fuerza sísmica:

$$\alpha_i = \frac{P_i x h_i^k}{\sum_{i=1}^n P_i x h_i^k} \quad F_i = \alpha_i x V$$

Para determinar el valor de “k” la norma E.030 no dice lo siguiente:

- Para  $T \leq 0.5$  seg  $\rightarrow k=1.0$
- Para  $T > 0.5$  seg  $\rightarrow k=(0.75+0.5T) \leq 2.0$

En nuestro proyecto tenemos lo siguiente:

$$0.22 \text{ seg} \leq 0.5 \text{ seg} \rightarrow k=1.0$$

**Tabla 24** *Distribución de fuerzas sísmicas en el eje y-y*

N	hi	$h_i^k$	Pi	$P_i * h_i^k$	$\alpha$	$F_i = \alpha * V$	V
5	2.6	13	147.12	1912.56	0.320636	97.28	97.28
4	2.6	10.4	155.86	1620.944	0.271748	82.45	179.73
3	2.6	7.8	155.86	1215.6768	0.203805	61.84	241.57
2	2.6	5.2	155.86	810.472	0.135874	41.22	282.79
1	2.6	2.6	155.86	405.236	0.067937	20.61	303.41
TOTAL			770.556	5964.8888			<b>303.41</b>

Fuente: Elaboración propia

### • Verificación de Derivas

De acuerdo al análisis estático, resulta de los desplazamientos laterales lineales y con estos se calcula los desplazamientos relativos elásticos, pero debemos usar los desplazamientos relativos inelásticos por lo que se debe multiplicar por 0.75R para obtener el resultado.

Para este sistema estructural albañilería confinada, la N.T.P. E.030 nos indica que la Deriva, que resulta del desplazamiento relativo inelástico entre la altura de entre piso, este no debe superar 0.005.

En las tablas 25 y 26 podemos observar la verificación de las derivas en ambos sentidos.

**Tabla 25 Verificación de derivas sismo estático eje x-x**

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	0.75*R*Drel	Dabs acum.	D/h	Observ.
Piso 5	0.01032	0.0018	0.00403	0.008999	0.0015	CUMPLE
Piso 4	0.00853	0.0022	0.00497	0.010478	0.0019	CUMPLE
Piso 3	0.00632	0.0024	0.00551	0.010942	0.0021	CUMPLE
Piso 2	0.00388	0.0024	0.00543	0.008721	0.0021	CUMPLE
Piso 1	0.00146	0.0015	0.00329	0.003288	0.0013	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 26 Verificación de derivas sismo estático eje y-y**

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	0.75*R*Drel	Dabs acum.	D/h	Observ.
Piso 5	0.00050	0.00011	0.00025	0.000523	0.00010	CUMPLE
Piso 4	0.00039	0.00012	0.00027	0.000548	0.00011	CUMPLE
Piso 3	0.00027	0.00012	0.00027	0.000513	0.00011	CUMPLE
Piso 2	0.00015	0.00011	0.00024	0.000336	0.00009	CUMPLE
Piso 1	0.00004	0.00004	0.00010	0.000097	0.00004	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

## Análisis Sísmico Dinámico del proyecto

- **Aceleración espectral**

$$S_a = \frac{z_{UCS}}{R} x g$$

Diseño en eje X-X:

$$S_x = \frac{0.45x1x2.5x1.05}{3} = 0.39375 \rightarrow \text{Este valor se ingresa al software Etabs}$$

Diseño en eje Y-Y:

$$S_y = \frac{0.45x1x2.5x1.05}{3} = 0.39375 \rightarrow \text{Este valor se ingresa al software Etabs}$$

Espectro del Proyecto en el eje x-x

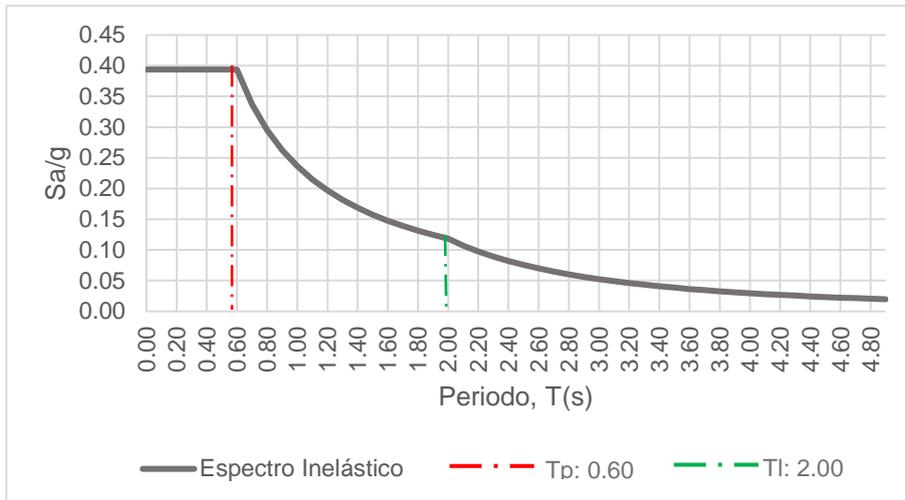


Figura N° 34 Espectro de diseño Eje X-X Norma Técnica Peruana E.030-2018

### Espectro del Proyecto en el eje y-y

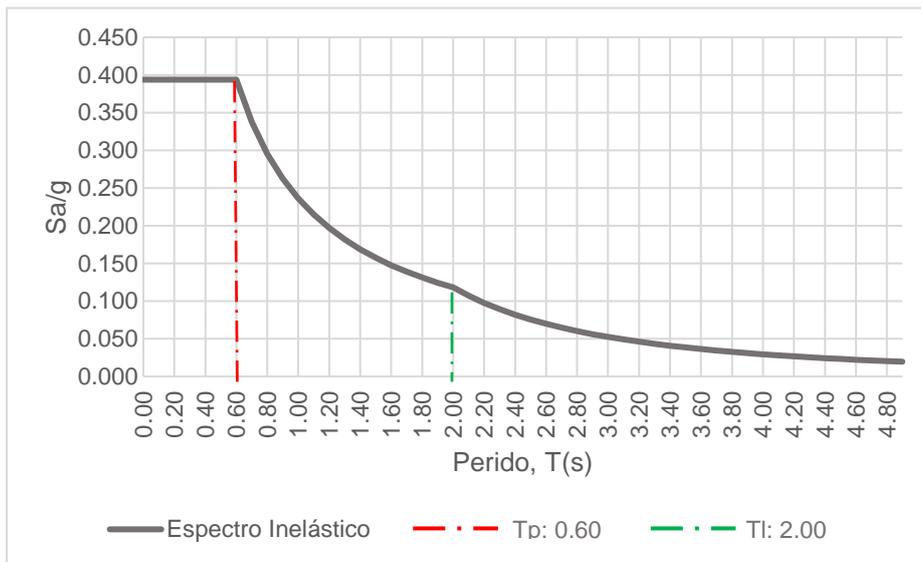


Figura N° 35 Espectro de diseño Eje Y-Y Norma Técnica Peruana E.030-2018

- **Modos de Vibración**

**Tabla 27** *Modos de Vibración*

Casos	Modo	Periodo	SumUX	SumUY	SumRZ
		sec			
Modal	1	0.273	0.6038	0.0003	0.1599
Modal	2	0.206	0.6042	0.7646	0.1599
Modal	3	0.143	0.8087	0.7647	0.7872
Modal	4	0.077	0.917	0.7647	0.8391
Modal	5	0.059	0.917	0.9406	0.8391
Modal	6	0.047	0.9387	0.9406	0.9373
Modal	7	0.04	0.9699	0.9406	0.9518
Modal	8	0.031	0.9699	0.9831	0.9518
Modal	9	0.027	0.98	0.9831	0.9717
Modal	10	0.026	0.9913	0.9831	0.9842
Modal	11	0.022	0.9913	0.997	0.9842
Modal	12	0.02	0.9936	0.997	0.992
Modal	13	0.02	0.999	0.997	0.9958
Modal	14	0.019	0.999	1	0.9958
Modal	15	0.017	1	1	1

Fuente: Resultado de Software Etabs 2018

- **Verificación de Derivas**

**Tabla 28** *Verificación de derivas sismo dinámico eje x-x*

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	$0.75 \cdot R \cdot Drel$	Dabs acum.	D/h	Observ.
Piso 5	0.01068	0.0020	0.00445	0.009743	0.0017	CUMPLE
Piso 4	0.00870	0.0024	0.00529	0.010973	0.0020	CUMPLE
Piso 3	0.00635	0.0025	0.00568	0.011118	0.0022	CUMPLE
Piso 2	0.00382	0.0024	0.00543	0.008592	0.0021	CUMPLE
Piso 1	0.00140	0.0014	0.00316	0.003158	0.0012	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia con resultados del software Etabs

**Tabla 29** *Verificación de derivas sismo dinámico eje y-y*

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	$0.75 \cdot R \cdot Drel$	Dabs acum.	D/h	Observ.
Piso 5	0.00710	0.00141	0.00317	0.01598	0.0012	CUMPLE
Piso 4	0.00569	0.00161	0.00361	0.01281	0.0014	CUMPLE
Piso 3	0.00409	0.00165	0.00372	0.00920	0.0014	CUMPLE
Piso 2	0.00243	0.00148	0.00334	0.00547	0.0013	CUMPLE
Piso 1	0.00095	0.00095	0.00214	0.00214	0.0008	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia con resultados del software Etabs

- **Verificación de Irregularidades**

- **Irregularidad en planta (esquina entrante)**



Figura N° 36 Plano de proyecto en planta en software Etabs – Esquina entrante

Como se puede observar en la figura 35 analizando la irregularidad en sentido del eje x-x y en el sentido y-y se observa que la longitud L-1, L-2 y L-3 no superan al 20% de la longitud total como lo estipula la N.T.P. E.030 por lo que no habría este tipo de irregularidad.

- **Irregularidad en planta (discontinuidad del diafragma)**



Figura N° 37 Plano de proyecto en vista en planta en software Etabs – Discontinuidad del diafragma

Analizando esta irregularidad la N.T.P 030 nos indica que se presenta esta irregularidad cuando las aberturas por entre pisos superan el 50% del área total, y como se puede visualizar en la figura 36 las aberturas no superan la cantidad especificada, por lo que se asume que no presenta dicha irregularidad.

- **Irregularidad en planta (torsional)**

Lo que estipula la norma E.30 de Diseño sismorresistente que este criterio solo es aplicado en edificaciones si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que el 50% de las derivas permisibles, por lo que no es necesario evaluar esta irregularidad

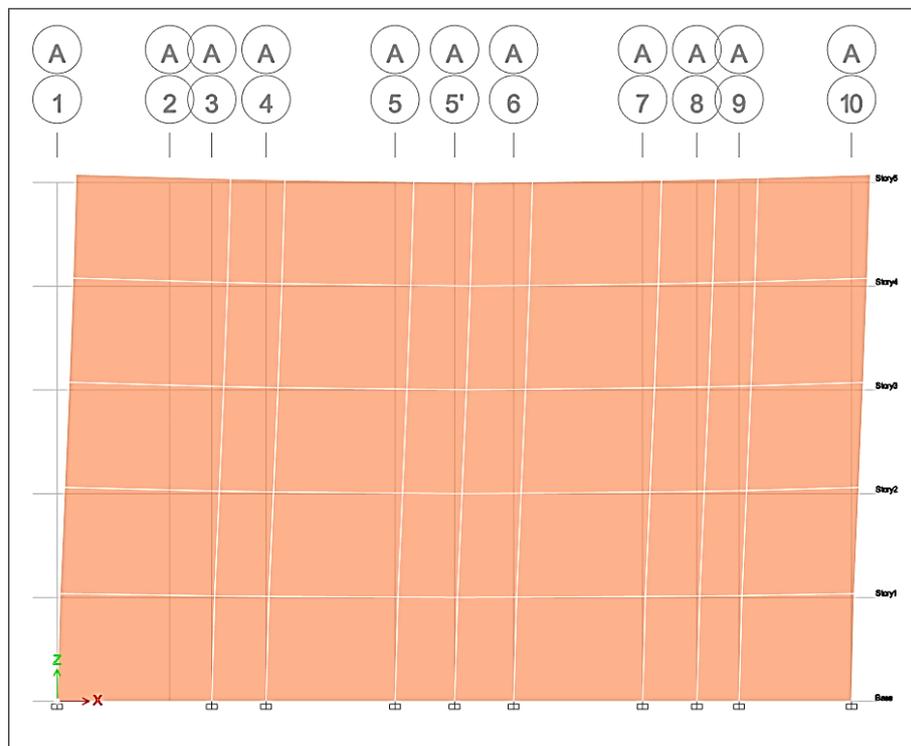


Figura N° 38 Desplazamientos sísmico dinámico en eje x-x – Irregularidad Torsional

- **Irregularidad en altura (por rigidez – piso blando)**

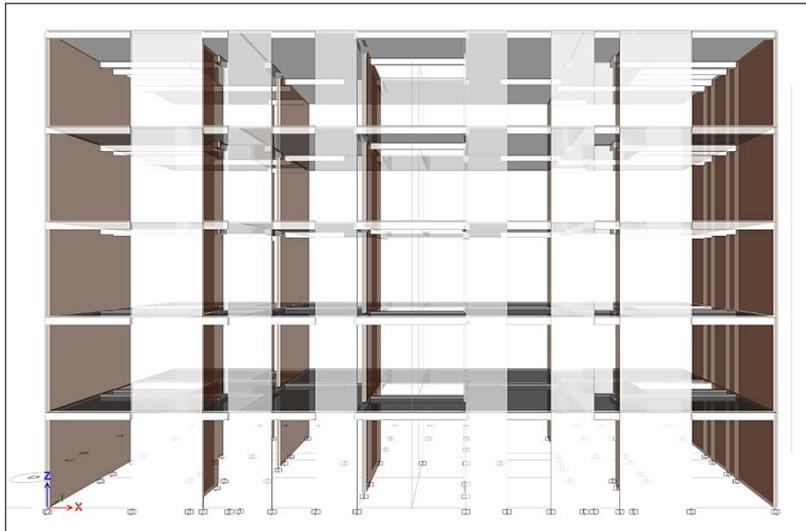


Figura N° 39 Plano de proyecto en vista en frontal en software Etabs – Por rigidez (Piso Blando)

Esta irregularidad se presenta cuando, se analiza la variación de la rigidez en diferentes niveles en cualquiera de las direcciones, y como la rigidez está en función de la masa y la edificación en estudio es típica en todos los pisos se puede adjudicar que no presenta una variación considerable respecto a la rigidez por entre pisos.

- **Irregularidad en altura (masa o peso)**

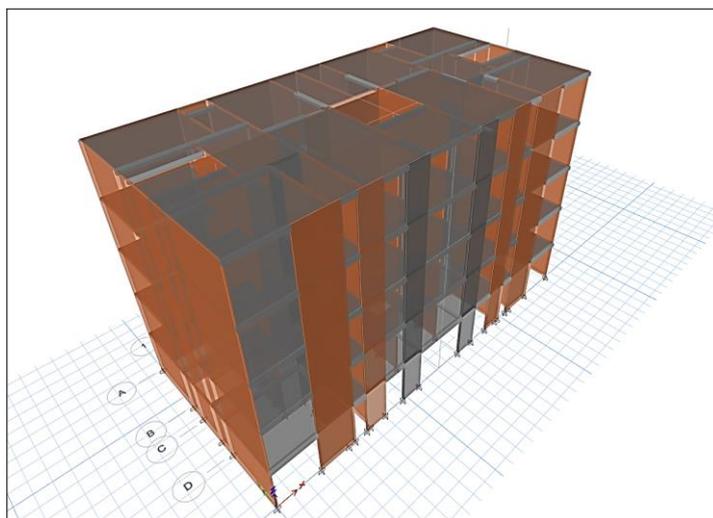


Figura N° 40 Plano de proyecto en vista 3D en software Etabs – Por masa o peso

Esta irregularidad se presenta cuando el piso superior posee un peso mayor al inferior, como se puede observar en la figura 38 podemos

deducir que no presenta esta irregularidad ya que la edificación indicada cuenta con una estructuración típica en todos los niveles.

- **Verificación de cortante mínima en eje x-x**

Para edificaciones regulares la normativa nos indica que:

$$V_{dinámica} > 80\%V_{estática}$$

**Tabla 30** Reacciones en la base en el eje x-x

Tipo de Carga	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SEX	-288.551	0	0	0	-2658.7477	1619.9236
SDX	242.6807	8.0672	0	76.8395	2233.1051	1516.999

Fuente: Resultados de Software Etabs

Donde decimos que:

$$242.6807 > 80\% \times 288.551 \rightarrow 242.6807 > 230.8408 \text{ ¡Cumple!}$$

**Tabla 31** Fuerzas cortantes por piso en el eje x-x

Nivel	Fuerza Cortante
	tonf
Piso 5	78.4712
Piso 4	162.5031
Piso 3	225.527
Piso 2	267.543
Piso 1	288.551

Fuente: Resultados de Software Etabs

- **Verificación de cortante mínima en eje y-y**

Para edificaciones regulares la normativa nos indica que:

$$V_{dinámica} > 80\%V_{estática}$$

**Tabla 32** Reacciones en la base en el eje y-y

Tipo de Carga	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SEX	0	-288.551	0	2658.7477	0	-3137.7843
SDX	6.711	242.7615	0	2241.8275	61.3912	2614.2988

Fuente: Resultados de Software Etabs

Donde decimos que:

$$242.7615 > 80\% \times 288.551 \rightarrow 242.7615 > 230.8408 \text{ ¡Cumple!}$$

## **Estructuración y Predimensionamiento de Muros de Ductilidad Limitada**

Los muros de ductilidad limitada son estructuras que resultan ser económicas, además un proceso constructivo más rápido a comparación de otras edificaciones de concreto armado.

Este sistema estructural estará compuesto por muros, losas macizas y escalera monolítica autosoportante. Para la estructuración de los MDL se utilizó como base el plano arquitectónico, se consideró las recomendaciones del Ing. Blanco Blasco en su libro de diseño de concreto armado y las indicaciones de la N.T.P. E.030 para la correcta ubicación de los muros para que tengan la capacidad de resistir a las sollicitaciones verticales y horizontales. Estos muros son los que soportarán las fuerzas cortantes inducidas por sismos, por lo que es necesario tener una buena densidad de muros en ambos sentidos, para ello se realizará una comparación de la fuerza basal con la resistencia a fuerzas cortantes de los muros de espesor de 10cm.

Para las losas macizas trabajan principalmente en dos direcciones, debido a la distribución en planta que tiene la edificación en estudio. Para realizar el predimensionamiento se tomará como recomendación lo que indica el ingeniero Blanco Blasco que el espesor de cada paño de las losas macizas será mayor al perímetro de éstas dividido entre 180, teniendo como 17.91m el perímetro e el paño más grande por esa razón el espesor de las losas macizas se considera de 10cm a excepción de los baños debido a las tuberías, en ese caso serán de 15cm., la escalera será monolítica autosoportante considerando el plano base arquitectónica del modelo 1, esto quiere decir no es necesario modelarla dentro del sistema ya que no aporta rigidez a la estructura.

De acuerdo a las características del suelo de la ubicación del proyecto en estudio, el estudio de mecánica de suelos realizado por el laboratorio de suelos de JGR'B Ingenieros S.R.L nos indica que la capacidad portante del suelo es de 1.18 kg/cm<sup>2</sup> por lo que se realizará un predimensionamiento de la cimentación con las reacciones resultantes de la edificación como se puede observar en el anexo 46, 47 y 48. A continuación, se mostrará la estructuración de los muros.

▪ **Concreto Armado**

Resistencia a la compresión	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de Elasticidad	$E_c = 15000 \times \sqrt{f'c} = E_c = 217370.65 \text{ kg/cm}^2$
Deformación unitaria máxima	$\epsilon_{cu} = 0.003$
Módulo de Corte	$G_c = E / (2(1+\nu)) = G_c = 90571 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de Poisson	$\nu = 0.2$

▪ **Acero**

Resistencia a la compresión	$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de Elasticidad	$E_a = 2000000 \text{ kg/cm}^2$

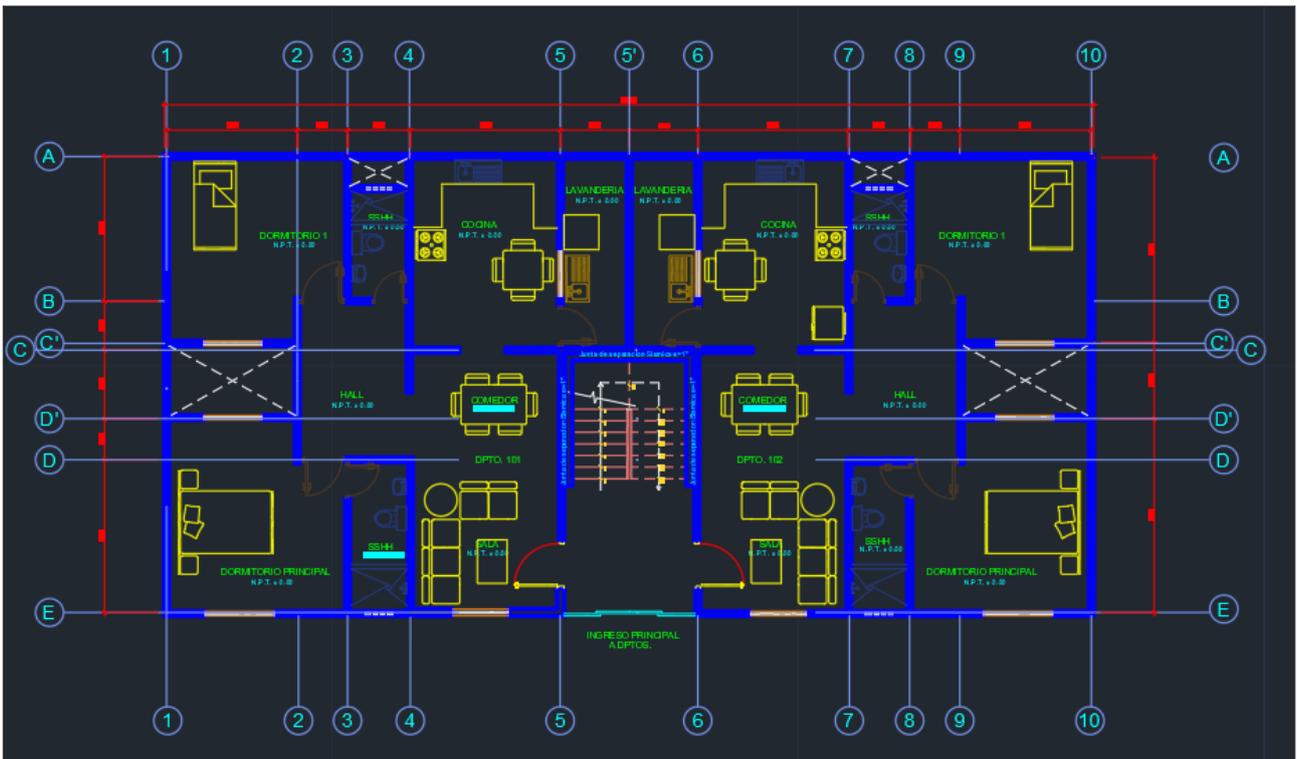


Figura N° 41 Propuesta de muros de ductilidad limitada

Para los muros de ductilidad limitada se propone una expresión para el cálculo de densidad de muros de concreto considerando la fuerza basal y la resistencia a fuerza cortante resistente de los muros, se realiza este procedimiento Egoabil (2019) donde indica que:

$$V_{basal} = \frac{zucs}{R} x P$$

Donde:

**Tabla 33** *Parámetros sísmicos en el eje x-x*

Parámetros Sísmicos	Valores
Zonificación (Z)	0.45
Factor de Suelo (S)	1.05
Periodos Tp y Tl	Tp = 0.6
	Tl = 2.00
Categoría	C
Factor de Uso (U)	1.00
Factor de Amplificación Sísmica (C)	2.5
Coefficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas (R)	4
Tiempo de Periodo Fundamental (T)	0.22

Fuente: *Elaboración propia*

Para la fuerza cortante resistente en los muros, se calcula de la siguiente expresión:

Para una resistencia de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>, como se considera en el proyecto.

$$\frac{zucs}{R} x P \leq \phi x 0.53 x \sqrt{f'c} x A_p$$

$$\frac{ZUSN}{104} \leq \frac{\sum(Lxt)}{AreaPlanta}$$

En la tabla número 34 podemos observar la densidad de muros teniendo en cuenta lo siguiente:

$$\frac{ZUSN}{104} = 0.023$$

**Tabla 34** Densidad de muros en el eje x-x

Muro	Largo	Espesor (t)	Área
	m	m	m <sup>2</sup>
X1	3.93	0.1	0.39
X2	1.35	0.1	0.14
X3	3.21	0.1	0.32
X4	1.48	0.1	0.15
X5	1.47	0.1	0.15
X6	3.21	0.1	0.32
X7	1.35	0.1	0.14
X8	3.93	0.1	0.39
X9	2.65	0.1	0.27
X10	2.65	0.1	0.27
X11	1.56	0.1	0.16
X12	1.30	0.1	0.13
X13	1.30	0.1	0.13
X14	1.56	0.1	0.16
X15	1.50	0.1	1.37
X16	1.50	0.1	1.37
X17	1.20	0.1	1.10
X18	1.20	0.1	1.10
$\sum (Lxt)$			8.04
$\frac{\sum(Lxt)}{\text{Area de Planta}}$			0.0424

Fuente: Elaboración propia

En el eje x-x se puede observar que cumple la densidad de muros:

$$\frac{ZUSN}{104} \leq \frac{\sum(Lxt)}{\text{AreaPlanta}}$$

$$0.023 \leq 0.0424 \rightarrow \text{¡Si Cumple!}$$

**Tabla 35** Densidad de muros en el eje y-y

Muro	Largo	Espesor (t)	Area
	m	m	m2
Y1	3.10	0.1	0.31
Y2	3.90	0.1	0.39
Y3	3.29	0.1	0.329
Y4	3.90	0.1	0.39
Y5	3.02	0.1	0.302
Y6	2.39	0.1	0.239
Y7	3.03	0.1	0.303
Y8	1.98	0.1	0.198
Y9	3.14	0.1	0.314
Y10	1.90	0.1	0.19
Y11	4.06	0.1	0.406
Y12	4.01	0.1	0.401
Y13	1.90	0.1	0.19
Y14	4.06	0.1	0.406
Y15	3.03	0.1	0.303
Y16	1.98	0.1	0.198
Y17	3.14	0.1	0.314
Y18	3.02	0.1	0.302
Y19	3.90	0.1	0.39
Y20	2.39	0.1	0.239
Y21	3.10	0.1	0.31
Y22	3.90	0.1	0.39
Y23	3.29	0.1	0.329
$\sum (Lxt)$			7.143
$\frac{\sum(Lxt)}{\text{Area de Planta}}$			0.038

Fuente: Elaboración propia

En el eje y-y se puede observar que cumple la densidad de muros:

$$\frac{ZUSN}{104} \leq \frac{\sum(Lxt)}{\text{AreaPlanta}}$$

$$0.023 \leq 0.038 \rightarrow \text{¡Si Cumple!}$$

## Análisis por Gravedad de la Edificación Sistema Muros de Ductilidad Limitada

Las cargas que se consideran en el análisis por gravedad son: la carga muerta (CM) que serán calculadas por el software Etabs 2018, donde se tomará en cuenta el peso específico y volumen de cada elemento, se ha considerado de manera conservadora el peso de tabiquería más acabados total de 200 kg/m<sup>2</sup> por otro lado, la carga viva (CV) este valor se encuentra establecido por la Norma E.020 "Cargas" del R.N.E. donde se asigna de acuerdo a la categoría de la edificación, en este caso para aquellas que sean consideradas como vivienda el valor de la carga viva se considera 200 kg/m<sup>2</sup>.

Como se muestra en la figura 32 en el software AutoCAD 2021 se le asignó una etiqueta indicando el sentido y número del muro.

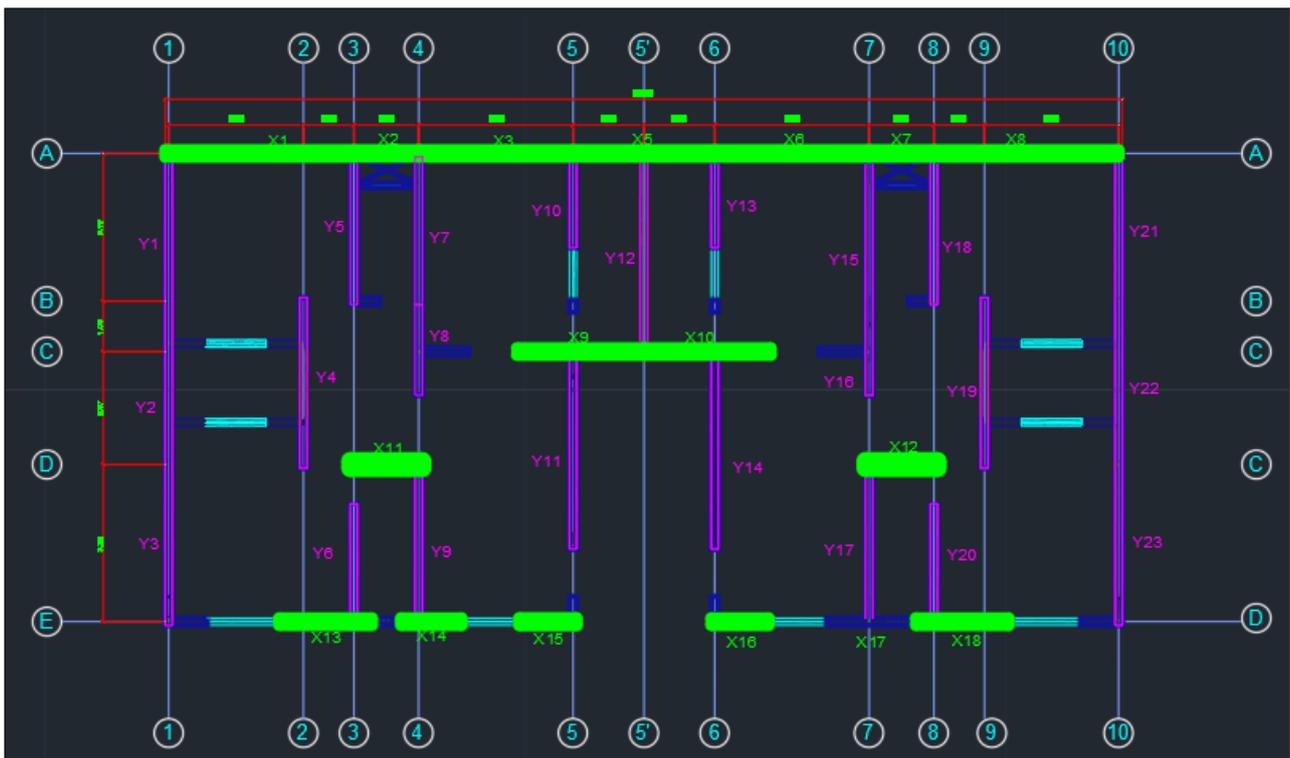
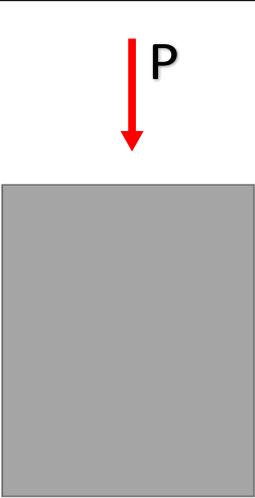


Figura N° 42 Planta con etiquetas de muros

- **Esfuerzo a compresión en muros**

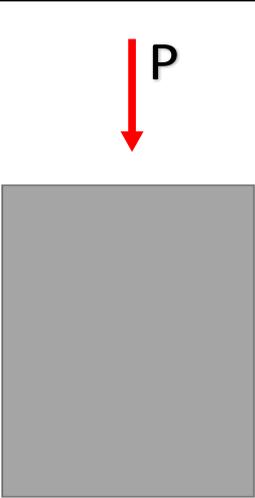
Este cálculo se realizó utilizando el software Etabs, luego de haber asignado las secciones de los muros y losas, así mismo el material correspondiente. Para este análisis se ha considerado la carga muerta y carga viva, para esto se asignó pier label a cada muro es decir se colocó una etiqueta a cada muro para poder identificarlo. Se determinó los esfuerzos de la siguiente manera:

**Tabla 36 Esfuerzos en muros en el eje x-x**

		MURO X - 9			
		Fuerza (ton)= CM+CV	Esfuerzo Máximo		
	CM	19.7	$\sigma_{maximo} = 0.55 \Phi f'_c A_g \left( 1 - \left( \frac{K L c}{32h} \right)^2 \right)$		
	CV	4.59			
	Fuerza (ton)=	24.29			
	<b>Área = Longitud x Espesor de Muro</b>		$\Phi=$	0.70	
	Long. (m)	2.65	$A_g=$	0.265	
	Esp. (m)	0.1	$f'_c=$	2100	
	Área (m2)=		0.265	$h(m)=$	2.6
				$t(m)=$	0.13
	<b>Esfuerzo <math>\sigma = F/A</math></b>		$\sigma_m=$	193.3294	
	Fuerza (ton)	24.29			
Area (m2)	0.265				
$\sigma_{muro}$ (ton/m2)=	91.6604				

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 37 Esfuerzos en muros en el eje y-y**

		MURO Y-12			
		Fuerza (ton)= CM+CV	Esfuerzo Máximo		
	CM	26.07	$\sigma_{maximo} = 0.55 \Phi f'_c A_g \left( 1 - \left( \frac{K L c}{32h} \right)^2 \right)$		
	CV	5.26			
	Fuerza (ton)=	31.33			
	<b>Área = Longitud x Espesor de Muro</b>		$\Phi=$	0.70	
	Long. (m)	4.00	$A_g=$	0.4	
	Esp. (m)	0.1	$f'_c=$	2100	
	Área (m2)=		0.4	$h(m)=$	2.6
				$t(m)=$	0.1
	<b>Esfuerzo <math>\sigma = F/A</math></b>		$\sigma_m=$	270.0264	
	Fuerza (ton)	31.33			
Area (m2)	0.4				
$\sigma_{muro}$ (ton/m2)=	78.3250				

Fuente: Elaboración propia

- **Falla por pandeo:** Se realiza tomando en cuenta el muro que tolera mayor esfuerzo:

En el sentido X-X;

Muro X-9

**Inercia:**  $I_x = \frac{bxh^3}{12}$

b (cm) = 265.00

h (cm) = 10.00

Ix (cm<sup>4</sup>) = 22083.333

**Sección agrietada:**

$I = 0.35xI_g$

$I = 0.35x22083.33$

$I = 7729.16667$

**Área:**  $hxt$

h (cm) = 265.00

t (cm) = 10.00

Area (cm<sup>2</sup>) = 2650

**Módulo de Elasticidad**

$E = 15000x\sqrt{f'c}$

$E = 15000x\sqrt{210}$

$E = 21737.06512$

**Longitud Efectiva**

$Le = 0.5xL$

$Le = 0.5x265 = 132.5\text{cm}$

**Esfuerzo Crítico de Euler**

$\sigma_{cr} = \frac{P_{cr}}{A}$

$P_{cr} = \frac{\pi^2 x E_a x I_{min}}{L_e^2}$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times 217370.6512 \times 7729.1167}{132.5^2} = 944.493 \text{ ton}$$

$$\sigma_{cr} = \frac{944.493 \text{ ton}}{.265 \text{ m}^2} = 3564.125 \text{ ton/m}^2$$

Sabemos que, no existirá pandeo cuando se cumple la siguiente relación:

$$\sigma_{muro} < \sigma_{cr}$$

$$91.6604 \text{ ton/m}^2 < 3564.125 \text{ ton/m}^2 \rightarrow \text{Muro no pandeará}$$

Quiere decir que, el muro está en equilibrio estable en la posición recta y no se pandeará.

En el sentido Y-Y;

Muro Y-12

**Inercia:**  $I_x = \frac{bxh^3}{12}$

$$b \text{ (cm)} = 400.00$$

$$h \text{ (cm)} = 10.00$$

$$I_x \text{ (cm}^4) = 33333.333$$

**Sección agrietada:**

$$I = 0.35xI_g$$

$$I = 0.35x33333.33$$

$$I = 11666.667 \text{ cm}^4$$

**Área:**  $hxt$

$$h \text{ (cm)} = 400.00$$

$$t \text{ (cm)} = 10.00$$

$$\text{Area (cm}^2) = 4000.00$$

**Módulo de Elasticidad**

$$E = 15000x\sqrt{f'c}$$

$$E = 15000x\sqrt{210}$$

$$E = 21737.06512$$

### Longitud Efectiva

$$L_e = 0.5 \times L$$

$$L_e = 0.5 \times 400 = 200 \text{ cm}$$

### Esfuerzo Crítico de Euler

$$\sigma_{cr} = \frac{P_{cr}}{A}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times E_a \times I_{min}}{L_e^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times 217370.6512 \times 11666.667}{200^2} = 624.173 \text{ ton}$$

$$\sigma_{cr} = \frac{624.173 \text{ ton}}{0.4 \text{ m}^2} = 1560.43 \text{ ton/m}^2$$

Sabemos que, no existirá pandeo cuando se cumple la siguiente relación:

$$\sigma_{muro} < \sigma_{cr}$$

$$78.325 \text{ ton/m}^2 < 1560.43 \text{ ton/m}^2 \rightarrow \text{Muro no pandeará}$$

Quiere decir que, el muro está en equilibrio estable en la posición recta y no se pandeará.

### Análisis Sísmico Lineal de la edificación en sistema de Muros de Ductilidad Limitada

#### Análisis Sísmico Estático del proyecto en dirección "X"

**Tabla 38** Parámetros sísmicos en el eje x-x

Parámetros Sísmicos	Valores
Zonificación (Z)	0.45
Factor de Suelo (S)	1.05
Periodos $T_p$ y $T_l$	$T_p = 0.6$
	$T_l = 2.00$
Categoría	C
Factor de Uso (U)	1.00
Factor de Amplificación Sísmica (C)	2.5
Coefficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas (R)	4
Tiempo de Periodo Fundamental (T)	0.22

Fuente: Elaboración propia

El tiempo de periodo Fundamental se determina de la siguiente manera:

$$T = \frac{h_n}{C_T} \rightarrow T = \frac{13.00}{60} = 0.22$$

Donde:

$h_n$  = Altura total de la edificación

$C_T$  = Coeficiente para estimar el periodo fundamental de un edificio.

**Tabla 39** *Parámetros de coeficientes según sistema estructural eje x-x*

Sistema Estructural	$C_T$
Sólo pórticos	35
Dual	45
Muros Estructurales	60

Fuente: Elaboración propia

Según la Norma E.030, indica:

$$\begin{aligned} \checkmark T < T_p &\rightarrow C = 2.5 \\ \checkmark T_p < T < T_L &\rightarrow C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{L}\right) \\ \checkmark T > T_L &\rightarrow C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right) \end{aligned}$$

Para este caso tenemos que  $0.22 < 0.6 \rightarrow C=2,5$

#### **Determinación de la Cortante Basal:**

Sabiendo que:

$$V_{basal} = \frac{zucs}{R} \times P$$

Z=0.45

U=1.00

C=2.50

S=1.05

R=4

P= 772.444 ton

$$V_x = \frac{0.45 \times 1 \times 2.5 \times 1.05}{4} \times 772.444$$

$$V_x = 228.1124 \text{ ton}$$

Se realiza la comprobación:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

$$\frac{2.5}{4} = 0.625 > 0.125 \rightarrow \text{Cumple}$$

### Peso de la Edificación

**Tabla 40** *Peso – Muros de Ductilidad Limitada*

N° Piso	Peso (ton)
5	147.86
4	156.60
3	156.60
2	156.60
1	154.77
<b>Total</b>	<b>772.442</b>

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la fuerza sísmica:

$$\alpha_i = \frac{P_i x h_i^k}{\sum_{i=1}^n P_i x h_i^k} \quad F_i = \alpha_i x V$$

Para determinar el valor de “k” la norma E.030 no dice lo siguiente:

- Para  $T \leq 0.5$  seg  $\rightarrow k=1.0$
- Para  $T > 0.5$  seg  $\rightarrow k=(0.75+0.5T) \leq 2.0$

En nuestro proyecto tenemos los siguiente:

$$0.22 \text{ seg} \leq 0.5 \text{ seg} \rightarrow k=1.0$$

**Tabla 41** *Distribución de fuerzas sísmicas en el eje x-x*

N	hi	$h_i^k$	Pi	$P_i * h_i^k$	$\alpha$	$F_i = \alpha * V$	V
5	2.6	13	147.86	1922.19996	0.320947	92.47	92.47
4	2.6	10.4	156.60	1628.69132	0.271940	78.35	170.82
3	2.6	7.8	156.60	1221.51849	0.203955	58.76	229.58
2	2.6	5.2	156.60	814.345662	0.135970	39.17	268.75
1	2.6	2.6	154.77	402.396371	0.067188	19.36	288.11
TOTAL			772.444	5989.15181			<b>288.11</b>

Fuente: Elaboración propia

**Análisis Sísmico Estático del proyecto en dirección “Y”**

**Tabla 42** *Parámetros sísmicos en el eje y-y*

Parámetros Sísmicos	Valores
Zonificación (Z)	0.45
Factor de Suelo (S)	1.05
Periodos $T_p$ y $T_l$	$T_p = 0.6$
	$T_l = 2.00$
Categoría	C
Factor de Uso (U)	1.00
Factor de Amplificación Sísmica (C)	2.5
Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas (R)	4
Tiempo de Periodo Fundamental (T)	0.22

Fuente: Elaboración propia

El tiempo de periodo Fundamental según la norma E.030 del R.N.E. se determina de la siguiente manera:

$$T = \frac{h_n}{C_T} \rightarrow T = \frac{13.20}{60} = 0.22$$

Donde:

$h_n$  = Altura total de la edificación

$C_T$  = Coeficiente para estimar el periodo fundamental de un edificio.

**Tabla 43** *Parámetros de coeficientes según sistema estructural eje y-y*

Sistema Estructural	$C_T$
Sólo pórticos	35
Dual	45
Muros Estructurales	60

Fuente: Elaboración propia

Según la Norma E.030, indica:

$$\begin{aligned} \checkmark T < T_p &\rightarrow C = 2.5 \\ \checkmark T_p < T < T_L &\rightarrow C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{L}\right) \\ \checkmark T > T_L &\rightarrow C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right) \end{aligned}$$

Para este caso tenemos que  $0.22 < 0.6 \rightarrow C=2,5$

### Determinación de la Cortante Basal:

Sabiendo que:

$$Z=0.45$$

$$U=1.00$$

$$C=2.50$$

$$S=1.05$$

$$R=4$$

$$P= 772.444 \text{ ton}$$

$$V_x = \frac{0.45 \times 1 \times 2.5 \times 1.05}{4} \times 772.444$$

$$V_x = 228.1124 \text{ ton}$$

Se realiza la comprobación:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

$$\frac{2.5}{4} = 0.625 > 0.125 \rightarrow \text{Cumple}$$

### Peso de la Edificación

**Tabla 44** *Peso – Muros de Ductilidad Limitada*

N° Piso	Peso (ton)
5	147.86
4	156.60
3	156.60
2	156.60
1	154.77
<b>Total</b>	<b>772.442</b>

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la fuerza sísmica:

$$\alpha_i = \frac{P_i x h_i^k}{\sum_{i=1}^n P_i x h_i^k} \quad F_i = \alpha_i x V$$

Para determinar el valor de “k” la norma E.030 no dice lo siguiente:

- Para  $T \leq 0.5 \text{ seg} \rightarrow k=1.0$
- Para  $T > 0.5 \text{ seg} \rightarrow k=(0.75+0.5T) \leq 2.0$

En nuestro proyecto tenemos los siguiente:

$$0.22 \text{ seg} \leq 0.5 \text{ seg} \rightarrow k=1.0$$

**Tabla 45** Distribución de fuerzas sísmicas en el eje y-y

N	hi	$h_i^k$	Pi	$P_i * h_i^k$	$\alpha$	$F_i = \alpha * V$	V
5	2.6	13	147.86	1922.19996	0.320947	92.47	92.47
4	2.6	10.4	156.60	1628.69132	0.271940	78.35	170.82
3	2.6	7.8	156.60	1221.51849	0.203955	58.76	229.58
2	2.6	5.2	156.60	814.345662	0.135970	39.17	268.75
1	2.6	2.6	154.77	402.396371	0.067188	19.36	288.11
TOTAL			772.444	5989.15181			<b>288.11</b>

Fuente: Elaboración propia

- **Verificación de Derivas**

De acuerdo al análisis estático, resulta de los desplazamientos laterales lineales y con estos se calcula los desplazamientos relativos elásticos, pero debemos usar los desplazamientos relativos inelásticos por lo que se debe multiplicar por 0.75R para obtener el resultado.

Para este sistema estructural de muros de ductilidad limitada, tenemos como la N.T.P. E.030 nos indica que la Deriva, que resulta del desplazamiento relativo inelástico entre la altura de entre piso, este no debe superar 0.005.

En las tablas 46 y 47 podemos observar la verificación de las derivas en ambos sentidos.

**Tabla 46** Verificación de derivas sismo estático eje x-x

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	$0.75 * R * Drel$	Dabs acum.	D/h	Observ.
Piso 5	0.00207	0.0004	0.00112	0.002451	0.0004	CUMPLE
Piso 4	0.00170	0.0004	0.00133	0.002769	0.0005	CUMPLE
Piso 3	0.00126	0.0005	0.00144	0.002802	0.0006	CUMPLE
Piso 2	0.00078	0.0005	0.00137	0.002333	0.0005	CUMPLE
Piso 1	0.00032	0.0003	0.00097	0.000966	0.0004	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia con resultados del software Etabs

**Tabla 47 Verificación de derivas sismo estático eje y-y**

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	0.75*R*Drel	Dabs acum.	D/h	Observ.
Piso 5	0.00129	0.00027	0.00080	0.001686	0.00031	CUMPLE
Piso 4	0.00102	0.00030	0.00089	0.001782	0.00034	CUMPLE
Piso 3	0.00073	0.00030	0.00090	0.001688	0.00035	CUMPLE
Piso 2	0.00043	0.00026	0.00079	0.001290	0.00030	CUMPLE
Piso 1	0.00017	0.00017	0.00050	0.000500	0.00019	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia con resultados del software Etabs

## Análisis Sísmico Dinámico del proyecto

- Aceleración espectral**

$$S_a = \frac{zucs}{R} x g$$

Diseño en eje X-X:

$$S_x = \frac{0.45 \times 1 \times 2.5 \times 1.05}{4} = 0.295 \rightarrow \text{Este valor se ingresa al software Etabs}$$

Diseño en eje Y-Y:

$$S_y = \frac{0.45 \times 1 \times 2.5 \times 1.05}{4} = 0.295 \rightarrow \text{Este valor se ingresa al software Etabs}$$

**Espectro del Proyecto en el eje x-x**

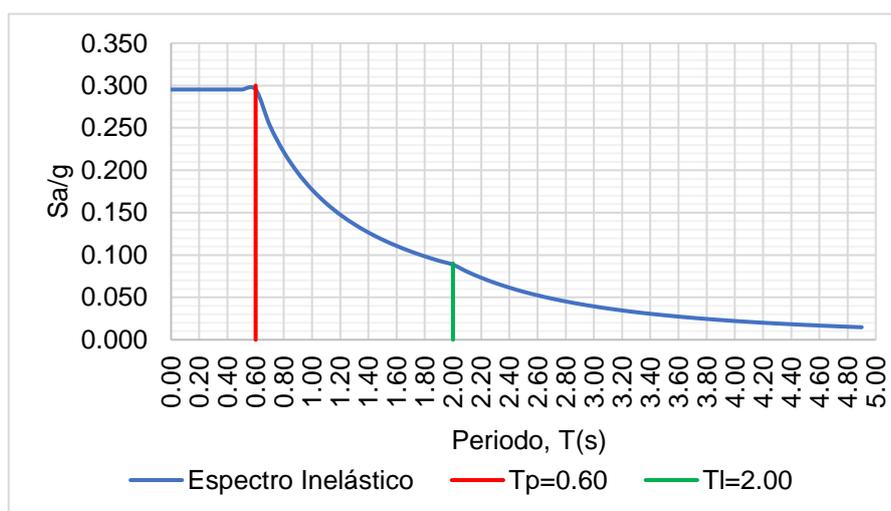


Figura N° 43 Espectro de diseño Eje X-X Norma Técnica Peruana E.030-2018

### Espectro del Proyecto en el eje y-y

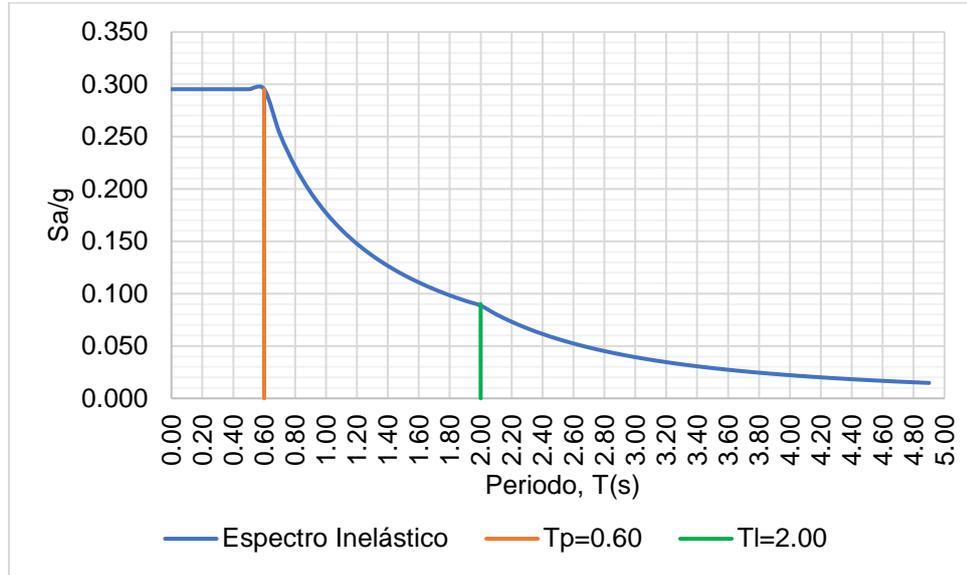


Figura N° 44 Espectro de diseño Eje Y-Y Norma Técnica Peruana E.030-2018

- **Modos de Vibración**

**Tabla 48** Modos de Vibración

Casos	Modo	Periodo	SumUX	SumUY	SumRZ
		sec			
Modal	1	0.143	0.772	0	0
Modal	2	0.1	0	1	0
Modal	3	0.064	0.256	0	0
Modal	4	0.041	0.807	0	0
Modal	5	0.028	0	1	0
Modal	6	0.022	0.797	0	0
Modal	7	0.02	0.267	0	0
Modal	8	0.018	0.157	0.797	0
Modal	9	0.018	0.793	0	0
Modal	10	0.017	0.944	0	0
Modal	11	0.017	0.009	0.99	0
Modal	12	0.017	0.05	0.944	0
Modal	13	0.017	0.857	0	0
Modal	14	0.017	0.965	0	0
Modal	15	0.017	0.895	0.063	0

Fuente: Resultado de Software Etabs 2018

- **Verificación de Derivas**

**Tabla 49** Verificación de derivas sismo dinámico eje x-x

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	0.75*R*Drel	Dabs acum.	D/h	Observ.
Piso 5	0.00217	0.0004	0.00125	0.002693	0.0005	CUMPLE
Piso 4	0.00175	0.0005	0.00144	0.002945	0.0006	CUMPLE
Piso 3	0.00127	0.0005	0.00150	0.002889	0.0006	CUMPLE
Piso 2	0.00077	0.0005	0.00138	0.002315	0.0005	CUMPLE
Piso 1	0.00031	0.0003	0.00093	0.000930	0.0004	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia con resultados del software Etabs

**Tabla 50** Verificación de derivas sismo dinámico eje y-y

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	0.75*R*Drel	Dabs acum.	D/h	Observ.
Piso 5	0.00129	0.00027	0.00080	0.001694	0.00031	CUMPLE
Piso 4	0.00102	0.00030	0.00089	0.001781	0.00034	CUMPLE
Piso 3	0.00072	0.00030	0.00089	0.001673	0.00034	CUMPLE
Piso 2	0.00043	0.00026	0.00078	0.001275	0.00030	CUMPLE
Piso 1	0.00016	0.00016	0.00049	0.000494	0.00019	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia con resultados del software Etabs

- **Verificación de Irregularidades**

- **Irregularidad en planta (esquina entrante)**

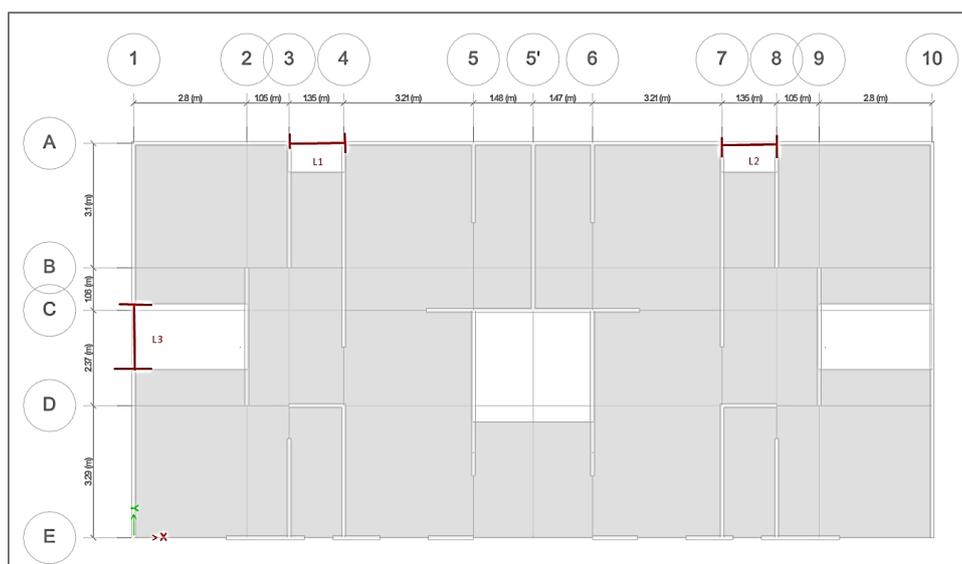


Figura N° 45 Plano de proyecto en planta en software Etabs – Esquina entrante

Analizando la irregularidad como se puede observar en la figura 43 en sentido del eje x-x y en el sentido y-y se observa que las longitudes L-1, L-2 y L-3 no superan al 20% de la longitud total como lo estipula la N.T.P. E.030 por lo que no habría este tipo de irregularidad.

**- Irregularidad en planta (discontinuidad del diafragma)**

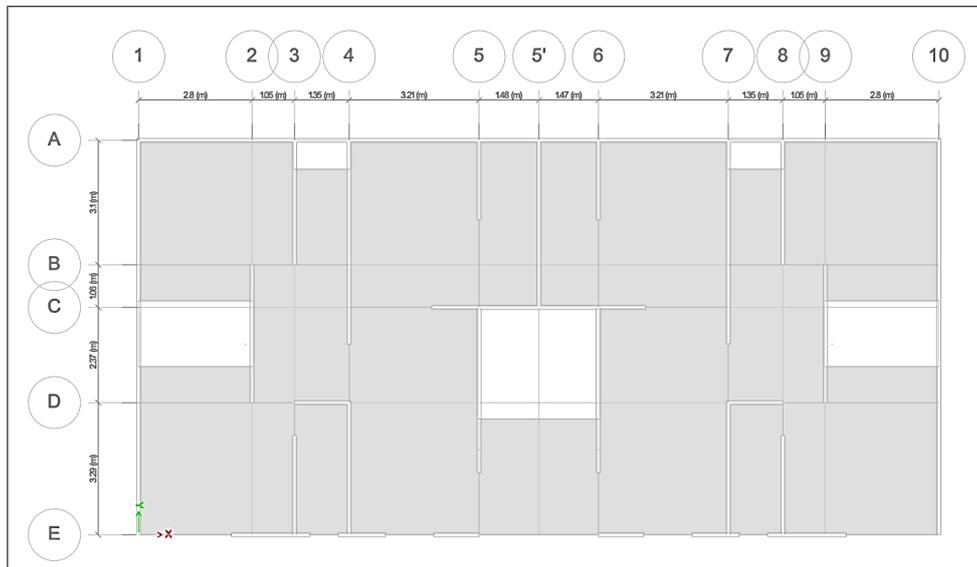


Figura N° 46 Plano de proyecto en vista en planta en software Etabs – Discontinuidad del diafragma

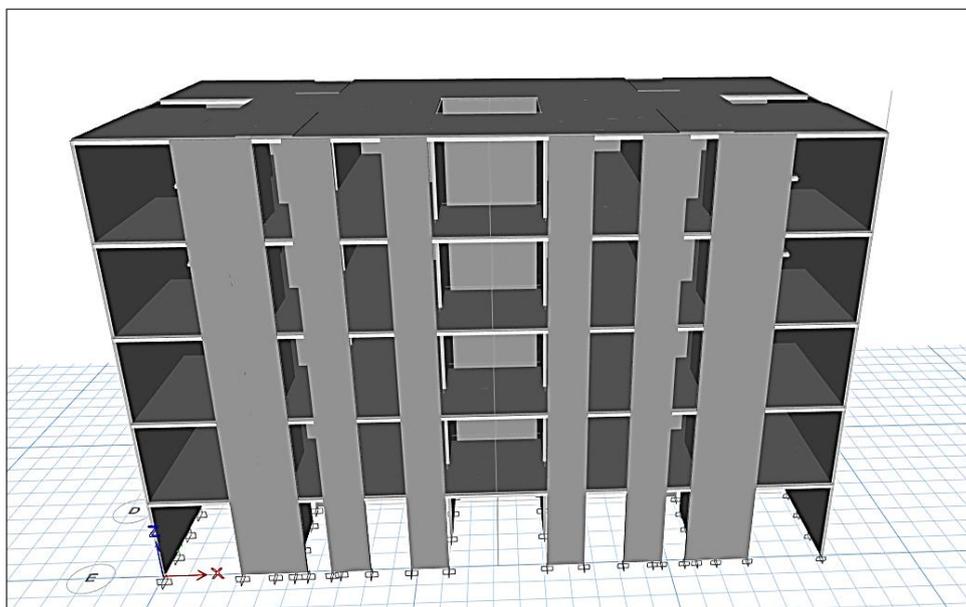


Figura N° 47 Plano de proyecto en vista frontal 3d en software Etabs – Discontinuidad del diafragma

Al analizar esta irregularidad podemos observar en la figura 44 que las aberturas entre pisos no superan el 50% del área total del proyecto por lo que se puede considerar que no existe dicha irregularidad como lo estipula la norma de “diseño sismorresistente”.

- **Irregularidad en planta (torsional )**

Lo que estipula la norma E.30 de Diseño sismorresistente que este criterio solo es aplicado en edificaciones si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que el 50% de las derivas permisibles es decir 0.0025 y como se puede observar en la tabla 47 y 48 no superan ese limite, por lo que no es necesario evaluar esta irregularidad

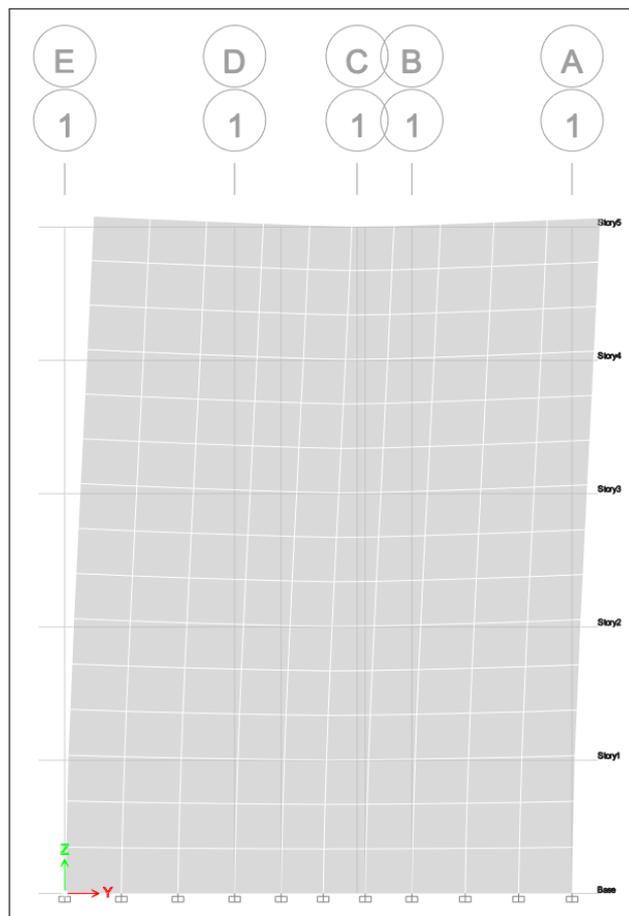


Figura N° 48 Desplazamientos sísmico dinámico en eje x-x – Irregularidad Torsional

- Irregularidad en altura (por rigidez – piso blando)

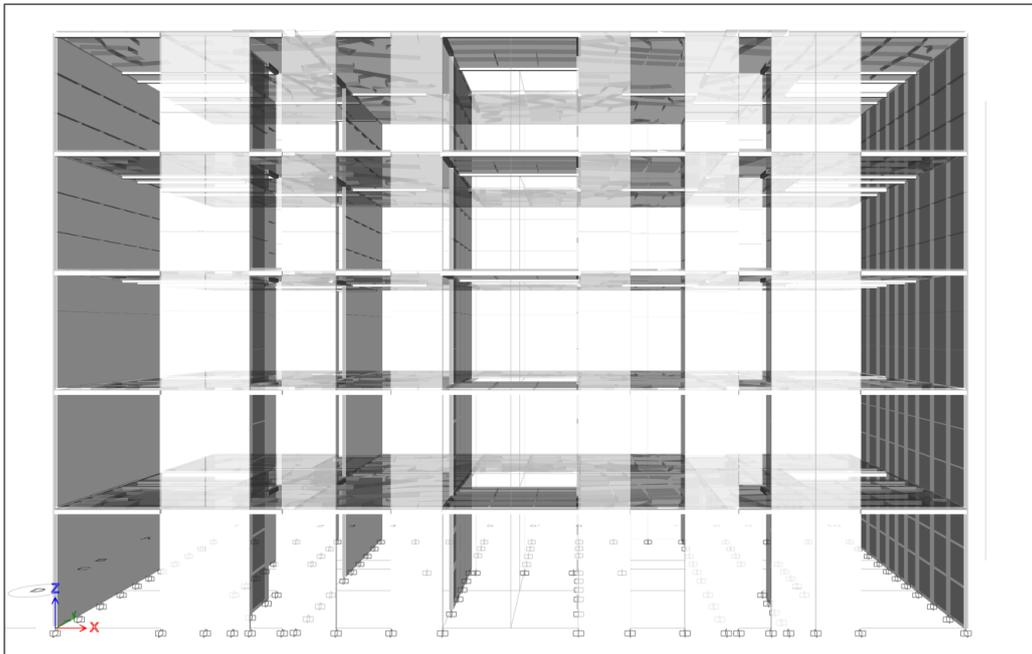


Figura N° 49 Plano de proyecto en vista en frontal en software Etabs – Por rigidez (Piso Blando)

Esta irregularidad se presenta cuando, cuando existe la variación de rigidez en los distintos niveles, ya que nuestro proyecto posee una distribución de muros típica en todos los niveles que puede asumir que no habrá una variación considerable de la rigidez.

- Irregularidad en altura (masa o peso)

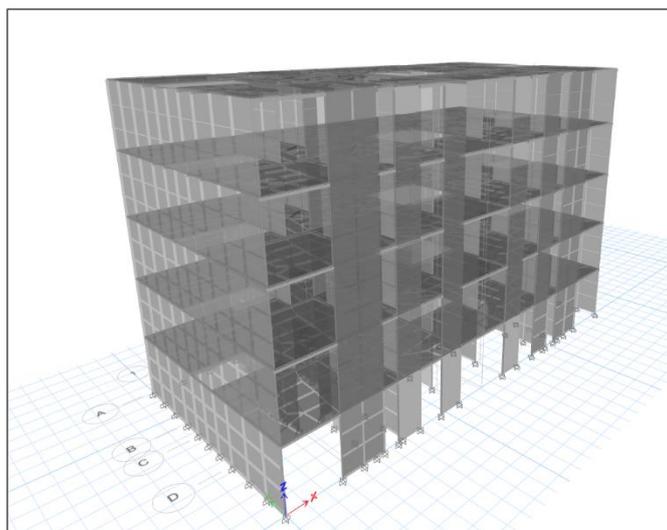


Figura N° 50 Plano de proyecto en vista 3D en software Etabs – Por masa o peso

Esta irregularidad se presenta cuando el piso superior posee un peso mayor al inferior, como se puede observar en la figura 38 podemos deducir que no presenta esta irregularidad ya que la edificación indicada cuenta con una estructuración típica en todos los niveles.

- **Verificación de cortante mínima en eje x-x**

Para edificaciones regulares la normativa nos indica que:

$$V_{dinámica} > 80\%V_{estática}$$

**Tabla 51** Reacciones en la base en el eje x-x

Tipo de Carga	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SEX	-218.031	0	0	0	-2013.4009	1231.7988
SDX	182.4647	0.3603	0	2.9371	1666.371	1177.0003

Fuente: Resultados de Software Etabs

Donde decimos que:

$$182.4647 > 80\% \times 218.031 \rightarrow 182.4647 > 174.4248 \text{ ¡Cumple!}$$

**Tabla 52** Fuerzas cortantes por piso en el eje x-x

Nivel	Fuerza Cortante
	tonf
Piso 5	78.4712
Piso 4	162.5031
Piso 3	225.527
Piso 2	267.543
Piso 1	288.551

Fuente: Resultados de Software Etabs

- **Verificación de cortante mínima en eje y-y**

Para edificaciones regulares la normativa nos indica que:

$$V_{dinámica} > 80\%V_{estática}$$

**Tabla 53** Reacciones en la base en el eje y-y

Tipo de Carga	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SEY	0	-218.031	0	2013.4009	0	-2369.6112
SDY	0.3036	182.4382	0	1694.9001	2.7532	1982.3133

Fuente: Resultados de Software Etabs

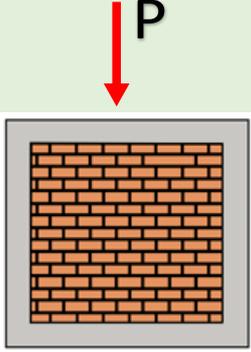
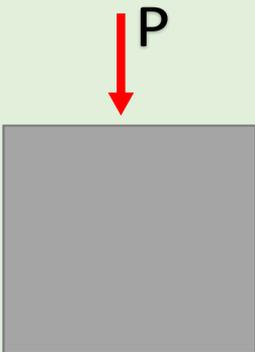
Donde decimos que:

$$182.4382 > 80\% \times 218.031 \rightarrow 182.4382 > 174.4248 \text{ ¡Cumple!}$$

## 4.2. Resultados

### 4.2.1. Esfuerzo a compresión en muros

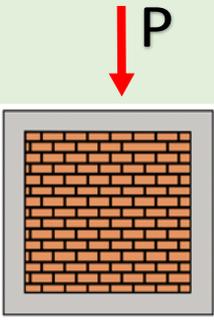
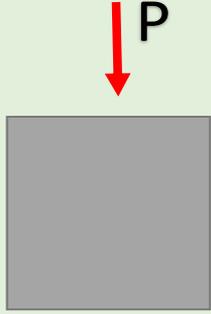
**Tabla 54** Resultados de esfuerzo a compresión en Muros en el Eje X-X

Descripcion	Albañilería Confinada	Muros de Ductilidad Limitada
Eje X-X		
<b>Muro</b>	X-10	X-9
<b>CM</b>	19.08 ton	19.7 ton
<b>CV</b>	4.45 ton	4.59 ton
<b>P Total</b>	23.53 ton	24.29 ton
<b>Área</b>	0.3445 m <sup>2</sup>	0.3975 m <sup>2</sup>
<b>Esfuerzo del Muro</b>	68.302 ton/m <sup>2</sup>	61.107 ton/m <sup>2</sup>
<b>Esfuerzo Máximo</b>	87.551 ton/m <sup>2</sup>	289.994 ton/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos se realiza una comparación de ambos sistemas como se puede observar en la tabla 54 donde se determinó que ambos sistemas estructurales no superan el esfuerzo máximo según las propiedades de sus materiales. En el eje x-x el sistema estructural de albañilería confinada se aleja en un 21.72% del esfuerzo máximo, en comparación de los muros de ductilidad limitada se alejan en un 78.93%. Con estos resultados obtenidos podemos decir que el sistema de albañilería confinada presenta mayores esfuerzos a compresión en muros esto se debe a sus cargas de gravedad que están en un 26.96% respecto al límite en comparación al sistema de muros de ductilidad limitada.

**Tabla 55** Resultados de esfuerzo a compresión en Muros en el Eje Y-Y

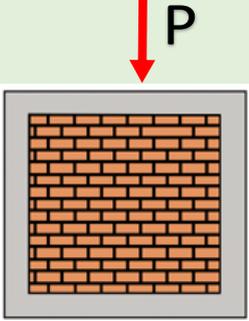
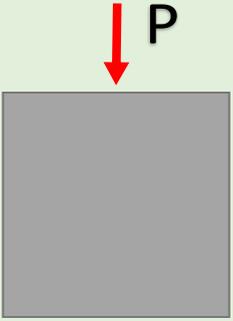
Descripción	Albañilería Confinada	Muros de Ductilidad Limitada
Eje Y-Y		
<b>Muro</b>	Y-17	Y-12
<b>CM</b>	25.6	26.07
<b>CV</b>	3.02	5.26
<b>P Total</b>	28.62	31.33
<b>Área</b>	0.52	0.4
<b>Esfuerzo del Muro</b>	55.038	78.325
<b>Esfuerzo Máximo</b>	87.551	270.030

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar el cuadro comparativo de esfuerzos en muros de ambos sistemas estructurales en estudio tenemos los siguientes resultados se puede observar en la tabla 55 que ambos sistemas estructurales no superan el esfuerzo. En el eje y-y el sistema estructural de albañilería confinada se aleja en un 37.14% del esfuerzo máximo, en comparación de los muros de ductilidad limitada se alejan en un 70.99%. Con estos resultados obtenidos podemos decir que el sistema de albañilería confinada presenta mayores esfuerzos a compresión en muros esto se debe a sus cargas de gravedad que están en un 32.69% respecto al límite en comparación al sistema de muros de ductilidad limitada.

#### 4.2.2. Falla por pandeo en muros

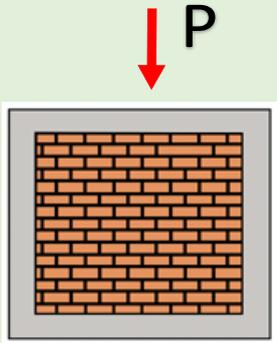
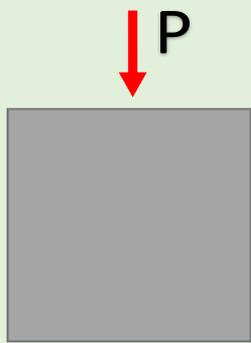
**Tabla 56** Resultado de falla por pandeo en Muros en el Eje X-X

Descripcion	Albañilería Confinada	Muros de Ductilidad Limitada
Eje X-X		
<b>Muro</b>	X-10	X-9
<b>Inercia</b>	48517.08 cm <sup>4</sup>	7729.16667 cm <sup>4</sup>
<b>Área</b>	3445 cm <sup>2</sup>	2650 cm <sup>2</sup>
<b>Modulo de Elasticidad</b>	32500 kg/cm <sup>2</sup>	21737.06512 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Longitud Efectiva</b>	132.5 cm	132.5 cm
<b>Esfuerzo del Muro</b>	68.302 ton/m <sup>2</sup>	91.660 ton/m <sup>2</sup>
<b>Esfuerzo Crítico</b>	2573.113 ton/m <sup>2</sup>	3564.164 ton/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, de acuerdo a los resultados obtenidos de la falla por pandeo en muros, se puede visualizar en la tabla 56, que ambos sistemas estructurales no exceden al esfuerzo crítico que son resultantes de las cargas axiales a las que son sometidos. El sistema de albañilería confinada se aleja del esfuerzo crítico en un 97.35%, mientras que el sistema de MDL se aleja con un 97.43%, por lo que podemos afirmar que los muros en los dos sistemas estructuras no sufren falla por pandeo por cargas axiales en el eje x-x.

**Tabla 57** Resultado de falla por pandeo en Muros en el Eje Y-Y

Descripcion	Albañileria Confinada	Muros de Ductilidad Limitada
Eje Y-Y		
<b>Muro</b>	Y-17	Y-12
<b>Inercia</b>	60234.42 cm <sup>4</sup>	11666.667 cm <sup>4</sup>
<b>Área</b>	4277 cm <sup>2</sup>	4000cm <sup>4</sup>
<b>Modulo de Elasticidad</b>	32500 kg/cm <sup>2</sup>	21737.06512 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Longitud Efectiva</b>	164.5 cm	200 cm
<b>Esfuerzo del Muro</b>	55.039 ton/m <sup>2</sup>	78.325 ton/m <sup>2</sup>
<b>Esfuerzo Crítico</b>	1129.355 ton/m <sup>2</sup>	1564.334 ton/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

Continuando con los resultados obtenidos de la falla por pandeo en muros, se puede visualizar en la tabla 57, que ambos sistemas estructurales no exceden al esfuerzo crítico que son resultantes de las cargas axiales a las que son sometidos. El sistema de albañilería confinada se aleja del esfuerzo crítico en un 95.13%, mientras que el sistema de MDL se aleja con un 94.99%, por lo que podemos afirmar que los muros en los dos sistemas estructurales no sufren falla por pandeo por cargas axiales en el eje y-y.

#### 4.2.3. Cortante basal en el sistema estructural

**Tabla 58** Resultados de cortante basal en el eje x-x

Descripción	Análisis Dinámico
Albañilería Confinada	242.6807 ton
Muros de Ductilidad Limitada	182.4647 ton

Fuente: Elaboración propia resultados de software Etabs

Según los resultados se realizó un gráfico comparando la cortante basal en ambos sistemas estructurales en el eje x-x.

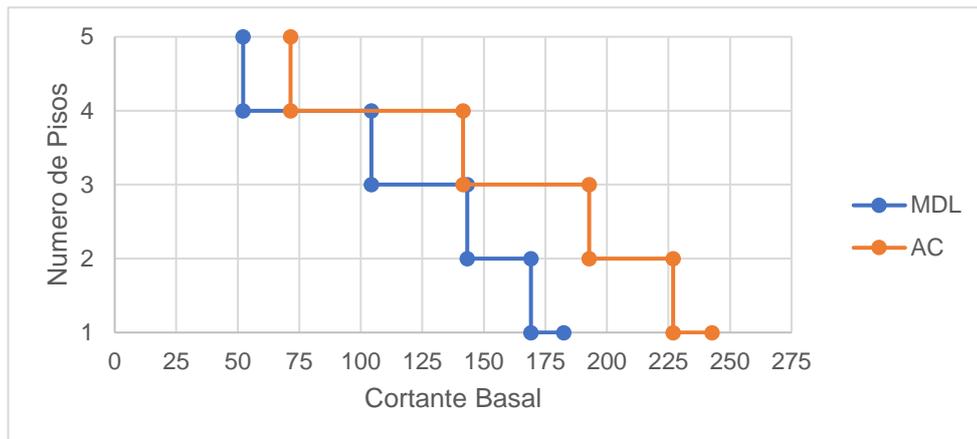


Figura N° 51 Cortante basal en el eje x-x

**Tabla 59** Resultados de cortante basal en el eje y-y

Descripción	Análisis Dinámico
Albañilería Confinada	242.7615 ton
Muros de Ductilidad Limitada	182.4382 ton

Fuente: Elaboración propia resultados de software Etabs

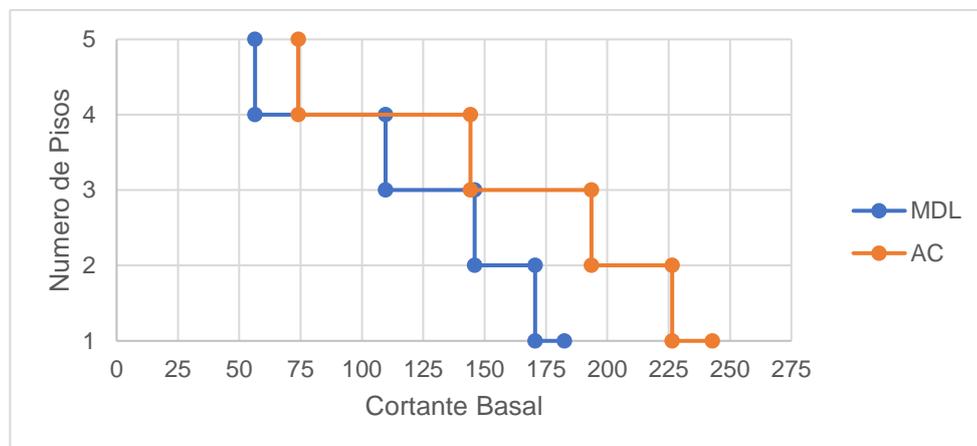


Figura N° 52 Cortante basal en el eje y-y

En relación a la cortante basal, podemos visualizar la tabla 58 y 59, y las figuras N°49 y N°50, estos resultados nos indica que se presentan mayor cortante basal en el sistema de albañilería confinada, teniendo un excedente de 24.80% en el eje x-x con respecto a los muros de ductilidad limitada y en el eje y-y un excedente de 24.85%. Para los muros de ductilidad limitada fue necesario escalar las fuerzas internas con el objetivo que cumpla los estipulado por la N.T.P. E.030 para edificaciones

regular debe cumplir que la cortante basal dinámica debe superar el 80% de la cortante basal estática.

#### 4.2.4. Distorsiones

**Tabla 60** Resultados de derivas entre pisos en el eje x-x

Descripcion	Albañileria Confinada	Muros de Ductilidad Limitada
5	0.0017	0.0005
4	0.0020	0.0006
3	0.0022	0.0006
2	0.0021	0.0005
1	0.0012	0.0004

Fuente: Elaboración propia resultados de software Etabs

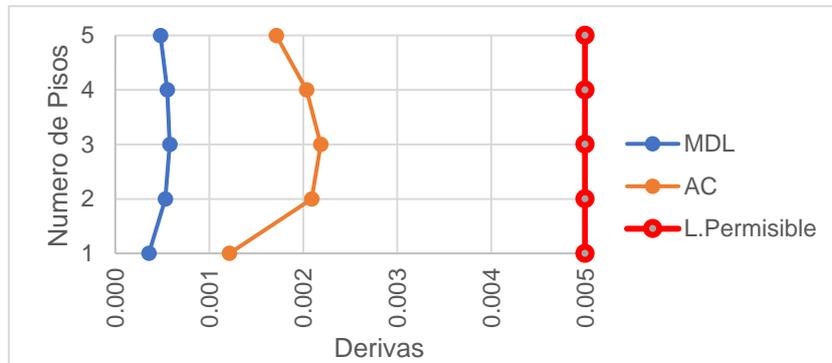


Figura N° 53 Distorsiones en entre pisos en ambos sistemas estructurales en el eje x-x

**Tabla 61** Resultados de derivas entre pisos en el eje y-y

Descripcion	Albañileria Confinada	Muros de Ductilidad Limitada
5	0.0012	0.0003
4	0.0014	0.0003
3	0.0014	0.0003
2	0.0013	0.0003
1	0.0008	0.0002

Fuente: Elaboración propia resultados de software Etabs

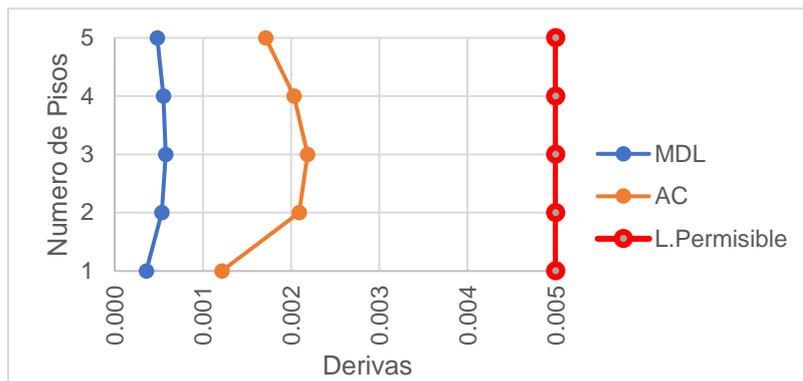


Figura N° 54 Distorsiones en entre pisos en ambos sistemas estructurales en el eje y-y

Se realizó un cuadro comparativo de los dos sistemas estructurales, además se hizo una presentación gráfica para poder mostrar los resultados de las derivas en ambos sistemas en los dos ejes analizado. De acuerdo con la tabla 60 y 61 y la figura N° 51 y 52, ambos sistemas estructurales cumplen con la distorsión permisible estipulada por la norma de diseño sismorresistente. Pero cabe mencionar que, el sistema de Albañilería Confinada excede al Sistema MDL en el eje x-x en 26.93% y en el eje y-y en 18.65%, esto se debe que las características de los materiales empleados para el sistema de muros de ductilidad limitada son mayores a los de la albañilería confinada en ambos sentidos de estudio.

**Hipótesis General: El sistema MDL tiene mejor comportamiento lineal que el sistema de albañilería confinada frente a sismos, Puente Piedra -2021.**

Luego de haber obtenido los resultados podemos visualizar las tablas de la 54 hasta la 61, se corrobora la hipótesis, es decir, se afirma que los muros de ductilidad limitada presentan un mejor comportamiento lineal frente a sismos ante el sistema de albañilería confinada, esto se debe que los MDL no sufren fallas por pandeo, presentan menos esfuerzo a compresión en muros, tiene menos cortante basal en la base y por ultimo presenta menos distorsiones.

**Hipótesis específica 1: El sistema de albañilería confinada presenta mayor esfuerzo a compresión en muros que el sistema de muros de ductilidad limitada frente a sismos, Puente Piedra -2021.**

Según los resultados obtenidos en la tabla 54 y 55, se corrobora esta hipótesis ya que el sistema de albañilería confinada experimenta mayor esfuerzo a compresión en muros ya que este sistema se aproxima en un 21.98% a su límite en el eje x-x y en el eje y-y con un 37.14%.

**Hipótesis específica 2: el sistema de albañilería confinada presenta mayor falla por pandeo en muros que el sistema de muros de ductilidad limitada frente a sismos, Puente Piedra -2021.**

Según los resultados obtenidos en la tabla 56 y 57, se rechaza esta hipótesis ya que ambos sistemas estructurales presentan reducidos esfuerzos actuantes en semejanza con sus correspondientes esfuerzos críticos. Lo que podemos afirmar es que estos dos sistemas en estudio no presentan fallas por pandeo debido a cargas por gravedad.

**Hipótesis específica 3: El sistema de albañilería confinada toma mayor cortante basal que el sistema de muros de ductilidad limitada frente a sismos, Puente Piedra -2021.**

Según los resultados obtenidos en la tabla 58 y 59, se corrobora la hipótesis 3, se afirma que la albañilería confinada presenta mayor cortante basal ante los muros de ductilidad limitada por que excede en un 24.80% en el eje x-x y en un 24.85% en el eje y-y.

**Hipótesis específica 4: El sistema de albañilería confinada tiene mayores distorsiones que el sistema de muros de ductilidad limitada frente a sismos, Puente Piedra -2021.**

Según los resultados obtenidos en la tabla 60 y 61, se corrobora la hipótesis 4, se afirma que la albañilería confinada presenta mayores distorsiones en semejanza a los muros de ductilidad limitada ya que se excede en el eje x-x en 26.93% y en el eje y-y en 18.65.

## V. DISCUSIÓN

En relación al primer objetivo específico, Merodio y Vásquez (2018), en su investigación realizada **“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”** indicó por medio de la asimilación de los desplazamientos de respuesta, distorsiones y elementos de aguante que el sistema de MDL admite mayor esfuerzo debido a cargas de servicio más que el sistema de Albañilería confinada en el eje X-X respecto a su límite, mientras que en el Y-Y el sistema MDL admite mayor esfuerzo axial debido a cargas de servicio que el sistema de Albañilería Confinada respecto a su límite. Los resultados expuestos en este estudio guardan similitud con el investigador mencionado dado que, se determinó que en la dirección “X” el sistema MDL se aleja de su límite máximo en 78.93% a diferencia del sistema de Albañilería Confinada que se aleja del esfuerzo axial máximo en un 21.72%. Por lo cual se afirma que en el eje “Y” el sistema MDL se aleja de su límite máximo en un 70.99% a diferencia del sistema de Albañilería Confinada que se aleja en un 37.14%, por tanto se asevera que en la dirección “Y” el sistema Albañilería confinada presenta mayor esfuerzo axial en un 32.69% debido a cargas de gravedad respecto a su límite en comparación al sistema MDL, del mismo modo en la dirección “X” el sistema Albañilería confinada presenta mayor esfuerzo axial en un 26.96% debido a cargas de gravedad respecto a su límite en comparación al sistema MDL.

En relación al segundo objetivo específico, Merodio y Vásquez (2018), **“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”** infieren que el sistema de albañilería confinada no presenta fallas por pandeo, distinguieron que el esfuerzo producto de carga axial en el sistema de albañilería confinada se aleja de su esfuerzo máximo en 38.78%. Los resultados expuestos en este estudio revalidan la información expuesta con anterioridad dado que ambos sistemas estructurales no sobrepasan el esfuerzo crítico resultado de la carga axial actuante y de las características de sus materiales de sus materiales. El esfuerzo actuante del sistema MDL en la dirección “X” se aleja del esfuerzo crítico en un 97.43%, al igual que el sistema de Albañilería Confinada que se aleja del esfuerzo crítico en 97.35%. Del mismo modo el esfuerzo actuante del sistema MDL en la dirección “Y” se aleja

del esfuerzo crítico en un 94.99%, así como el sistema de Albañilería Confinada que se aleja del esfuerzo crítico en 95.13%. Dado a lo expuesto se afirma que los muros de ambos sistemas estructurales en ambas direcciones no experimentarán fallas por pandeo por carga axial debido a cargas de gravedad.

En relación al tercer objetivo específico, Carnero (2019) **“Análisis lineal comparativo entre sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada, Lima - 2019”**, infiere que el sistema de Albañilería Confinada toma mayor fuerza cortante dinámica en la base, de los resultados se obtuvo que en el eje “X” toma 1095.89 ton y el eje “Y” 1068.78 ton, en comparación con el sistema de Muros de Ductilidad Limitada que en el eje “X” presenta 758.69 ton y en el eje “Y” 758.70 ton de cortante en la base, esto debido a que la estructuración se realizó con la finalidad de que cumplan con los espesores mínimos de muro establecido por la norma E.060 “Concreto armado” y E.070 “Albañilería” y considerando el factor de zona  $Z=0.45$ , garantizando así que la edificación cumpla con la densidad de muros requerida. Según Norma E.030, las edificaciones regulares deberán tener una cortante dinámica igual o mayor que el 80% de la cortante estática. Los resultados de esta tesis muestran similitud con la investigación realizada por Cáceres y Enríquez, dado que se determinó que el Sistema de Albañilería confinada excede al Sistema Muros de Ductilidad Limitada en la dirección “X” en 24.80 % y en la dirección “Y” en 24.85%. Para el sistema Muros de Ductilidad Limitada fue necesario escalar las fuerzas internas para que se cumpla lo dispuesto por la norma E.030 “Diseño Sismorresistente”, es decir que la cortante dinámica sea como mínimo el 80% de la cortante estática. En el caso del sistema de Albañilería Confinada no se tuvo la necesidad de escalar fuerzas.

En relación al cuarto objetivo específico, Merodio y Vásquez (2018) **“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”**, concluyeron que la albañilería confinada tiene una conducta superior al compararlo con los muros de ductilidad limitada ya que presentan alta densidad de muros. Por otro lado, la albañilería confinada en el suelo flexible de la ciudad de Piura presenta mayores distorsiones que no están permitidas en la norma de diseño sismorresistente por lo que sería necesario incrementar la rigidez de la estructura lo que generaría un incremento de costos en la ejecución. Del mismo modo Villarreal (2013), el sistema de Muros

de Ductilidad Limitada, presenta menores desplazamientos laterales debido a que presenta alta densidad de muros estructurales. Los resultados expuestos en este estudio revalidan la información expuesta con anterioridad dado que, las distorsiones para cada dirección de análisis cumplen con lo dispuesto por la norma E.030 2018 "Diseño Sismorresistente" el cual indica para edificaciones cuyo material predominante es Albañilería y Muros de Ductilidad Limitada el límite es 0.005, Sin embargo, el sistema de Albañilería Confinada se acerca más al límite permisible, en el eje "X" en 26.93% y en el eje "Y" en 18.65 %, esto debido a que el sistema MDL presenta una rigidez y una resistencia mayor debido a las características de los materiales empleados, por tanto presenta menores desplazamientos laterales con respecto a los del sistema de Albañilería Confinada.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación se ha llegado a la siguiente conclusión:

1. Se concluye que los MDL muestran un mejor comportamiento respecto al muro de albañilería confinada, esto debido a la cantidad de fuerza cortante que absorbe, las fallas por pandeo que se presentan y las menores distorsiones que se presentan según la norma E.030 “ Diseño Sismorresistente”.
2. Se concluye que según la tabla N° 42 y la tabla N° 43 que ambos sistemas estructurales, el de MDL y el de Albañilería confinada, el esfuerzo crítico presentado es mayor en comparación con el esfuerzo actuante del de Albañilería confinada. Se observa que en el MDL en la dirección “X” el esfuerzo actuante se aleja del esfuerzo crítico en un 97.43% al igual que el sistema de Albañilería Confinada que se diferencia del esfuerzo crítico en 97.35%. Asimismo, el esfuerzo sucedido en los MDL en el eje “Y” se aleja del esfuerzo crítico en un 94.99% al igual que el sistema de Albañilería Confinada que se diferencia del esfuerzo crítico en 95.13%, para lo cual se asevera que los sistemas en exposición no experimentarán fallas por pandeo.
3. Se ha concluido según la tabla N° 42 y la tabla N° 43, que la demanda de esfuerzos actuantes en muros de los sistemas de MDL y Albañilería confinada no superan el esfuerzo crítico por lo que no experimentan fallas de pandeo. Para el caso del sistema MDL en la dirección “X” la demanda de esfuerzo actuante se aleja en un 97.43% del esfuerzo crítico al igual que el sistema de Albañilería Confinada que se aleja en un 97.35% del esfuerzo crítico. Asimismo, en el eje “Y” se aleja en un 94.99% del esfuerzo crítico al igual que el sistema de Albañilería Confinada que se aleja en un 95.13% del esfuerzo crítico.
4. Se ha concluido según la tabla N° 44 y la figura N° 51 y 52, que el sistema de Albañilería Confinada presenta mayor cortante basal ya que excede al Sistema Muros de Ductilidad Limitada en la dirección “X” en 24.80% y en la dirección “Y” en 24.85%, esto se debe al factor de reducción sísmica ya que según lo estipulado por la norma E.030 “Diseño Sismorresistente” para MDL es 4 y para Albañilería Confinada es 3. Para el sistema MDL fue se requirió

escalar las fuerzas internas con el propósito de cumplir con lo estipulado por la norma E.030 "Diseño Sismorresistente" el cual infiere que para estructuras regulares la cortante dinámica debe ser mayor que el 80% de la cortante estática.

5. De las tabla N° 46 y 47 y la figura N° 53 y 54 se concluyen que, el sistema más afectado por mayores distorsiones frente a un evento sísmico es el sistema de Albañilería confinada en comparación al sistema de MDL, en la dirección X se acerca más al límite permisible en 26.93% y en la dirección "Y" en 18.65%. De lo anterior se desprende que, la resistencia y rigidez en las características de los materiales empleados para el sistema MDL son mayores a los de la Albañilería confinada en ambas direcciones. No obstante, ambos sistemas estructurales poseen la distorsión permisible

## VII. RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los sistemas estructurales en estudio con los resultados obtenidos podemos argumentar que ambos sistemas cumplen con los parámetros establecidos por la norma de diseño sismo resistente E.030, por lo que se recomienda que para la elección del sistema se evalúe bajo un aspecto económico como por ejemplo el costo por m<sup>2</sup>, la altura de la edificación, el área en planta, otros y el impacto ambiental que genera de cada uno de ellos.
2. Para este tipo de comparaciones, entre un sistema estructural y otro, se recomienda además realizar un análisis en el rango no lineal, ya que la norma E.030 recomienda realizar un análisis estático y dinámica, por no limita al proyectista a realizar un análisis que incursione en el rango no lineal, de esta forma se puede evaluar a la estructura cuando se compromete aún más llegando al límite de su objetivo de vida útil. Analizando en el rango no lineal se puede también evaluar no solo al sistema sino su interacción con el material que lo compone.
3. Se recomienda que para futuras investigaciones se realicen mayores estudios referente a la interacción suelo-estructura, ya que el comportamiento de la estructura está vinculado a la transmisión de cargas hacia la cimentación. Si no se realiza de manera correcta no sirve que la estructura esté bien diseñada cuando la transmisión de carga hará fallar la cimentación vinculada a un mal terreno. Si se considera un mal suelo la cimentación que soportará toda la edificación deberá cumplir mayores requerimientos de diseño.
4. Se recomienda que las longitudes de los muros de MDL sean similares a las de Albañilería confinada es decir que no superen los 4m, en caso contrario colocar juntas sísmicas para obtener un mejor desempeño estructural.

## REFERENCIAS

LAKSHMI, Prasanna y SANTHI, Helen. 2016. Seismic Evaluation of residential building with masonry Wall using ETABS. *International Journal Of Engineering Sciences & Research Technology* [online]. May 2016, No 5, [Date of consultation: septiembre 20,2020]. Disponible en:

[https://www.academia.edu/25657587/SEISMIC\\_EVALUATION\\_OF\\_RESIDENTIAL\\_BUILDING\\_WITH\\_MASONRY\\_WALL\\_USING\\_ETABS](https://www.academia.edu/25657587/SEISMIC_EVALUATION_OF_RESIDENTIAL_BUILDING_WITH_MASONRY_WALL_USING_ETABS)

ISSN: 2277-9655

TANGANELLI, M; ROTUNNO, T; CARDINALI, V; VITI S. Public Housing in Florence: Seismic Assessment of Masonry Buildings. *XIV International Conference on Building Pathology and Constructions Repair – CINPAR 2018* [en línea]. Noviembre de 2018, Ed.47 [Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2020].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452321618301367>

QUIROZ CRUZADO, César. 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* [en línea]. Tesis (Título profesional en Ingeniería civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Escuela de Ingeniería Civil [Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2020].

Disponible en:

<http://hdl.handle.net/11537/10254>

HUAMAN AROTOMA, María. 2018. *Análisis estructural de los sistemas de albañilería confinada y muro de ductilidad limitada en la construcción de un condominio* [en línea]. Tesis (Título Profesional en Ingeniería civil). Lima: Universidad Peruana de los Andes, Facultad de Ingeniería, [Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2020].

Disponible en:

<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/528>

MERODIO MEJÍA, Julio José; VÁSQUEZ ORTIZ, Walter Alfonso, 2018. *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.* [en línea]. Tesis (Título Profesional

en Ingeniería civil). Lima: Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, [Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2020].

Disponible en:

<http://hdl.handle.net/10757/624897>

VIZCONDE CAMPOS, Adalberto, 2015. *Estudio de la calidad en la construcción de viviendas con el sistema constructivo muros de ductilidad limitada en la ciudad de Guayaquil y propuesta para su correcto funcionamiento.*

ASTROZA, Maxilimiliano y SCHMIDT, Andres. Capacidad de deformación de muros de albañilería confinada para distintos niveles de desempeño. Revista de Ingeniería Sísmica [en línea]. 23 de octubre de 2003, No 70 [Fecha de consulta: 25 de Septiembre de 2020].

Disponible en:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61807003>

ISSN: 0185-092X

ESPINOZA, Eric; TERÁN, Amador; ZUÑIGA, Oscar y PERILLIAT, Raúl. Consideraciones para el diseño sísmico de edificios altos de mampostería confinada ubicados en zonas sísmicas. Revista de Ingeniería Sísmica. [en línea] No 90, 21 de julio de 2014. [Fecha de consulta: 23 de Septiembre de 2020].

Disponible en:

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185092X201400010004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185092X201400010004)

ISSN: 0185-092X

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación [en línea]. 6ta Ed. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014 [fecha de consulta: 23 de Septiembre de 2020].

Disponible en:

<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Norma E.070 – Albañilería, 2006. Lima: 2006. 15 pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Norma Técnica E.030 - Diseño Sismorresistente, 2018. Lima: 2016, 80 pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Norma E.020 – Cargas, 2006. Lima: 2006. 8 pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Norma E.060 – Concreto Armado, 2006. Lima: 2006. 201 pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Norma E.050 – Concreto Armado, 2006. Lima: 2006. 47 pp.

NIÑO, Víctor. Metodología de la Investigación Diseño y ejecución [en línea]. Bogotá: Ediciones de la U, 2011 [fecha de consulta: 20 de Octubre de 2020].

Disponible en:

<http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3243/1/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20DISENO%20Y%20EJECUCION.pdf>

ISBN: 978-958-8675-94-7 160

NEUENHOFER,A. Lateral stiffness of shear walls with openings [online], Journal of Structural Engineering. Vol. 132, 2006. Pp. 1846-1851

Disponible en:

<https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%2907339445%282006%29132%3A11%281846%29>

ISSN: 1943-541X

CARNERO AREVALO, Liz Tania. Análisis lineal comparativo entre sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada, Lima-2019.

ORAKCAL, Kutay y WALLACE, John. Nonlinear modeling and analysis of slender reinforced concrete walls. ACI Structural Journal. Vol. 101, 2004. Pp. 688-698

Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=982851>

ROCA LOAYZA, Dandy. Resistencia probable a flexocompresión de muros estructurales de concreto armado. Tesis (Magister en Ciencias con mención en Ingeniería Estructural). Lima: Univerisdad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2015. 61pp. 161

RODRÍGUEZ, Mario; BOTERO, Juan y VILLA, Jiame. Cyclic stress-strain behavior of reinforcing steel including effect of buckling. Journal of Structural Engineering. Vol. 125,199. pp 605-612

Disponible en:

<https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%2907339445%281999%29125%3A6%28605%29>

ISSN: 1943-541X

SAN BARTOLOME A., QUIUN D. y SILVA W. Diseño y construcción de estructuras sismo resistentes de albañilería. Lima, Perú: Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú, p. 193-292, 2014 [Fecha de consulta: 20 septiembre de 2020].

Disponible en:

<http://biblioteca.utea.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=7653>

ISBN: 9789972429569

SAN BARTOLOMÉ, Ángel y CORONEL, Cristhian. Reparación y Reforzamiento de un muro de albañilería confinada mediante fibra de carbono. Revista de Ingeniería Civil. [en línea]. Diciembre de 2011, Ed.47 [Fecha de consulta: 20 septiembre de 2020].

Disponible en:

[http://www.cdlima.org.pe/docs/pdf\\_civil/diciembre-2011.pdf](http://www.cdlima.org.pe/docs/pdf_civil/diciembre-2011.pdf)

VILLAREAL, Genner. Ingeniería Sismo-rresistente [en línea]. 1ra ed. Lima: Grafica Norte S.R.L 2013[fecha de consulta: 20 septiembre de 2020].

Disponible en:

<https://ingjeltoncalero.files.wordpress.com/2014/02/libro-ingenieria-sismoresistenteprc3a1cticas-y-exc3a1menes-upc.pdf>

ISBN: 978-612-00-1175-1

ZARATE, Gonzalo; AYALA, Gustavo y GARCIA, Octavio. Método estático para edificios asimétricos: Revisión de enfoques. Revista de Ingeniería Sísmica [en línea], No 69, 17 de junio de 2003. [Fecha de consulta: 23 septiembre de 2020].

Disponible en:

<http://www.smis.mx/index.php/RIS/article/view/217/155>

ISSN: 0185-092X

ZAVALETA, Luis. Análisis y Diseño Estructural comparativo entre el sistema de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Trujillo. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Ingeniería Civil, 2009. p. 138

Disponible en:

<http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2009/09/Z-TESES-MDLvs-AC.pdf>

ARIAS, Fidas G. *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. 6ta.* Fidas G. Arias Odón, 2012.

ARANDA, G y RASCON, O y DIAZ, O. Análisis sísmico de edificios irregulares en elevación con espectros reducidos por ductilidad. Revista de Ingeniería sísmica [en línea] No 28, [Fecha de consulta: 23 septiembre de 2020].

Disponible en:

<http://www.smis.mx/index.php/RIS/issue/view/96>

ISSN: 0185-092X

DE LA COLINA, Jaime y RAMIREZ, Horacio. La Ingeniería Estructural. Ciencia Ergo Sum [en línea]. 2 de julio de 2000, Vol. 7, No.2 [Fecha de consulta: 24 septiembre de 2020].

Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/104/10401812.pdf>

ISSN: 1405-0269

AGUIAR, A y ORTIZ, D. Seismic Analysis of a twelve-story building of manta city considering soil structure interaction. International Journal of Structural Engineering [online]. Junio de 2017, Vol.22, No.3 [Fecha de consulta: 24 septiembre de 2020].

Disponible en:

[https://ia800605.us.archive.org/8/items/Articulo11\\_201707/Art%C3%ADculo%2011.pdf](https://ia800605.us.archive.org/8/items/Articulo11_201707/Art%C3%ADculo%2011.pdf)

ISSN: 1758-7336

Pianto Cencia, J. (2017). Aplicación Del Software Etabs en El Análisis Y Diseño Estructural De Muros De Ductilidad Limitada en Viviendas De Concreto Armado Del Distrito De El Tambo-Huancayo 2017. Repositorio Institucional - UPLA; Facultad de Ingeniería. [Fecha de consulta: 12 abril de 2021].

Disponible en:

<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/935>

Noriega Aquis, G. (2020). Comparison of prefabricated single-family housing construction and confined masonry systems. Proceedings of the 18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: Engineering, Integration, And Alliances for A Sustainable Development” “Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on A Knowledge-Based Economy. [Fecha de consulta: 12 abril de 2021].

Disponible en:

[nces](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85096773268&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=97d4cef9bbb8438f126b0723971fbce6&sot=b&sdt=b&sl=28&s=TITLE%28alba%c3%b1ileria+confined%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=#refere</a><br/><a href=)

ISSN: 24146390

Morales, A., & Wiegand, W. (2020). Modelo elástico simple para el estudio de pandeo en muros de hormigón armado. (Spanish). Obras y Proyectos, 27, 107–114.

Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=144555737&lang=es&site=eds-live>

ISSN: 07182805

Murat, A. E., Citiloglu, C., & Erkoseoglu, G. (2019). Seismic performance assessment of confined masonry construction at component and structure levels. Bulletin of Earthquake Engineering, 17(2), 867-889.

Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.1007/s10518-018-0468-8>

ISSN: 1570-761X

Arroyo O., Feliciano D., Carrillo J., Hube M.A. (2021). Seismic performance of mid-rise thin concrete wall buildings lightly reinforced with deformed bars or welded wire mesh. 241(112455).

T., C. (2021). The effect of longitudinal reinforcement ratio on the lateral buckling behavior of R/C walls modelled using prism elements. *Journal of Building Engineering*, 42(102456). doi:10.1016/j.jobbe.2021.102456

## ANEXOS

**ANEXO N° 01 Operacionalización de la variable**

TIPO	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE	Albañilería Confinada	Son aquellas que tienen por sistema estructural muros de unidades de arcilla cocida, confinados en todo su perímetro por elementos de concretos vaciados posteriormente a la construcción del muro, y losas aligeradas como diafragma rígido. (Pari, Manchego, pág. 11, 2017)	Para las variables de Albañilería confinada y Muros de ductilidad limitada, se medirán con 4 dimensiones, y como instrumento se utilizará el software Etabs para el análisis estructural de la edificación utilizando dichos sistemas.	Propiedades mecánicas de los materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia a compresión axial de la albañilería</li> <li>- Resistencia a corte de la albañilería</li> <li>- Módulo de elasticidad de albañilería</li> <li>- Resistencia a la compresión del concreto</li> <li>- Módulo de corte de la albañilería</li> </ul>	Razón
				Estructuración	Elementos estructurales	Razón
	Muros de ductilidad limitada	Es un sistema industrializado, con ausencia de vigas, columnas, es decir solo trabajan los muros con losas de entrepiso y cimentación (Villareal, 2015)		Propiedades mecánicas de los materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia a compresión del concreto</li> <li>- Resistencia a la tracción del concreto</li> <li>- Resistencia al corte del concreto</li> <li>- Módulo de elasticidad del concreto</li> </ul>	Razón
				Estructuración	Elementos estructurales	Razón

VARIABLE DEPENDIENTE	Análisis Estructural	<p>El comportamiento estructural es la forma como responde toda una estructura en términos de desplazamientos y deformaciones, ante la aplicación de fuerzas externas; las relaciones matemáticas existentes entre las fuerzas generalizadas y los desplazamientos generalizados son conocidas usualmente como relaciones constitutivas de la estructura. (Capcha, 2017)</p>	<p>Para la variable "Análisis estructural" se medirá con dos dimensiones y se utilizará como instrumento el estudio de suelo para la recolección de datos requeridos y fichas de procedimiento de datos para el desarrollo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis por gravedad</li> <li>- Análisis Sísmico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esfuerzo a compresión en muros</li> <li>- Falla por pandeo en muros</li> <li>- Distorsiones</li> <li>- Cortante basal</li> </ul>	Razón
----------------------	----------------------	--	---	---	---	-------

**ANEXO N° 02 Matriz de Consistencia**

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
¿Cuál de los sistemas estructurales, MDL y albañilería confinada presentará un mejor comportamiento sísmico, Puente Piedra -2021?	Diagnosticar el comportamiento lineal de los sistemas estructurales: MDL y albañilería confinada frente a sismos, Puente Piedra -2021	El sistema MDL tiene mejor comportamiento lineal que el sistema de albañilería confinada frente a sismos, Puente Piedra -2021	Albañilería Confinada	D1: Propiedades mecánicas de los materiales	I1: Resistencia a compresión axial de la albañilería. I2: Resistencia a corte de la albañilería. I3: Módulo de elasticidad de albañilería. I4: Módulo de corte de la albañilería.	Ficha Técnica E.070 Albañilería
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS		D2: Estructuración	Elementos estructurales	E.070 Albañilería
¿Cuál de los sistemas estructurales, MDL o albañilería confinada presenta mayor esfuerzo a compresión en muros frente a sismos, Puente piedra-2021?	Determinar cuál de los sistemas estructurales, MDL o albañilería confinada presenta mayor esfuerzo a compresión en muros frente a sismos, Puente piedra-2021	El sistema de albañilería confinada presenta mayor esfuerzo a compresión en muros que el sistema de muros de ductilidad limitada frente a sismos, Puente Piedra -2021.	Muros de Ductilidad Limitada	D1: Propiedades mecánicas de los materiales	I1: Resistencia a compresión del concreto. I2: Resistencia a la tracción del concreto. I3: Resistencia al corte del concreto. I4: Módulo de elasticidad del concreto.	E.060 Concreto Armado
¿Cuál de los sistemas estructurales, MDL o albañilería confinada presenta mayor falla por pandeo en muros frente a sismos, Puente piedra-2021?	Determinar cuál de los sistemas estructurales, MDL o albañilería confinada presenta mayor falla por pandeo en muros frente a sismos, Puente Piedra -2021	El sistema de albañilería confinada presenta mayor falla por pandeo en muros que el sistema de muros de ductilidad limitada frente a sismos, Puente Piedra -2021		D2: Estructuración	Elementos estructurales	E.060 Concreto Armado

<p>¿Cuál de los sistemas estructurales, MDL o albañilería confinada toma mayor cortante basal frente a sismos, Puente piedra-2021?</p>	<p>Determinar cuál de los sistemas estructurales, MDL o albañilería confinada toma mayor cortante basal frente a sismos, Puente Piedra -2021</p>	<p>El sistema de albañilería confinada toma mayor cortante basal que el sistema de muros de ductilidad limitada frente a sismos, Puente Piedra -2021</p>	<p>Comportamiento Lineal estructural</p>	<p>D1: Análisis por gravedad (CM+CV)</p>	<p>I1: Esfuerzo a compresión en muros. I2: Falla por pandeo en muros.</p>	<p>Norma E.020 Norma E.030 Software Etabs v18</p>
<p>¿Cuál de los sistemas estructurales, MDL o albañilería confinada presenta distorsión frente a sismos, Puente piedra-2021?</p>	<p>Determinar cuál de los sistemas estructurales, MDL o albañilería confinada presenta mayor distorsión frente a sismos, Puente Piedra -2021</p>	<p>El sistema de albañilería confinada tiene mayores distorsiones que el sistema de muros de ductilidad limitada frente a sismos, Puente Piedra -2021</p>		<p>D2: Análisis sísmico</p>	<p>I1: Cortante basal. I2: Distorsiones.</p>	<p>Norma E.020 Norma E.030 Estudio de Mecánica de Suelos Software Etabs v18</p>

**ANEXO N° 03** Esfuerzo en Muros de Albañilería Confinada – Carga Muerta Eje x-x

Nivel	Muro	P	Largo	Espesor (t)	Area	Esfuerzo
		tonf	m	m	m2	
Piso 1	X1	-19.3146	3.93	0.13	0.51	-37.805
Piso 1	X2	-7.1280	1.35	0.13	0.18	-40.615
Piso 1	X3	-17.4282	3.21	0.13	0.42	-41.764
Piso 1	X4	-8.1275	1.48	0.13	0.19	-42.243
Piso 1	X5	-8.0699	1.47	0.13	0.19	-42.229
Piso 1	X6	-17.3963	3.21	0.13	0.42	-41.688
Piso 1	X7	-7.0996	1.35	0.13	0.18	-40.454
Piso 1	X8	-5.4182	3.93	0.13	0.51	-10.605
Piso 1	X9	-13.9537	2.65	0.13	0.34	-40.504
Piso 1	X10	-19.1546	2.65	0.13	0.34	-55.601
Piso 1	X11	-19.0833	1.56	0.13	0.20	-94.099
Piso 1	X12	-11.9596	1.30	0.13	0.17	-70.767
Piso 1	X13	-6.2112	1.30	0.13	0.17	-36.753
Piso 1	X14	-6.1515	1.56	0.13	0.20	-30.333
Piso 1	PL1	-30.7533	1.50	0.15	1.37	-22.386
Piso 1	PL2	-30.9744	1.50	0.15	1.37	-22.547
Piso 1	PL3	-18.3183	1.20	0.15	1.10	-16.668
Piso 1	PL4	-18.2040	1.20	0.15	1.10	-16.564

**ANEXO N° 04** Esfuerzos en Muros de Albañilería Confinada – Carga Viva Eje x-x

Nivel	Muro	P	Largo	Espesor (t)	Area	Esfuerzo
		tonf	m	m	m2	
Piso 1	X1	-3.0234	3.93	0.13	0.51	-5.918
Piso 1	X2	-1.218	1.35	0.13	0.18	-6.940
Piso 1	X3	-3.1149	3.21	0.13	0.42	-7.464
Piso 1	X4	-1.4779	1.48	0.13	0.19	-7.681
Piso 1	X5	-1.4675	1.47	0.13	0.19	-7.679
Piso 1	X6	-3.1088	3.21	0.13	0.42	-7.450
Piso 1	X7	-1.2116	1.35	0.13	0.18	-6.904
Piso 1	X8	-0.8965	3.93	0.13	0.51	-1.755
Piso 1	X9	-2.1871	2.65	0.13	0.34	-6.349
Piso 1	X10	-4.4568	2.65	0.13	0.34	-12.937
Piso 1	X11	-4.4511	1.56	0.13	0.20	-21.948
Piso 1	X12	-2.6886	1.30	0.13	0.17	-15.909
Piso 1	X13	-1.2859	1.30	0.13	0.17	-7.609
Piso 1	X14	-1.4136	1.56	0.13	0.20	-6.970
Piso 1	PL1	-6.851	1.50	0.15	1.37	-4.987
Piso 1	PL2	-6.6891	1.50	0.15	1.37	-4.869
Piso 1	PL3	-4.1386	1.20	0.15	1.10	-3.766
Piso 1	PL4	-4.1945	1.20	0.15	1.10	-3.817

**ANEXO N° 05 Esfuerzo en Muros de Albañilería Confinada –  
Carga Muerta Eje y-y**

Nivel	Muro	P	Largo	Espesor (t)	Area	Esfuerzo
		tonf	m	m	m2	
Piso 1	Y1	-16.1581	3.10	0.13	0.403	-40.095
Piso 1	Y2	-5.1287	1.20	0.13	0.156	-32.876
Piso 1	Y3	-9.7159	1.50	0.13	0.195	-49.825
Piso 1	Y4	-5.6575	1.20	0.13	0.156	-36.266
Piso 1	Y5	-22.8030	3.29	0.13	0.4277	-53.315
Piso 1	Y6	-8.1244	1.20	0.13	0.156	-52.079
Piso 1	Y7	-15.1231	1.50	0.13	0.195	-77.554
Piso 1	Y8	-8.8442	1.20	0.13	0.156	-56.694
Piso 1	Y9	-18.5952	3.02	0.13	0.3926	-47.364
Piso 1	Y10	-13.7059	2.40	0.13	0.312	-43.929
Piso 1	Y11	-18.8719	3.02	0.13	0.3926	-48.069
Piso 1	Y12	-14.4227	1.98	0.13	0.2574	-56.032
Piso 1	Y13	-13.9505	3.14	0.13	0.4082	-34.176
Piso 1	Y14	-12.5008	1.90	0.13	0.247	-50.611
Piso 1	Y15	-21.4275	2.30	0.13	0.299	-71.664
Piso 1	Y16	-11.5422	1.76	0.13	0.2288	-50.447
Piso 1	Y17	-25.6021	4.00	0.13	0.52	-49.235
Piso 1	Y18	-12.4910	1.90	0.13	0.247	-50.571
Piso 1	Y19	-21.4241	2.30	0.13	0.299	-71.653
Piso 1	Y20	-11.5400	1.76	0.13	0.2288	-50.437
Piso 1	Y21	-18.8341	3.02	0.13	0.3926	-47.973
Piso 1	Y22	-7.5154	1.98	0.13	0.2574	-29.197
Piso 1	Y23	-6.8926	3.14	0.13	0.4082	-16.885
Piso 1	Y24	-14.1906	3.02	0.13	0.3926	-36.145
Piso 1	Y25	-18.5320	1.20	0.13	0.156	-118.795
Piso 1	Y26	-13.6138	1.50	0.13	0.195	-69.814
Piso 1	Y27	-8.1273	1.20	0.13	0.156	-52.098
Piso 1	Y28	-15.1273	2.40	0.13	0.312	-48.485
Piso 1	Y29	-8.8460	3.10	0.13	0.403	-21.950
Piso 1	Y30	-16.2523	1.20	0.13	0.156	-104.181
Piso 1	Y31	-5.1467	1.50	0.13	0.195	-26.393
Piso 1	Y32	-9.7435	1.20	0.13	0.156	-62.458
Piso 1	Y33	-5.6700	3.29	0.13	0.4277	-13.257

**ANEXO N° 06** Esfuerzo en Muros de Albañilería Confinada – Carga Viva Eje y-y

Nivel	Muro	P	Largo	Espesor (t)	Area	Esfuerzo
		tonf	m	m	m2	
Piso 1	Y1	-2.5781	3.10	0.13	0.403	-6.397
Piso 1	Y2	-0.8953	1.20	0.13	0.156	-5.739
Piso 1	Y3	-1.7673	1.50	0.13	0.195	-9.063
Piso 1	Y4	-1.0838	1.20	0.13	0.156	-6.947
Piso 1	Y5	-4.7721	3.29	0.13	0.4277	-11.158
Piso 1	Y6	-2.1663	1.20	0.13	0.156	-13.887
Piso 1	Y7	-4.0803	1.50	0.13	0.195	-20.925
Piso 1	Y8	-2.4586	1.20	0.13	0.156	-15.760
Piso 1	Y9	-3.6434	3.02	0.13	0.3926	-9.280
Piso 1	Y10	-2.9308	2.40	0.13	0.312	-9.394
Piso 1	Y11	-3.8439	3.02	0.13	0.3926	-9.791
Piso 1	Y12	-3.4598	1.98	0.13	0.2574	-13.441
Piso 1	Y13	-1.7004	3.14	0.13	0.4082	-4.166
Piso 1	Y14	-3.2569	1.90	0.13	0.247	-13.186
Piso 1	Y15	-2.65	2.30	0.13	0.299	-8.863
Piso 1	Y16	-5.2127	1.76	0.13	0.2288	-22.783
Piso 1	Y17	-3.0185	4.00	0.13	0.52	-5.805
Piso 1	Y18	-5.2	1.90	0.13	0.247	-21.053
Piso 1	Y19	-2.6466	2.30	0.13	0.299	-8.852
Piso 1	Y20	-5.2202	1.76	0.13	0.2288	-22.816
Piso 1	Y21	-3.0198	3.02	0.13	0.3926	-7.692
Piso 1	Y22	-3.4443	1.98	0.13	0.2574	-13.381
Piso 1	Y23	-1.7521	3.14	0.13	0.4082	-4.292
Piso 1	Y24	-1.6922	3.02	0.13	0.3926	-4.310
Piso 1	Y25	-3.096	1.20	0.13	0.156	-19.846
Piso 1	Y26	-3.6191	1.50	0.13	0.195	-18.559
Piso 1	Y27	-3.0009	1.20	0.13	0.156	-19.237
Piso 1	Y28	-2.1682	2.40	0.13	0.312	-6.949
Piso 1	Y29	-4.0764	3.10	0.13	0.403	-10.115
Piso 1	Y30	-2.4523	1.20	0.13	0.156	-15.720
Piso 1	Y31	-2.6463	1.50	0.13	0.195	-13.571
Piso 1	Y32	-0.9052	1.20	0.13	0.156	-5.803
Piso 1	Y33	-1.7775	3.29	0.13	0.4277	-4.156

**ANEXO N° 07 Pandeo en Muros en Albañilería Confinada en eje x-x**

MODELO N°1 - ALBAÑILERIA CONFINADA							
N°	b	h	Inercia	Modulo de Elasticidad	Longitud Efectiva	CARGA CRITICA (ton)	ESFUERZO CRITICO DE FULER (tn/m2)
	(cm)	(cm)	$I = \frac{bxh^3}{12}$	E=500xf'm	0.5L	$P_{CR} = \frac{\pi^2 * E * I_Y}{L^2}$	$\sigma_{CR} = \frac{P_{CR}}{A}$
X1	393	13	71951.75	32500	196.50	597.724957	1169.945110
X2	135	13	24716.25	32500	67.50	1740.043763	9914.779278
X3	321	13	58769.75	32500	160.50	731.794106	1753.640321
X4	148	13	27096.33	32500	74.00	1587.202081	8249.491067
X5	147	13	26913.25	32500	73.50	1597.999374	8362.110803
X6	321	13	58769.75	32500	160.50	731.794106	1753.640321
X7	135	13	24716.25	32500	67.50	1740.043763	9914.779278
X8	393	13	71951.75	32500	196.50	597.724957	1169.945110
X9	265	13	48517.08	32500	132.50	886.437389	2573.112885
X10	265	13	48517.08	32500	132.50	886.437389	2573.112885
X11	156	13	28561.00	32500	78.00	1505.807103	7425.084333
X12	130	13	23800.83	32500	65.00	1806.968523	10692.121440
X13	130	13	23800.83	32500	65.00	1806.968523	10692.121440
X14	156	13	28561.00	32500	78.00	1505.807103	7425.084333
PL1	150	15	42187.50	32500	75.00	2405.727324	10692.121440
PL2	150	15	42187.50	32500	75.00	2405.727324	10692.121440
PL3	120	15	33750.00	32500	60.00	3007.159155	16706.439750
PL4	120	15	33750.00	32500	60.00	3007.159155	16706.439750

**ANEXO N° 08 Pandeo en Muros en Albañilería Confinada en eje y-y**

MODELO N°1 - ALBAÑILERÍA CONFINADA							
N°	b	h	Inercia	Modulo de Elasticidad	Longitud Efectiva	CARGA CRITICA (ton)	ESFUERZO CRITICO DE FULER (tn/m2)
	(cm)	(cm)	$I = \frac{bxh^3}{12}$	E=500xf'm	0.5L	$P_{CR} = \frac{\pi^2 * E * I_Y}{L^2}$	$\sigma_{CR} = \frac{P_{CR}}{A}$
Y1	310	13	56755.83	32500	155.00	241.202252	598.516753
Y2	120	13	21970.00	32500	60.00	623.105817	3994.268056
Y3	150	13	27462.50	32500	75.00	498.484653	2556.331556
Y4	120	13	21970.00	32500	60.00	623.105817	3994.268056
Y5	329	13	60234.42	32500	164.50	227.272638	531.383302
Y6	120	13	21970.00	32500	60.00	623.105817	3994.268056
Y7	150	13	27462.50	32500	75.00	498.484653	2556.331556
Y8	120	13	21970.00	32500	60.00	623.105817	3994.268056
Y9	302	13	55291.17	32500	151.00	247.591715	630.646244
Y10	240	13	43940.00	32500	120.00	311.552908	998.567014
Y11	302	13	55291.17	32500	151.00	247.591715	630.646244
Y12	198	13	36250.50	32500	99.00	377.639889	1467.132435
Y13	314	13	57488.17	32500	157.00	238.129611	583.365045
Y14	190	13	34785.83	32500	95.00	393.540516	1593.281440
Y15	230	13	42109.17	32500	115.00	325.098687	1087.286578
Y16	176	13	32222.67	32500	88.00	424.844875	1856.839489
Y17	400	13	73233.33	32500	200.00	186.931745	359.484125
Y18	190	13	34785.83	32500	95.00	393.540516	1593.281440
Y19	230	13	42109.17	32500	115.00	325.098687	1087.286578
Y20	176	13	32222.67	32500	88.00	424.844875	1856.839489
Y21	302	13	55291.17	32500	151.00	247.591715	630.646244
Y22	198	13	36250.50	32500	99.00	377.639889	1467.132435
Y23	314	13	57488.17	32500	157.00	238.129611	583.365045
Y24	302	13	55291.17	32500	151.00	247.591715	630.646244
Y25	120	13	21970.00	32500	60.00	623.105817	3994.268056
Y26	150	13	27462.50	32500	75.00	498.484653	2556.331556
Y27	120	13	21970.00	32500	60.00	623.105817	3994.268056
Y28	240	13	43940.00	32500	120.00	311.552908	998.567014
Y29	310	13	56755.83	32500	155.00	241.202252	598.516753
Y30	120	13	21970.00	32500	60.00	623.105817	3994.268056
Y31	150	13	27462.50	32500	75.00	498.484653	2556.331556
Y32	120	13	21970.00	32500	60.00	623.105817	3994.268056
Y33	329	13	60234.42	32500	164.50	227.272638	531.383302

**ANEXO N° 09 Esfuerzo en Muros de MDL – Carga Muerta Eje x-x**

Nivel	Muro	P	Largo	Espesor (t)	Area	Esfuerzo
		tonf	m	m	m2	
Piso 1	X1	-19.4135	3.93	0.1	0.39	-49.398
Piso 1	X2	-7.4199	1.35	0.1	0.14	-54.962
Piso 1	X3	-18.0005	3.21	0.1	0.32	-56.076
Piso 1	X4	-8.4002	1.48	0.1	0.15	-56.758
Piso 1	X5	-8.3478	1.47	0.1	0.15	-56.788
Piso 1	X6	-18.0223	3.21	0.1	0.32	-56.144
Piso 1	X7	-7.4427	1.35	0.1	0.14	-55.131
Piso 1	X8	-19.5088	3.93	0.1	0.39	-49.641
Piso 1	X9	-19.8182	2.65	0.1	0.27	-74.786
Piso 1	X10	-19.7467	2.65	0.1	0.27	-74.516
Piso 1	X11	-9.3842	1.56	0.1	0.16	-60.155
Piso 1	X12	-9.3059	1.30	0.1	0.13	-71.584
Piso 1	X13	-14.3749	1.30	0.1	0.13	-110.576
Piso 1	X14	-8.8322	1.56	0.1	0.16	-56.617
Piso 1	X15	-9.5639	1.50	0.1	1.37	-6.962
Piso 1	X16	-9.6244	1.50	0.1	1.37	-7.006
Piso 1	X17	-9.0677	1.20	0.1	1.10	-8.251
Piso 1	X18	-14.3832	1.20	0.1	1.10	-13.087

**ANEXO N° 10** Esfuerzos en Muros de MDL– Carga Viva Eje x-x

Nivel	Muro	P	Largo	Espesor (t)	Area	Esfuerzo
		tonf	m	m	m2	
Piso 1	X1	-2.9072	3.93	0.1	0.39	-7.397
Piso 1	X2	-1.2258	1.35	0.1	0.14	-9.080
Piso 1	X3	-3.1179	3.21	0.1	0.32	-9.713
Piso 1	X4	-1.4798	1.48	0.1	0.15	-9.999
Piso 1	X5	-1.4716	1.47	0.1	0.15	-10.011
Piso 1	X6	-3.1263	3.21	0.1	0.32	-9.739
Piso 1	X7	-1.235	1.35	0.1	0.14	-9.148
Piso 1	X8	-2.9463	3.93	0.1	0.39	-7.497
Piso 1	X9	-4.6135	2.65	0.1	0.27	-17.409
Piso 1	X10	-4.5971	2.65	0.1	0.27	-17.348
Piso 1	X11	-1.9966	1.56	0.1	0.16	-12.799
Piso 1	X12	-1.9653	1.30	0.1	0.13	-15.118
Piso 1	X13	-3.1751	1.30	0.1	0.13	-24.424
Piso 1	X14	-1.9833	1.56	0.1	0.16	-12.713
Piso 1	X15	-2.3657	1.50	0.1	1.37	-1.722
Piso 1	X16	-2.391	1.50	0.1	1.37	-1.740
Piso 1	X17	-2.0728	1.20	0.1	1.10	-1.886
Piso 1	X18	-0.362	1.20	0.1	1.10	-0.329

**ANEXO N° 11 Esfuerzo en Muros de MDL – Carga Muerta Eje  
y-y**

Nivel	Muro	P	Largo	Espesor (t)	Area	Esfuerzo
		tonf	m	m	m2	
Piso 1	Y1	-15.9565	3.10	0.1	0.31	-51.473
Piso 1	Y2	-20.5942	3.90	0.1	0.39	-52.806
Piso 1	Y3	-23.2959	3.29	0.1	0.329	-70.808
Piso 1	Y4	-34.4510	3.90	0.1	0.39	-88.336
Piso 1	Y5	-18.7829	3.02	0.1	0.302	-62.195
Piso 1	Y6	-17.1215	2.39	0.1	0.239	-71.638
Piso 1	Y7	-20.2181	3.03	0.1	0.303	-66.726
Piso 1	Y8	-16.1178	1.98	0.1	0.198	-81.403
Piso 1	Y9	-24.1225	3.14	0.1	0.314	-76.823
Piso 1	Y10	-12.5431	1.90	0.1	0.19	-66.016
Piso 1	Y11	-35.1271	4.06	0.1	0.406	-86.520
Piso 1	Y12	-26.0743	4.01	0.1	0.401	-65.023
Piso 1	Y13	-12.5387	1.90	0.1	0.19	-65.993
Piso 1	Y14	-35.1722	4.06	0.1	0.406	-86.631
Piso 1	Y15	-20.1573	3.03	0.1	0.303	-66.526
Piso 1	Y16	-15.9434	1.98	0.1	0.198	-80.522
Piso 1	Y17	-24.2771	3.14	0.1	0.314	-77.316
Piso 1	Y18	-18.7520	3.02	0.1	0.302	-62.093
Piso 1	Y19	-17.0887	3.90	0.1	0.39	-43.817
Piso 1	Y20	-34.5931	2.39	0.1	0.239	-144.741
Piso 1	Y21	-15.9856	3.10	0.1	0.31	-51.566
Piso 1	Y22	-20.5358	3.90	0.1	0.39	-52.656
Piso 1	Y23	-23.1145	3.29	0.1	0.329	-70.257

**ANEXO N° 12 Esfuerzo en Muros de MDL – Carga Viva Eje y-y**

Nivel	Muro	P	Largo	Espesor (t)	Area	Esfuerzo
		tonf	m	m	m2	
Piso 1	Y1	-2.4968	3.10	0.1	0.31	-8.054
Piso 1	Y2	-3.8526	3.90	0.1	0.39	-9.878
Piso 1	Y3	-5.1474	3.29	0.1	0.329	-15.646
Piso 1	Y4	-9.349	3.90	0.1	0.39	-23.972
Piso 1	Y5	-3.6128	3.02	0.1	0.302	-11.963
Piso 1	Y6	-3.5887	2.39	0.1	0.239	-15.015
Piso 1	Y7	-4.1915	3.03	0.1	0.303	-13.833
Piso 1	Y8	-3.9837	1.98	0.1	0.198	-20.120
Piso 1	Y9	-5.3806	3.14	0.1	0.314	-17.136
Piso 1	Y10	-2.6259	1.90	0.1	0.19	-13.821
Piso 1	Y11	-8.9861	4.06	0.1	0.406	-22.133
Piso 1	Y12	-5.2568	4.01	0.1	0.401	-13.109
Piso 1	Y13	-2.624	1.90	0.1	0.19	-13.811
Piso 1	Y14	-9.005	4.06	0.1	0.406	-22.180
Piso 1	Y15	-4.1656	3.03	0.1	0.303	-13.748
Piso 1	Y16	-3.9242	1.98	0.1	0.198	-19.819
Piso 1	Y17	-5.3933	3.14	0.1	0.314	-17.176
Piso 1	Y18	-3.599	3.02	0.1	0.302	-11.917
Piso 1	Y19	-3.5777	3.90	0.1	0.39	-9.174
Piso 1	Y20	-9.4068	2.39	0.1	0.239	-39.359
Piso 1	Y21	-2.5082	3.10	0.1	0.31	-8.091
Piso 1	Y22	-3.829	3.90	0.1	0.39	-9.818
Piso 1	Y23	-5.073	3.29	0.1	0.329	-15.419

**ANEXO N° 13 Pandeo en Muros en MDL en eje x-x**

N°	b	h	Inercia Sección Agrietada	Módulo de Elasticidad	Longitud Efectiva	CARGA CRITICA (ton)	ESFUERZO CRITICO DE FULER (tn/m2)
	(cm)	(cm)	$I = \frac{bxh^3}{12}$	E=1500xvf'c	0.5L	$P_{CR} = \frac{\pi^2 * E * I_Y}{L^2}$	$\sigma_{CR} = \frac{P_{CR}}{A}$
X1	393	10	11462.50	217370.6512	196.50	202.724405	515.838180
X2	135	10	3937.50	217370.6512	67.50	590.153267	4371.505683
X3	321	10	9362.50	217370.6512	160.50	248.195299	773.194079
X4	148	10	4316.67	217370.6512	74.00	538.315480	3637.266758
X5	147	10	4287.50	217370.6512	73.50	541.977490	3686.921703
X6	321	10	9362.50	217370.6512	160.50	248.195299	773.194079
X7	135	10	3937.50	217370.6512	67.50	590.153267	4371.505683
X8	393	10	11462.50	217370.6512	196.50	202.724405	515.838180
X9	265	10	7729.17	217370.6512	132.50	300.644117	1134.506103
X10	265	10	7729.17	217370.6512	132.50	300.644117	1134.506103
X11	156	10	4550.00	217370.6512	78.00	510.709558	3273.779219
X12	130	10	3791.67	217370.6512	65.00	612.851470	4714.242075
X13	130	10	3791.67	217370.6512	65.00	612.851470	4714.242075
X14	156	10	4550.00	217370.6512	78.00	510.709558	3273.779219
X15	150	10	4375.00	217370.6512	75.00	531.137941	3540.919603
X16	150	10	4375.00	217370.6512	75.00	531.137941	3540.919603
X17	120	10	3500.00	217370.6512	60.00	663.922426	5532.686880
X18	120	10	3500.00	217370.6512	60.00	663.922426	5532.686880

**ANEXO N° 14 Pandeo en Muros en MDL en eje y-y**

N°	b	h	Inercia Sección Agrietada	Módulo de Elasticidad	Longitud Efectiva	CARGA CRITICA (ton)	ESFUERZO CRITICO DE FULER (tn/m2)
	(cm)	(cm)	$I = \frac{bxh^3}{12}$	E=1500xvf'c	0.5L	$P_{CR} = \frac{\pi^2 * E * I_Y}{L^2}$	$\sigma_{CR} = \frac{P_{CR}}{A}$
Y1	310	10	9041.67	217370.6512	155.00	257.002229	829.039449
Y2	390	10	11375.00	217370.6512	195.00	204.283823	523.804675
Y3	329	10	9595.83	217370.6512	164.50	242.160155	736.049104
Y4	390	10	11375.00	217370.6512	195.00	204.283823	523.804675
Y5	302	10	8808.33	217370.6512	151.00	263.810235	873.543826
Y6	239	10	6970.83	217370.6512	119.50	333.350172	1394.770594
Y7	303	10	8837.50	217370.6512	151.50	262.939575	867.787375
Y8	198	10	5775.00	217370.6512	99.00	402.377228	2032.208220
Y9	314	10	9158.33	217370.6512	157.00	253.728316	808.051960
Y10	190	10	5541.67	217370.6512	95.00	419.319427	2206.944351
Y11	406	10	11841.67	217370.6512	203.00	196.233229	483.333077
Y12	401	10	11695.83	217370.6512	200.50	198.680028	495.461416
Y13	190	10	5541.67	217370.6512	95.00	419.319427	2206.944351
Y14	406	10	11841.67	217370.6512	203.00	196.233229	483.333077
Y15	303	10	8837.50	217370.6512	151.50	262.939575	867.787375
Y16	198	10	5775.00	217370.6512	99.00	402.377228	2032.208220
Y17	314	10	9158.33	217370.6512	157.00	253.728316	808.051960
Y18	302	10	8808.33	217370.6512	151.00	263.810235	873.543826
Y19	390	10	11375.00	217370.6512	195.00	204.283823	523.804675
Y20	239	10	6970.83	217370.6512	119.50	333.350172	1394.770594
Y21	310	10	9041.67	217370.6512	155.00	257.002229	829.039449
Y22	390	10	11375.00	217370.6512	195.00	204.283823	523.804675
Y23	329	10	9595.83	217370.6512	164.50	242.160155	736.049104

ANEXO N° 15 Esfuerzo a compresión en muros 1er Experto



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ficha de procesamiento de datos de Modelo 1 y 2

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Albañilería Confinada
<b>Dimension:</b>	Análisis Gravedad
<b>Indicador:</b>	Esfuerzo a Compresión en Muros
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

MODELO N°1 - ALBAÑILERÍA CONFINADA						
Nivel	Muro	P	Largo	Espesor (t)	Area	Esfuerzo (tn/m <sup>2</sup> )
		tonf	m	m	m <sup>2</sup>	
X-X						
Y-Y						

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Muros de Ductilidad Limitada
<b>Dimension:</b>	Análisis Gravedad
<b>Indicador:</b>	Esfuerzo a Compresión en Muros
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

MODELO N°2 - MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA						
Nivel	Muro	P	Largo	Espesor (t)	Area	Esfuerzo (tn/m <sup>2</sup> )
		tonf	m	m	m <sup>2</sup>	
X-X						
Y-Y						

  
 Luis Urbina Perillita  
 ING. CIVIL  
 R. CIP N° 212560

ANEXO N° 16 Pandeo en Muros -1er Experto



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ficha de procesamiento de datos de Modelo 1 y 2

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Albañilería Confinada
<b>Dimension:</b>	Análisis Gravedad
<b>Indicador:</b>	Pandeo en Muros
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

MODELO N°1 - ALBAÑILERÍA CONFINADA							
N°	b	h	Inercia (cm <sup>4</sup> )	Módulo de Elasticidad Kg/cm <sup>2</sup>	Longitud Efectiva (cm)	CARGA CRITICA (ton)	ESFUERZO CRITICO DE FULER (tn/m <sup>2</sup> )
	(cm)	(cm)	$I = \frac{bxh^3}{12}$	E=500xf'm	0.5L	$P_{CR} = \frac{\pi^2 * E * I_y}{L^2}$	$\sigma_{CR} = \frac{P_{CR}}{A}$
X-X							
Y-Y							

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Muros de Ductilidad Limitada
<b>Dimension:</b>	Análisis Gravedad
<b>Indicador:</b>	Pandeo en Muros
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

MODELO N°2 - MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA							
N°	b	h	Inercia (cm <sup>4</sup> )	Modulo de Elasticidad Kg/cm <sup>2</sup>	Longitud Efectiva (cm)	CARGA CRITICA (ton)	ESFUERZO CRITICO DE FULER (tn/m <sup>2</sup> )
	(cm)	(cm)	$I = \frac{bxh^3}{12}$	E=15000x√f'c	0.5L	$P_{CR} = \frac{\pi^2 * E * I_y}{L^2}$	$\sigma_{CR} = \frac{P_{CR}}{A}$
X-X							
Y-Y							

  
 Luis Urbina Porcila  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 212569

ANEXO N° 17 Cortante Basal -1er Experto



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ficha de procesamiento de datos de Modelo 1 y 2

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Albañilería Confinada
<b>Dimension:</b>	Análisis Sísmico
<b>Indicador:</b>	Cortante Basal
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

Dirección	ANÁLISIS ESTÁTICO $V = \frac{zucs}{h} P$
X-X	
Y-Y	

Dirección	ANÁLISIS DINÁMICO
X-X	
Y-Y	

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Muro de Ductilidad Limitada
<b>Dimension:</b>	Análisis Sísmico
<b>Indicador:</b>	Cortante Basal
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

Dirección	ANÁLISIS ESTÁTICO $V = \frac{zucs}{h} P$
X-X	
Y-Y	

Dirección	ANÁLISIS DINÁMICO
X-X	
Y-Y	

  
 José Luis Urbina Portilla  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 212569



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## Ficha de procesamiento de datos de Modelo 1 y 2

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Albañilería Confinada
<b>Dimension:</b>	Análisis Sísmico
<b>Indicador:</b>	Distorsión Eje X-X
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	Regular $0.75 \times R \times Drel$	Irregular $0.85 \times R \times Drel$	Dabs acum.	D/h	Observ.
1							
2							
3							
4							
5							

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Albañilería Confinada
<b>Dimension:</b>	Análisis Sísmico
<b>Indicador:</b>	Distorsión Y-Y
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	Regular $0.75 \times R \times Drel$	Irregular $0.85 \times R \times Drel$	Dabs acum.	D/h	Observ.
1							
2							
3							
4							
5							

  
 José Luis Urzúa Poruña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 212569



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## Ficha de procesamiento de datos de Modelo 1 y 2

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Muros de Ductilidad Limitada
<b>Dimension:</b>	Análisis Sísmico
<b>Indicador:</b>	Distorsión Eje X-X
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	Regular $0.75 \cdot R \cdot Drel$	Irregular $0.85 \cdot R \cdot Drel$	Dabs acum.	D/h	Observ.
1							
2							
3							
4							
5							

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Muros de Ductilidad Limitada
<b>Dimension:</b>	Análisis Sísmico
<b>Indicador:</b>	Distorsión Y-Y
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	Regular $0.75 \cdot R \cdot Drel$	Irregular $0.85 \cdot R \cdot Drel$	Dabs acum.	D/h	Observ.
1							
2							
3							
4							
5							

  
 Luis Urquiza Porata  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 212569



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### Ficha de procesamiento de datos de Modelo 1 y 2

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Albañilería Confinada
<b>Dimension:</b>	Análisis Gravedad
<b>Indicador:</b>	Esfuerzo a Compresión en Muros
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

MODELO N°1 - ALBAÑILERÍA CONFINADA						
Nivel	Muro	P	Largo	Espesor (t)	Area	Esfuerzo (tn/m <sup>2</sup> )
		tonf	m	m	m <sup>2</sup>	
X-X						
Y-Y						

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Muros de Ductilidad Limitada
<b>Dimension:</b>	Análisis Gravedad
<b>Indicador:</b>	Esfuerzo a Compresión en Muros
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

MODELO N°2 - MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA						
Nivel	Muro	P	Largo	Espesor (t)	Area	Esfuerzo (tn/m <sup>2</sup> )
		tonf	m	m	m <sup>2</sup>	
X-X						
Y-Y						

  
 WALTER JAVIER  
 TANTA MINAYA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 226062

ANEXO N° 21 Pandeo en Muros -2do Experto



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ficha de procesamiento de datos de Modelo 1 y 2

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Albañilería Confinada
<b>Dimension:</b>	Análisis Gravedad
<b>Indicador:</b>	Pandeo en Muros
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

MODELO N°1 - ALBAÑILERÍA CONFINADA							
N°	b	h	Inercia (cm <sup>4</sup> )	Módulo de Elasticidad Kg/cm <sup>2</sup>	Longitud Efectiva (cm)	CARGA CRÍTICA (ton)	ESFUERZO CRÍTICO DE FULER (tn/m <sup>2</sup> )
	(cm)	(cm)	$I = \frac{b \times h^3}{12}$	$E = 500 \times f'c$	0.5L	$P_{CR} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_Y}{L^2}$	$\sigma_{CR} = \frac{P_{CR}}{A}$
X-X							
Y-Y							

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Muros de Ductilidad Limitada
<b>Dimension:</b>	Análisis Gravedad
<b>Indicador:</b>	Pandeo en Muros
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

MODELO N°2 - MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA							
N°	b	h	Inercia (cm <sup>4</sup> )	Modulo de Elasticidad Kg/cm <sup>2</sup>	Longitud Efectiva (cm)	CARGA CRÍTICA (ton)	ESFUERZO CRÍTICO DE FULER (tn/m <sup>2</sup> )
	(cm)	(cm)	$I = \frac{b \times h^3}{12}$	$E = 15000 \times \sqrt{f'c}$	0.5L	$P_{CR} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_Y}{L^2}$	$\sigma_{CR} = \frac{P_{CR}}{A}$
X-X							
Y-Y							

*Walter Javier Santa Minaya*  
 WALTER JAVIER SANTA MINAYA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 226062



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## Ficha de procesamiento de datos de Modelo 1 y 2

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Albañilería Confinada
<b>Dimension:</b>	Análisis Sísmico
<b>Indicador:</b>	Cortante Basal
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

Dirección	ANÁLISIS ESTÁTICO $V = \frac{ZUCS}{h} P$
X-X	
Y-Y	

Dirección	ANÁLISIS DINÁMICO
X-X	
Y-Y	

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Muro de Ductilidad Limitada
<b>Dimension:</b>	Análisis Sísmico
<b>Indicador:</b>	Cortante Basal
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

Dirección	ANÁLISIS ESTÁTICO $V = \frac{ZUCS}{h} P$
X-X	
Y-Y	

Dirección	ANÁLISIS DINÁMICO
X-X	
Y-Y	

  
 WALTER JAVIER  
 TAMAYO MINAYA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 226062



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### Ficha de procesamiento de datos de Modelo 1 y 2

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Albañilería Confinada
<b>Dimension:</b>	Análisis Sísmico
<b>Indicador:</b>	Distorsión Eje X-X
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	Regular $0.75 \cdot R \cdot Drel$	Irregular $0.85 \cdot R \cdot Drel$	Dabs acum.	D/h	Observ.
1							
2							
3							
4							
5							

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Albañilería Confinada
<b>Dimension:</b>	Análisis Sísmico
<b>Indicador:</b>	Distorsión Y-Y
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	Regular $0.75 \cdot R \cdot Drel$	Irregular $0.85 \cdot R \cdot Drel$	Dabs acum.	D/h	Observ.
1							
2							
3							
4							
5							

  
 WALTER JAVIER  
 TANTA MINAYA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 226062

ANEXO N° 24 Distorsión -2do Experto



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ficha de procesamiento de datos de Modelo 1 y 2

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Muros de Ductilidad Limitada
<b>Dimension:</b>	Analisis Sismico
<b>Indicador:</b>	Distorsion Eje X-X
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	Regular $0.75 \cdot R \cdot Drel$	Irregular $0.85 \cdot R \cdot Drel$	Dabs acum.	D/h	Observ.
1							
2							
3							
4							
5							

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Muros de Ductilidad Limitada
<b>Dimension:</b>	Analisis Sismico
<b>Indicador:</b>	Distorsion Y-Y
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	Regular $0.75 \cdot R \cdot Drel$	Irregular $0.85 \cdot R \cdot Drel$	Dabs acum.	D/h	Observ.
1							
2							
3							
4							
5							

  
 WALTER JAVIER  
 TANTA MINAYA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 226062



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### Ficha de procesamiento de datos de Modelo 1 y 2

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Albañilería Confinada
<b>Dimension:</b>	Análisis Gravedad
<b>Indicador:</b>	Esfuerzo a Compresión en Muros
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

MODELO N°1 - ALBAÑILERÍA CONFINADA						
Nivel	Muro	P	Largo	Espesor (t)	Area	Esfuerzo (tn/m <sup>2</sup> )
		tonf	m	m	m <sup>2</sup>	
X-X						
Y-Y						

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Muros de Ductilidad Limitada
<b>Dimension:</b>	Análisis Gravedad
<b>Indicador:</b>	Esfuerzo a Compresión en Muros
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

MODELO N°2 - MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA						
Nivel	Muro	P	Largo	Espesor (t)	Area	Esfuerzo (tn/m <sup>2</sup> )
		tonf	m	m	m <sup>2</sup>	
X-X						
Y-Y						

  
 JOSÉ NAZARIO  
 LIMAGNE FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 245102

ANEXO N° 26 Pandeo en Muros -3er Experto



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ficha de procesamiento de datos de Modelo 1 y 2

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Albañilería Confinada
<b>Dimension:</b>	Análisis Gravedad
<b>Indicador:</b>	Pandeo en Muros
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

MODELO N°1 - ALBAÑILERÍA CONFINADA							
N°	b	h	Inercia (cm <sup>4</sup> )	Módulo de Elasticidad Kg/cm <sup>2</sup>	Longitud Efectiva (cm)	CARGA CRÍTICA (ton)	ESFUERZO CRÍTICO DE FULER (tn/m <sup>2</sup> )
	(cm)	(cm)	$I = \frac{bxh^3}{12}$	$E = 500xf'm$	0.5L	$P_{CR} = \frac{\pi^2 * E * I_Y}{L^2}$	$\sigma_{CR} = \frac{P_{CR}}{A}$
X-X							
Y-Y							

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Muros de Ductilidad Limitada
<b>Dimension:</b>	Analisis Gravedad
<b>Indicador:</b>	Pandeo en Muros
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

MODELO N°2 - MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA							
N°	b	h	Inercia (cm <sup>4</sup> )	Modulo de Elasticidad Kg/cm <sup>2</sup>	Longitud Efectiva (cm)	CARGA CRÍTICA (ton)	ESFUERZO CRÍTICO DE FULER (tn/m <sup>2</sup> )
	(cm)	(cm)	$I = \frac{bxh^3}{12}$	$E = 15000x\sqrt{f'c}$	0.5L	$P_{CR} = \frac{\pi^2 * E * I_Y}{L^2}$	$\sigma_{CR} = \frac{P_{CR}}{A}$
X-X							
Y-Y							

  
 JOSÉ NAZARIO  
 LIMACHE FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 245102



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## Ficha de procesamiento de datos de Modelo 1 y 2

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Albañilería Confinada
<b>Dimension:</b>	Analisis Sismico
<b>Indicador:</b>	Cortante Basal
<b>Nombre de Intrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

Direccion	ANALISIS ESTATICO $V = \frac{zucs}{h} P$
X-X	
Y-Y	

Direccion	ANALISIS DINAMICO
X-X	
Y-Y	

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Muro de Ductilidad Limitada
<b>Dimension:</b>	Analisis Sismico
<b>Indicador:</b>	Cortante Basal
<b>Nombre de Intrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

Direccion	ANALISIS ESTATICO $V = \frac{zucs}{h} P$
X-X	
Y-Y	

Direccion	ANALISIS DINAMICO
X-X	
Y-Y	

  
 JOSÉ NAZARIO  
 LIMACHE FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 245102

ANEXO N° 28 Distorsión -3er Experto



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ficha de procesamiento de datos de Modelo 1 y 2

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Albañilería Confinada
<b>Dimensión:</b>	Análisis Sísmico
<b>Indicador:</b>	Distorsión Eje X-X
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	Regular 0.75*R*Drel	Irregular 0.85xR*Drel	Dabs acum.	D/h	Observ.
1							
2							
3							
4							
5							

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Albañilería Confinada
<b>Dimensión:</b>	Análisis Sísmico
<b>Indicador:</b>	Distorsión Y-Y
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	Regular 0.75*R*Drel	Irregular 0.85xR*Drel	Dabs acum.	D/h	Observ.
1							
2							
3							
4							
5							

  
 .....  
 JOSÉ NAZARIO  
 LIMACHE FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 245102



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## Ficha de procesamiento de datos de Modelo 1 y 2

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Muros de Ductilidad Limitada
<b>Dimension:</b>	Análisis Sísmico
<b>Indicador:</b>	Distorsión Eje X-X
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	Regular $0.75 \cdot R \cdot Drel$	Irregular $0.85 \cdot R \cdot Drel$	Dabs acum.	D/h	Observ.
1							
2							
3							
4							
5							

<b>Variable Independiente:</b>	Sistema de Muros de Ductilidad Limitada
<b>Dimension:</b>	Análisis Sísmico
<b>Indicador:</b>	Distorsión Y-Y
<b>Nombre de Instrumento:</b>	Ficha de Procesamiento de Datos

Nivel	Dabs (m)	Drel (m)	Regular $0.75 \cdot R \cdot Drel$	Irregular $0.85 \cdot R \cdot Drel$	Dabs acum.	D/h	Observ.
1							
2							
3							
4							
5							

  
 JOSÉ NAZARIO  
 LIMACHE FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 245102

**ANEXO N° 30 Solicitud de Planos para estudio.**

**SOLICITO: PLANOS DE ESTRUCTURAS Y ARQUITECTURA EDIFICACIÓN  
DE 5 NIVELES DE ALBAÑILERIA CONFINADA.**

Fecha: 05 de Mayo del 2021

SR. GAGO QUISPE GINO. (GERENTE GENERAL).

EMPRESA: CONCIGEN S.A.C.

RUC: 20603117256

Yo, **GEORGE KEVIN MARILUZ SILVA**, identificado con DNI N° 72289653, con domicilio en el Jr. Arequipa N° 106, de la Ciudad de Puno; ante usted con el debido respeto me presento y digo:

Que, siendo alumno de la Universidad Privada Cesar Vallejo, recorro a su despacho con la finalidad de solicitarle los planos de estructuras y arquitectura edificación de 5 niveles de Albañilería Confinada., que posee su empresa con el fin de obtener información para la realización de mi tesis la cual se denomina "Análisis sísmico comparativo de los sistemas de MDL y albañilería confinada de una edificación de cinco niveles, Puente Piedra, 2021", comprometiéndome a utilizarlos solo para fines académicos, dichos planos serán devueltos una vez finalizado el estudio.

**Por lo Expuesto:**

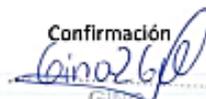
Ruego a Usted, tenga a bien acceder a mi solicitud, espero su confirmación a través de este mismo documento.

Atentamente



**GEORGE KEVIN MARILUZ SILVA**  
Estudiante de la Universidad Cesar Vallejo

Confirmación



**GINO**  
**GAGO QUISPE**  
**INGENIERO CIVIL**  
Reg. CIP N° 245773

**ING. GAGO QUISPE GINO**  
**Gerente General**  
**Consigen S.A.C**  
**RUC: 20603117256**

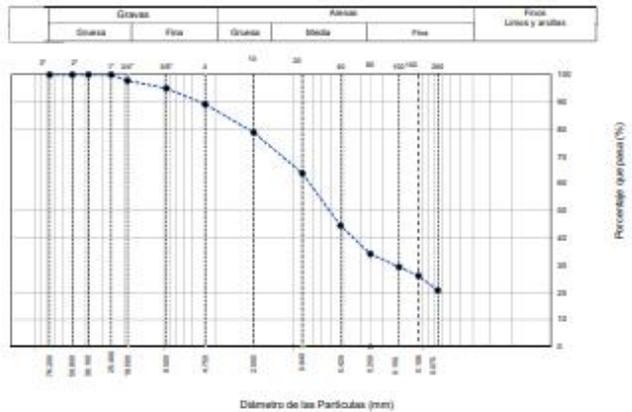
ANEXO N° 31 Certificado de Análisis Granulométrico – C1



	<b>FORMATO</b>	Código	JGRB-0201-03
	<b>ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS</b>	Versión	01
		Fecha	19/04/2021
		Página	1 de 1

Nodo	Análisis Sistemático Comparativo	Registro N°	---
Propietario	George Kevin Matiz Silva	Muestreado por	JGRB
Ubicación de Nodo	Puente Piedra - Lima - Perú	Ensayado por	N.Q.P
		Fecha de Ensayo	12/04/2021
		Turno	Diurno
Código de Muestra	---	Profundidad	3.00 m
Sorteaje / Calicata	C-1	Norte	888295.65 m N
N° de Muestra	M-1	Este	272964.81 m E
Progresiva	---	Cota	87 m a.n.m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA
2"	76.200	0.00	0.00	100.0
2"	50.800	0.00	0.00	100.0
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	2.18	2.18	97.8
3/8"	9.500	2.83	5.01	95.0
Nº 4	4.750	5.83	10.84	89.2
Nº 10	2.000	10.40	21.24	78.8
Nº 20	0.848	15.00	36.24	63.8
Nº 40	0.425	19.23	55.47	44.5
Nº 60	0.250	10.40	65.87	34.1
Nº 80	0.180	4.81	70.68	29.3
Nº 100	0.150	3.34	73.92	26.1
Nº 200	0.075	5.39	79.30	20.7
<Nº 200	---	20.70	100.00	0.0



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.3
METODO DE SECADO	Horno a 110 ± 5°C
METODO DE REPORTE	%
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno
PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 ± 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado Integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
METODO DE REPORTE DE RESULTADOS	%

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SM Arena (tonos de color gris)
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

LIMITE LIQUIDO	N.P.				
LIMITE PLASTICO	N.P.				
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P.				
INDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---				
INDICE DE LIQUEZ (I <sub>L</sub> )	---				
METODO DE ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO	Multipunto				
D <sub>100</sub>	0.014	D <sub>10</sub>	0.181	D <sub>60</sub>	0.735
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (C <sub>u</sub> )	54.65				
COEFICIENTE DE CURVATURA (C <sub>c</sub> )	2.82				



CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	10.8
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	86.5
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	20.7

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D1362)	A-1-b (2)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena limosa

Av. 10 de Junio con Alberto Aberd Mz. 20 y 21 Edif. L Lote L Dpto. 201  
 Urb. San José O. Coronel, San Martín de Porres  
 Lima - Perú - Telf.: (01) 415-8021

ROSARIO REYNA  
 LEYVA RAMIREZ  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 149962

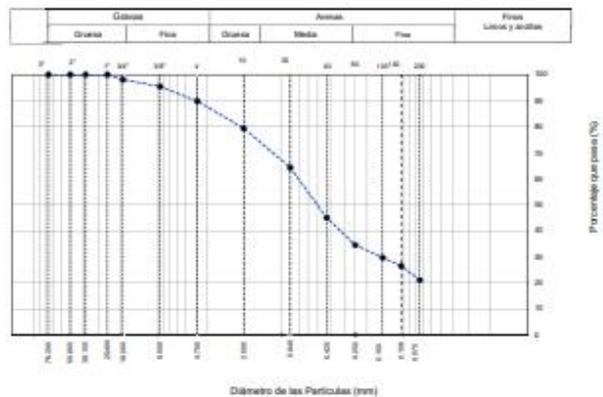
ANEXO N° 32 Certificado de Análisis Granulométrico – C2



	<b>FORMATO</b>	Código	JGRB-2021-033
	<b>ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS</b>	Versión	01
		Fecha	19/04/2021
		Página	1 de 1

Nodo	- Análisis Sísmico Comparativo	Registro N°	---
Propietario	- George Kevin Markez Silva	Muestreado por	JGRB
Ubicación de Nodo	- Puente Piedra - Lima - Perú	Ensayado por	N.G.P
Código de Muestra	---	Fecha de Ensayo	12/04/2021
Sonaje / Calicata	- C-2	Turno	Diurno
N° de Muestra	- M-2	Profundidad	3.00 m
Prograva	---	Norte	8660291.62 m N
		Este	272957.46 m E
		Cota	87 m.s.n.m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA
2"	76.200	0.00	0.00	100.0
2"	50.800	0.00	0.00	100.0
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	1.85	1.85	98.1
3/8"	9.500	2.71	4.56	97.4
N° 4	4.750	5.59	10.12	94.9
N° 10	2.000	10.48	20.58	79.6
N° 20	0.840	15.08	35.66	64.3
N° 40	0.420	19.35	55.03	45.0
N° 60	0.250	10.48	65.49	34.5
N° 80	0.180	4.86	70.33	29.7
N° 100	0.150	3.28	73.68	26.4
N° 200	0.075	3.43	79.01	21.0
< N° 200	---	20.98	100.00	0.0



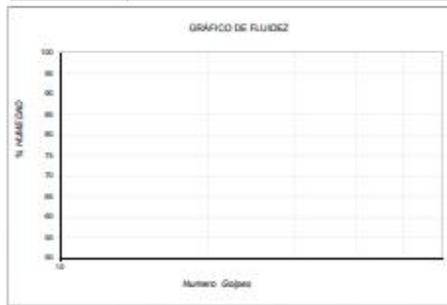
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.0
METODO DE SECADO	Horno a 110 ± 0.5°C
METODO DE REPORTE	%
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 ± 0.5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
METODO DE REPORTE DE RESULTADOS	%

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318					
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.				
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.				
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.				
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---				
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (I <sub>L</sub> )	---				
METODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto				
D <sub>25</sub>	0.013	D <sub>50</sub>	0.150	D <sub>75</sub>	0.721
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (Cu)		59.49			
COEFICIENTE DE CURVATURA (Cc)		2.57			

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	10.1
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	89.9
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	21.0

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SM Arena limosa de color gris
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Se presencia de materiales extraños ajenos al suelo



CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D5987)	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D5982)	A-1-b (0)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena limosa

Av. 10 de Junio con Alberto Aberd Mz. 20 y 21 Edif. L Lote L Dpto. 201  
 Urb. San José O. Coronel, San Martín de Porres  
 Lima - Perú - Telf.: (01) 415-8021

ROSARIO MEYNA  
 LEYVA RAMIREZ  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 149862

ANEXO N° 33 Certificado de Análisis Granulométrico – C3

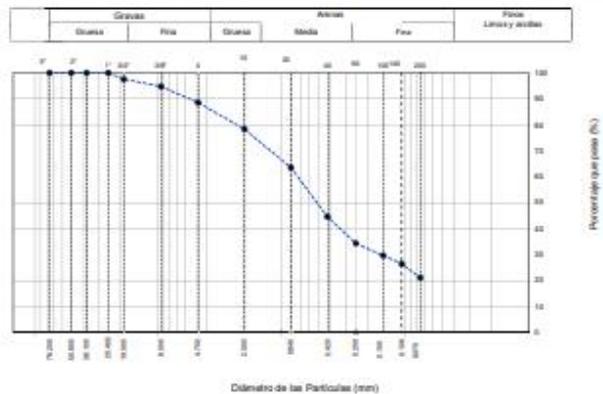


	FORMATO	Código	JGRB-0221-023
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	19/04/2021
		Página	1 de 1

Nota: Análisis Sistemático Comparativo  
 Propietario: George Kevin Marlot Silva  
 Ubicación de Muestra: Puente Piedra - Lima - Perú  
 Registro N°: ---  
 Muestreado por: JGRB  
 Ensayado por: N.G.P.  
 Fecha de Ensayo: 12/04/2021  
 Turno: Diurno

Código de Muestra: --- Profundidad: 3.00 m  
 Sondaje / Calicata: C-3 Norte: 8880286.01 m N  
 N° de Muestra: M-3 Este: 2729554.47 m E  
 Progresiva: --- Cota: 87 m s.n.m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	100.0
2"	50.800	0.00	0.00	100.0
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	2.42	2.42	97.6
3/8"	9.500	2.82	5.24	94.8
N° 4	4.750	6.18	11.42	88.6
N° 10	2.000	15.24	26.66	78.3
N° 20	0.850	14.76	38.63	63.6
N° 40	0.425	18.84	55.37	44.6
N° 60	0.250	15.24	65.81	34.4
N° 80	0.180	4.73	70.35	29.7
N° 100	0.150	3.19	73.54	26.5
N° 200	0.075	5.31	78.84	21.2
< N° 200	---	21.16	100.00	0.0



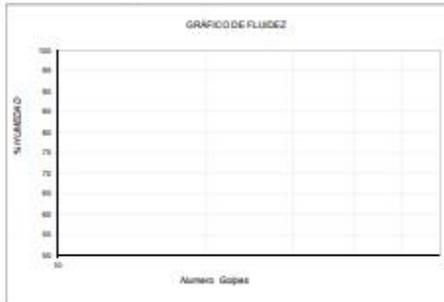
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.5
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 ± 0.5°C
MÉTODO DE REPORTE	"W"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secado al horno a 110 ± 0.5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"W"

LÍMITE LÍQUIDO	N.P.				
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.				
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.				
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (I <sub>c</sub> )	---				
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (I <sub>L</sub> )	---				
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Ninguno				
D <sub>10</sub>	0.075	D <sub>30</sub>	0.150	D <sub>60</sub>	0.750
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (C <sub>u</sub> )	58.86				
COEFICIENTE DE CURVATURA (C <sub>c</sub> )	2.82				

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	11.4
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	67.4
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	21.2

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SM Arena gruesa de color gris
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo



CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D2382)	A-1-B (3)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena gruesa

Av. 10 de Junio con Alberto Aberd Mz. 20 y 21 Edif. L Lote L Dpto. 201  
 Urb. San José O. Coronel, San Martín de Porres  
 Lima - Perú - Telf.: (01) 415-8021

ROSARIO MEYNA  
 LEYVA RAMIREZ  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 149862

ANEXO N° 34 Certificado de Ensayo de Corte Directo



Seguridad y Confianza a tu Servicio

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CORTE DIRECTO	Código	JGR B-2021-033
		Revisión	1
		Aprobado	L.L.D
		Fecha	19/04/2021

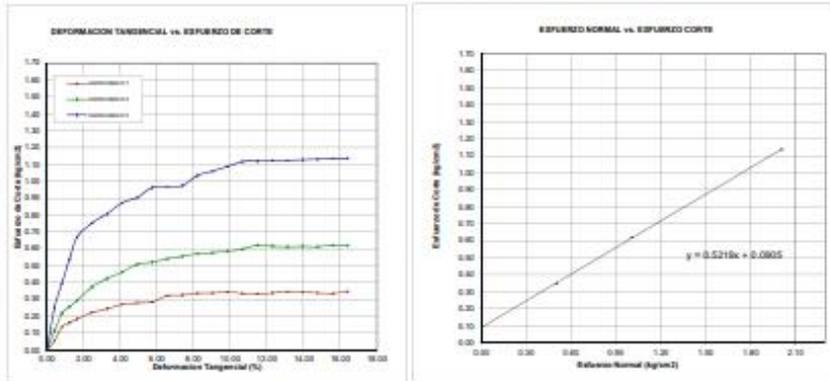
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D3080

CERT. N° 2017-885

REFERENCIA	Resultados de Laboratorio
SOLICITANTE	GEORGE KEVIN MARLUZ SILVA
PROYECTO	ANALISIS SISMICO COMPARATIVO
UBICACION	PUEBLO PIEDRA - LIMA - PERU
FECHA DE ENSAYO	14/04/2021
CALICATA	C-1
MUESTRA	M-1
PROFUNDIDAD	3.00 m

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**  
ASTM D3080

VELOCIDAD DE CORTE : 0.5 mm/min



**Resultados:**  
Cohesión  $c$  : 0.09 kg/cm<sup>2</sup>  
Angulo de fricción  $\phi$  : 27.56°

**OBSERVACIONES:**  
Muestra proporcionada JGR B INGENIEROS y reducida en laboratorio a tamaño de ensayo  
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JGR B INGENIEROS

*[Signature]*  
RODRIGO REYNA  
LEYVA RAMIREZ  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 149962

Av. 10 de Junio con Alberto Aberd Mz. 20 y 21 Edif. L Lote L Dpto. 201  
Urb. San José O. Coronel, San Martín de Porres  
Lima - Perú - Telf.: (01) 415-8021

ANEXO N° 35 Certificado de Ensayo de Corte Directo



Seguridad y Confianza a tu Servicio

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CORTE DIRECTO	Código	JGR B-2021-033
		Revisión	1
		Aprobado	LLD
		Fecha	19/04/2021

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS  
ASTM D3080

CERT. N° 2017-885

REFERENCIA	: Resultados de Laboratorio
SOLICITANTE	: GEORGE KEVIN MARLUZ SILVA
PROYECTO	: ANALISIS SISMICO COMPARATIVO
UBICACIÓN	: PUENTE PIEDRA - LIMA - PERU
FECHA DE ENSAYO	: 14/04/2021
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: M-1
PROFUNDIDAD	: 3.00 m

ESPECIMEN 1			VELOCIDAD DE CORTE			ESPECIMEN 3		
Alteza Inicial	23.9	mm	0.5 mm/min			Alteza Inicial	23.9	mm
Lucho de corte	60.9	mm				Lucho de corte	60.9	mm
Area Inicial	39.2	cm <sup>2</sup>				Area Inicial	29.2	cm <sup>2</sup>
Densidad seca	1.181	g/cm <sup>3</sup>				Densidad seca	1.181	g/cm <sup>3</sup>
Humedad Inic.	19.3	%				Humedad Inic.	19.3	%
Est. Normal	0.50	kg/cm <sup>2</sup>				Est. Normal	2.01	kg/cm <sup>2</sup>
Est. Corte	0.35	kg/cm <sup>2</sup>				Est. Corte	1.14	kg/cm <sup>2</sup>

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.06	0.14	0.41	0.11	0.15	0.41	0.25	0.16
0.82	0.14	0.34	0.82	0.22	0.27	0.82	0.40	0.25
1.23	0.16	0.41	1.23	0.26	0.32	1.23	0.54	0.34
1.64	0.18	0.40	1.64	0.29	0.37	1.64	0.67	0.42
2.46	0.22	0.55	2.46	0.37	0.46	2.46	0.75	0.47
3.28	0.24	0.60	3.28	0.42	0.52	3.28	0.81	0.50
4.10	0.27	0.66	4.10	0.46	0.56	4.10	0.87	0.53
4.92	0.28	0.67	4.92	0.51	0.61	4.92	0.96	0.54
5.74	0.29	0.68	5.74	0.52	0.62	5.74	0.96	0.58
6.56	0.30	0.70	6.56	0.54	0.64	6.56	0.97	0.57
7.39	0.33	0.77	7.39	0.55	0.65	7.39	0.98	0.57
8.21	0.34	0.79	8.21	0.57	0.66	8.21	1.03	0.60
9.03	0.34	0.78	9.03	0.58	0.67	9.03	1.06	0.61
9.85	0.35	0.79	9.85	0.59	0.67	9.85	1.09	0.62
10.67	0.34	0.78	10.67	0.60	0.68	10.67	1.12	0.63
11.49	0.33	0.75	11.49	0.62	0.70	11.49	1.12	0.63
12.31	0.34	0.75	12.31	0.62	0.68	12.31	1.12	0.62
13.13	0.35	0.77	13.13	0.61	0.67	13.13	1.12	0.62
13.95	0.35	0.75	13.95	0.61	0.67	13.95	1.13	0.61
14.77	0.34	0.72	14.77	0.61	0.66	14.77	1.13	0.61
15.59	0.34	0.72	15.59	0.62	0.66	15.59	1.14	0.61
16.41	0.35	0.74	16.41	0.62	0.66	16.41	1.14	0.60

ROSARIO FEYNA  
LEYVA RAMIREZ  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 149862

**OBSERVACIONES:**  
Muestra proporcionada JGR'B INGENIEROS y reducida en laboratorio a tamaño de ensayo  
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JGR B INGENIEROS

Av. 10 de Junio con Alberto Aberd Mz. 20 y 21 Edif. L Lote L Dpto. 201  
Urb. San José O. Coronel, San Martín de Porres  
Lima - Perú - Telf.: (01) 415-8021

**ANEXO N° 36 Factura de Ensayos Elaborados**

<p><b>JGR'B INGENIEROS S.R.L.</b>  <b>JGR'B INGENIEROS S.R.L.</b>                  AV. 10 DE JUNIO CON ALBERTO A DPTO. 201 LOTE. L URB. SAN JOSE O                  CORONEL ESTACIÓN PARQUE DEL TRABAJO                  SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;"> <b>FACTURA ELECTRONICA</b>  <b>RUC: 2055488861</b>  <b>E001-984</b> </td> </tr> </table>	<b>FACTURA ELECTRONICA</b> <b>RUC: 2055488861</b> <b>E001-984</b>																							
<b>FACTURA ELECTRONICA</b> <b>RUC: 2055488861</b> <b>E001-984</b>																									
Fecha de Vencimiento : <b>11/06/2021</b> Fecha de Emisión : <b>11/05/2021</b> Señor(es) : <b>MARILUZ SILVA GEORGE KEVIN</b> RUC : <b>10762896538</b> Dirección del Cliente : <b>---- AUTOPISTA CANTA CALLAO</b> <b>BL 3 URB. LA FLORIDA DE PRO</b> <b>DPTO. 306 LIMA-LIMA-LOS</b> <b>OLIVOS</b> Tipo de Moneda : <b>SOLES</b> Observación : <b>CTA DETRACCION</b> <b>00002083043, CTA CTE</b> <b>00110356-0100027301, CCI</b> <b>0011 356 000100027301 39</b>																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Cantidad</th> <th style="text-align: left;">Unidad Medida</th> <th style="text-align: left;">Descripción</th> <th style="text-align: right;">Valor Unitario</th> <th style="text-align: right;">ICBPER</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.00</td> <td>UNIDAD</td> <td>ENSAYO DE CORTE DIRECTO</td> <td style="text-align: right;">350.00</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>3.00</td> <td>UNIDAD</td> <td>ENSAYO DE GRANULOMETRIA</td> <td style="text-align: right;">40.00</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> </tbody> </table>		Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario	ICBPER	1.00	UNIDAD	ENSAYO DE CORTE DIRECTO	350.00	0.00	3.00	UNIDAD	ENSAYO DE GRANULOMETRIA	40.00	0.00									
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario	ICBPER																					
1.00	UNIDAD	ENSAYO DE CORTE DIRECTO	350.00	0.00																					
3.00	UNIDAD	ENSAYO DE GRANULOMETRIA	40.00	0.00																					
Valor de Venta de Operaciones Gratuitas : <input style="width: 150px;" type="text" value="S/ 0.00"/>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Sub Total :</td><td style="text-align: right;">S/ 470.00</td></tr> <tr><td>Ventas :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Anticipos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Descuentos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Valor Venta :</td><td style="text-align: right;">S/ 470.00</td></tr> <tr><td>ISC :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>IGV :</td><td style="text-align: right;">S/ 84.60</td></tr> <tr><td>ICBPER :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Otros Cargos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Otros Tributos :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Monto de redondeo :</td><td style="text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Importe Total :</td><td style="text-align: right;">S/ 554.60</td></tr> </table>	Sub Total :	S/ 470.00	Ventas :	S/ 0.00	Anticipos :	S/ 0.00	Descuentos :	S/ 0.00	Valor Venta :	S/ 470.00	ISC :	S/ 0.00	IGV :	S/ 84.60	ICBPER :	S/ 0.00	Otros Cargos :	S/ 0.00	Otros Tributos :	S/ 0.00	Monto de redondeo :	S/ 0.00	Importe Total :	S/ 554.60
Sub Total :	S/ 470.00																								
Ventas :	S/ 0.00																								
Anticipos :	S/ 0.00																								
Descuentos :	S/ 0.00																								
Valor Venta :	S/ 470.00																								
ISC :	S/ 0.00																								
IGV :	S/ 84.60																								
ICBPER :	S/ 0.00																								
Otros Cargos :	S/ 0.00																								
Otros Tributos :	S/ 0.00																								
Monto de redondeo :	S/ 0.00																								
Importe Total :	S/ 554.60																								
<p><b>SON: QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO Y 60/100 SOLES</b></p>																									
<p align="center"><i>Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.</i></p>																									

ANEXO N° 37 Certificado de Calibración del Equipo de Corte Directo



# PERUTEST S.A.C

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**  
**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA**  
**RUC N° 20602182721**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF -001 - 2021

Área de Metrología  
 Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	0119-2021	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	JGR'B INGENIEROS S.R.L.	
<b>3. Dirección</b>	AV. 10 DE JUNIO CON ALBERTO ABERD M 20 Y 21 EDIF L LOTE. L DPTO. 201 URB. SAN JOSE O CORONEL (ESTACIÓN PARQUE DEL TRABAJO) LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	
<b>4. Equipo</b>	CORTE DIRECTO	
<b>Capacidad</b>	300 kgf	
<b>Marca</b>	PERUTEST	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>Modelo</b>	PT-CDA	
<b>Número de Serie</b>	1012	
<b>Clase</b>	NO INDICA	
<b>Procedencia</b>	PERÚ	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Indicador</b>	DIGITAL	
<b>Marca</b>	PERUTEST	
<b>Modelo</b>	NO INDICA	
<b>Número de Serie</b>	1012	
<b>División de Escala / Resolución</b>	0.01 kgf	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2021-01-20	
		El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-20

  
 MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



☎ 913028621 - 913028622  
 913028623 - 913028624  
 ✉ ventas@perutest.com.pe  
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
 San Martín de Porres - Lima  
 SUCURSAL: Sinchi Roca 1320 - la Victoria - Chiclayo



# PERUTEST S.A.C

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**  
**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA**  
 RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF -001 - 2021

Área de Metrología  
 Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Fuerza de PERUTEST S.A.C.  
 Jr. La Madrid Mz. D Lote 25 Urb. Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

### 8. Condiciones Ambientales

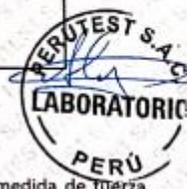
	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.6 °C
Humedad Relativa	56 % HR	56 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	CELDA DE CARGA DE 500 kg MARCA: KELI	CF-0058-2020
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1131- 2020

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.



☎ 913028621 - 913028622  
 913028623 - 913028624  
 ✉ ventas@perutest.com.pe  
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Jr. La Madrid 5/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
 San Martín de Porres - Lima  
 SUCURSAL: Sinchi Roca 1320-la Victoria - Chiclayo



## PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS-MATERIALES-CONCRETOS-ASFALTO-ROCAS-FISICA-QUIMICA

RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF -001 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

#### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_1$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	30	29.90	29.90	29.90	29.9
20	60	60.10	60.00	60.15	60.1
30	90	89.90	89.80	90.05	89.9
40	120	119.80	119.70	120.05	119.9
50	150	150.20	149.60	150.50	150.1
60	180	180.20	179.50	180.40	180.0
70	210	210.20	209.50	210.25	210.0
80	240	240.20	239.40	240.25	240.0
90	270	270.35	269.30	270.40	270.0
100	300	300.25	299.45	300.25	300.0
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $q$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $\sigma$ (%)	
30	0.33	0.00	1.34	0.03	0.41
60	-0.14	0.25	0.17	0.02	0.44
90	0.09	0.28	-0.11	0.01	0.44
120	0.13	0.29	-0.21	0.01	0.44
150	-0.07	0.60	-0.33	0.01	0.54
180	-0.02	0.50	-0.33	0.01	0.51
210	0.01	0.36	-0.26	0.00	0.47
240	0.02	0.35	-0.26	0.00	0.47
270	-0.01	0.41	-0.30	0.00	0.49
300	0.01	0.27	-0.19	0.00	0.45

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.00 %
---	--------



#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

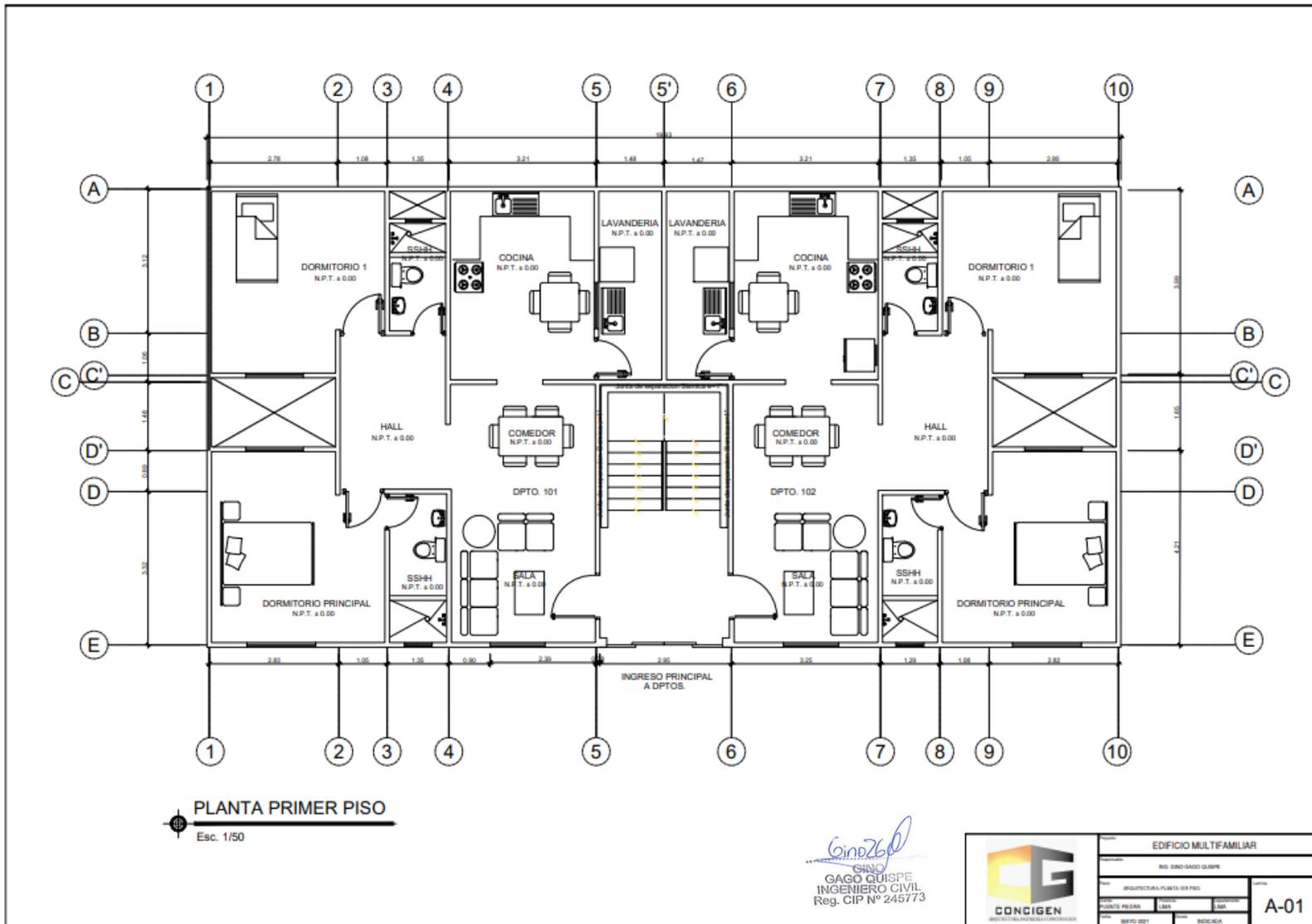
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

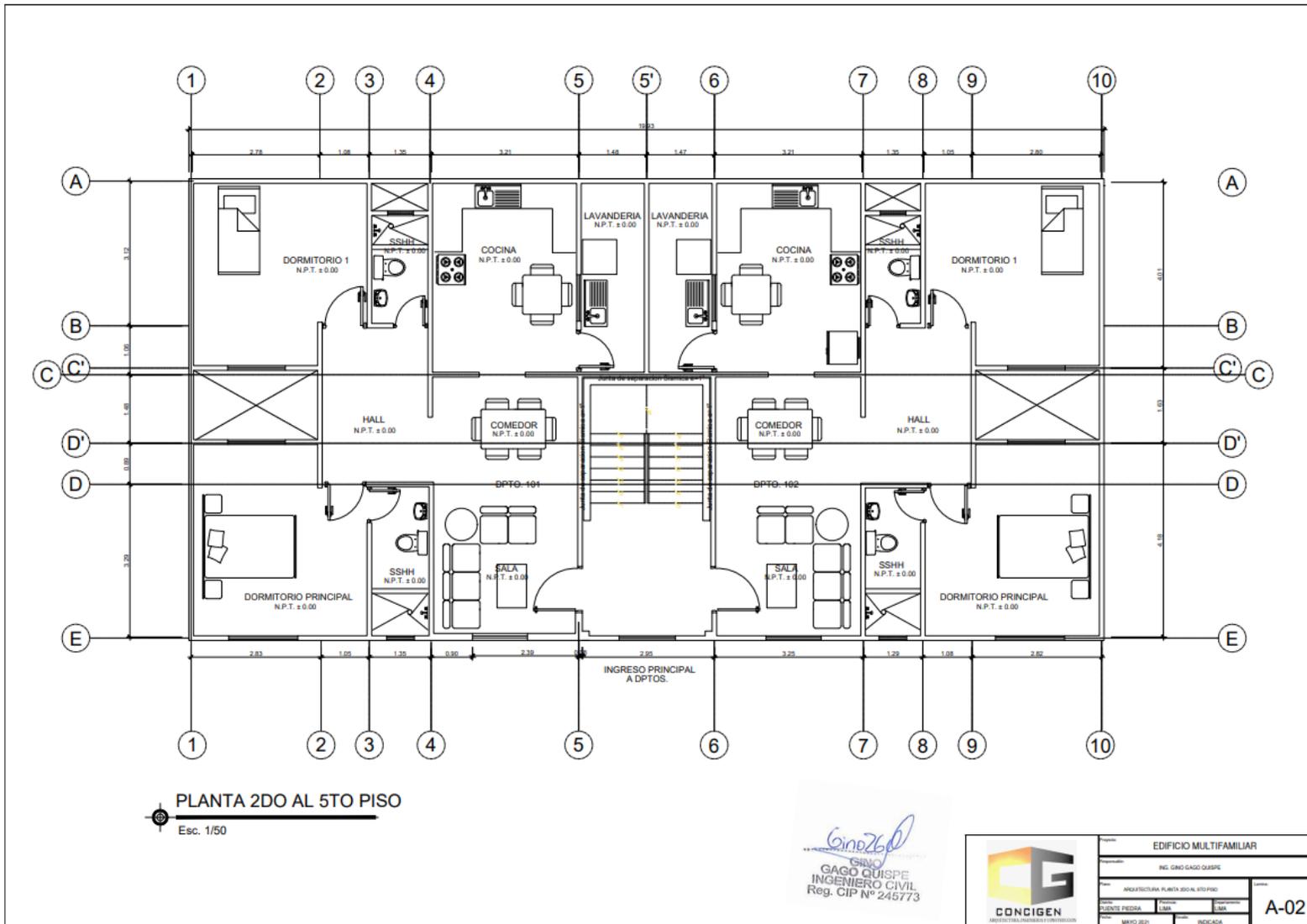
913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
ventas@perutest.com.pe  
www.perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320-la Victoria - Chiclayo

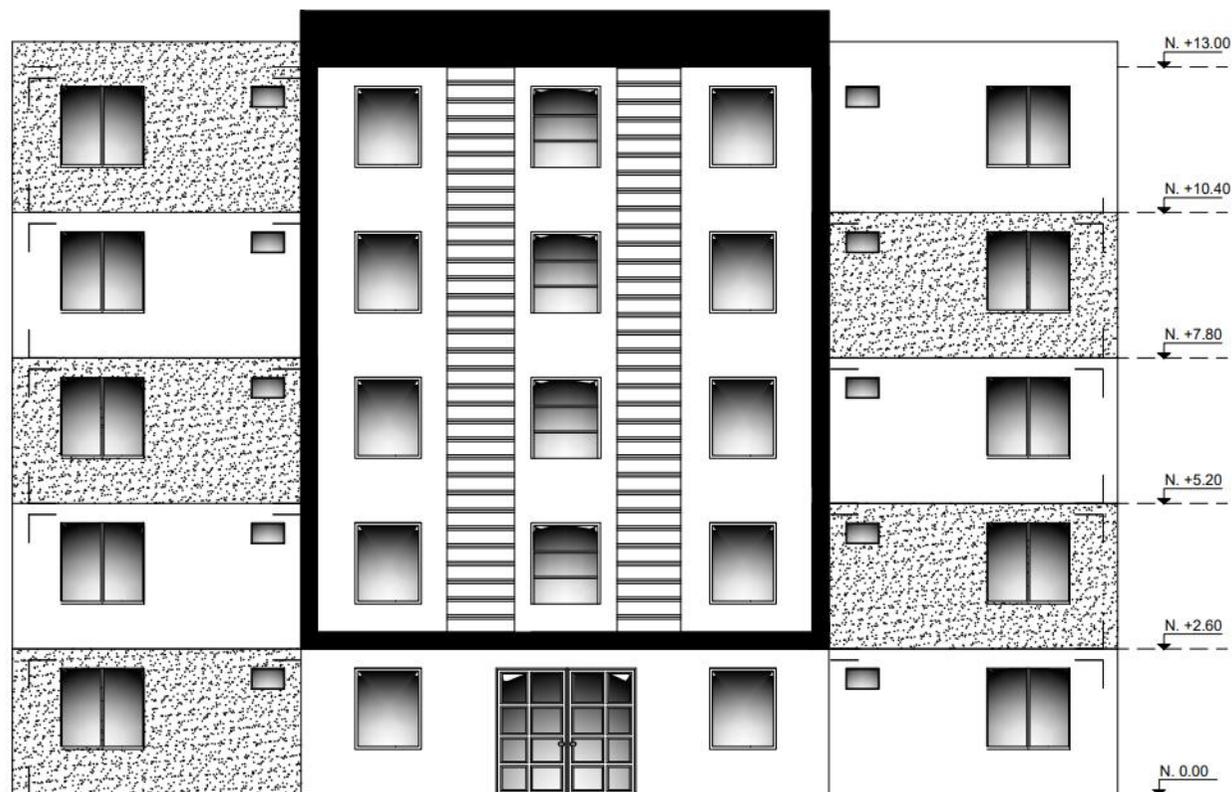
ANEXO N° 40 Plano de Arquitectura Albañilería Confinada



## ANEXO N° 41 Plano de Arquitectura Albañilería Confinada



ANEXO N° 42 Plano de Arquitectura Albañilería Confinada



ELEVACION PRINCIPAL  
Esc. 1/50

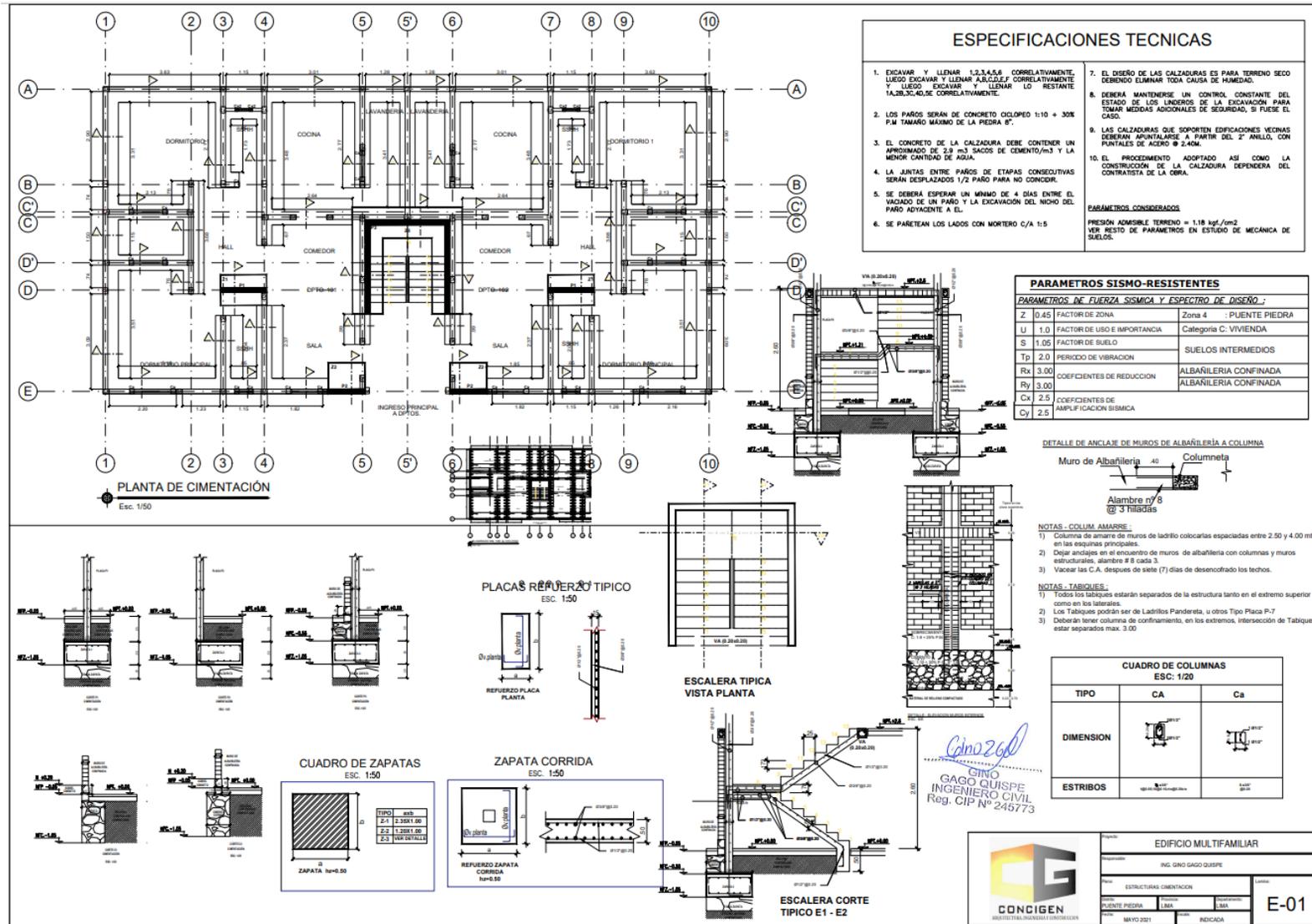
*Cano Zed*  
CINO  
GAGO QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 245773



EDIFICIO MULTIFAMILIAR	
ING. GINO GAGO QUISPE	
ARQUITECTURA - ELEVACION PRINCIPAL	
PLAZA PIEDRA	LIMA
MAYO 2021	INDICADA

A-03

# ANEXO N° 43 Plano de Estructura Albañileria Confinada



# ANEXO N° 44 Plano de Estructura Albañileria Confinada

**ALIGERADO DEL 1ER AL 5TO PISO**  
Esc: 1/50

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

1. EXCAVAR Y LLENAR 1,2,3,4,5,6 CORRELATIVAMENTE. LUEGO EXCAVAR Y LLENAR A,B,C,D,E,F CORRELATIVAMENTE Y LUEGO EXCAVAR Y LLENAR LO RESTANTE 1A,2B,3C,4D,5E CORRELATIVAMENTE.
2. LOS PAROS SERAN DE CONCRETO COLOREADO 1:10 + 30% P.M TAMARO MAXIMO DE LA PIEDRA 8".
3. EL CONCRETO DE LA CALZADURA DEBE CONTENER UN APROXIMADO DE 2,9 m3 SACOS DE CEMENTO/m3 Y LA MENOR CANTIDAD DE AGUA.
4. LA JUNTAS ENTRE PAROS DE ETAPAS CONSECUTIVAS SERAN DESPLAZADOS 1/2 PARO PARA NO COINCIDIR.
5. SE DEBERA ESPERAR UN MINIMO DE 4 DIAS ENTRE EL VACIADO DE UN PARO Y LA EXCAVACION DEL NIOHO DEL PARO ADYACENTE A EL.
6. SE PARETEAN LOS LADOS CON MORTERO C/A 1:5
7. EL DISEÑO DE LAS CALZADURAS ES PARA TERRENO SECO DEBIENDO ELIMINAR TODA CAUSA DE HUMEDAD.
8. DEBERA MANTENERSE UN CONTROL CONSTANTE DEL ESTADO DE LOS UNIDERS DE LA EXCAVACION PARA TOMAR MEDIDAS ADICIONALES DE SEGURIDAD, SI FUESE EL CASO.
9. LAS CALZADURAS QUE SOPORTEN EDIFICACIONES VECINAS DEBERAN APUNTALARSE A PARTIR DEL 2° ANILLO, CON PUNTALES DE ACERO Ø 2.0M.
10. EL PROCEDIMIENTO ADOPTADO ASI COMO LA CONSTRUCCION DE LA CALZADURA DEPENDERA DEL CONTRATISTA DE LA OBRA.

**PARAMETROS CONSIDERADOS**  
PRESION ADMISIBLE TERRENO = 1.18 kgf/cm2  
VER RESTO DE PARAMETROS EN ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.

**ISOMETRICO**

**DETALLE DE LOSA ALIGERADA**

**DETALLE DE UNIÓN VIGAS - COLUMNAS**

**LONGITUDES DE GANCHOS ( cm. )**

φ	L = 4200 Kg / cm <sup>2</sup>
3/8"	11.5 cm
1/2"	15.5 cm
5/8"	20.0 cm
3/4"	25.0 cm
1"	30.5 cm

**LONGITUDES DE ANCLAJE TÍPICO EN VIGAS**

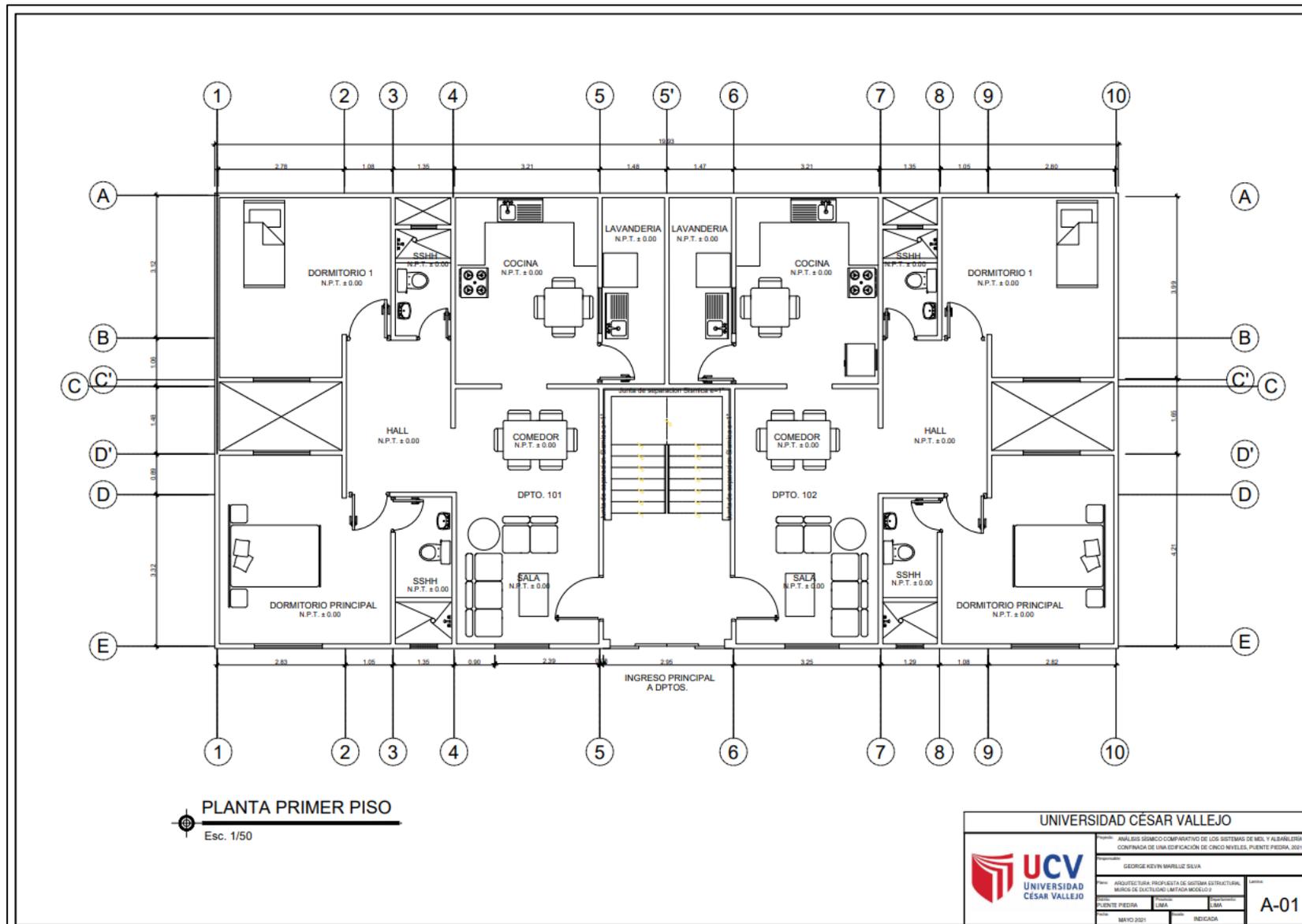
"Ld" (cm) para Fc= 210kg/cm2					
Ø	L1 (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	b (cm)	R (cm)
3/8"	36	54	19	12	2.5
1/2"	48	72	26	20	3.5
5/8"	60	91	32	20	4
3/4"	72	109	38	25	6
1"	104	160	51	35	8

CUADRO DE VIGAS		
ESC: 1/20		
TIPO	VA (0.20x0.20)	VS (0.15x0.20)
DIMENSION		
ESTRIBOS		

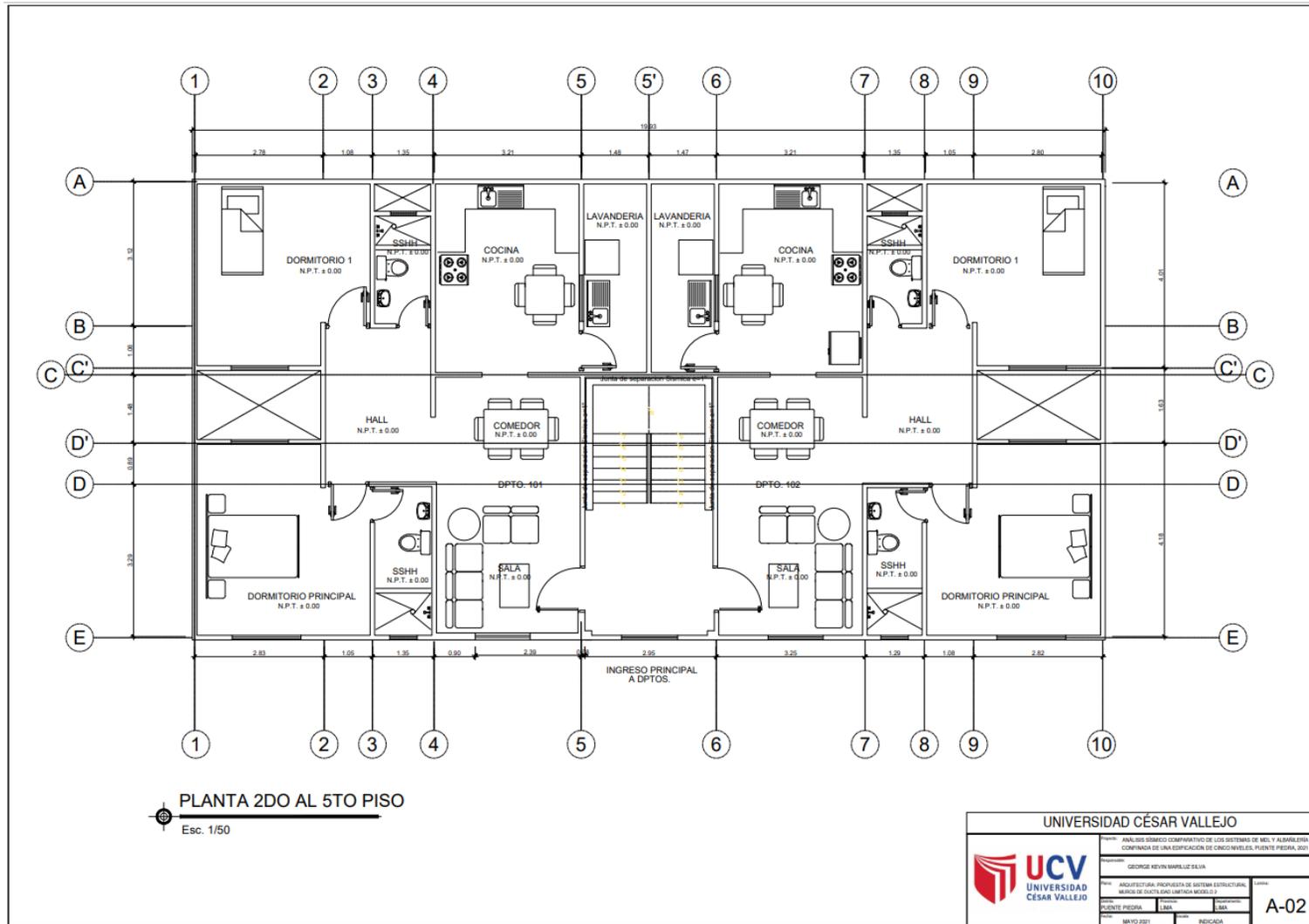
EDIFICIO MULTIFAMILIAR	
ING. GINO GAGO QUISPE	
ESTRUCTURAL ENFORCADO DE TECHO DEL 1ER AL 5TO PISO	
PUNTE PIEDRA	USA
MAYO 2021	INDICADA

E-02

ANEXO N° 45 Plano de Propuesta Arquitectura Muros de Ductilidad Limitada



## ANEXO N° 46 Plano de Propuesta Arquitectura Muros de Ductilidad Limitada



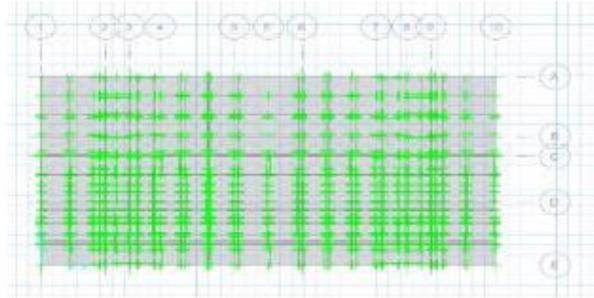
## ANEXO N° 47 Propuesta de Cimentación – Diseño por Carga de Servicio

PROPIETARIO:	GEORGE KEVIN MARILUZ SILVA	
PROYECTO:	"Análisis sísmico comparativo de los sistemas de MDL y albañilería confinada de una edificación de cinco niveles, Puente Piedra, 2021"	
FECHA:	LIMA - 2021	

### DISEÑO DE PLATEA DE CIMENTACION

#### GEOMETRÍA

hr	0.20 m	Altura de relleno
Li	19.93 m	Largo total de cimentación
Lb	9.97 m	Ancho total de la cimentación
T	0.00 m	Ancho del cimiento corrido
H	0.30 m	Altura de la cimentación
h1	0.00 m	Peralte de viga de cimentación
b	0.00 m	Ancho de la viga de cimentación



#### MATERIALES

$f_c$	280 kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la compresión del concreto
$f_y$	4200 kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
$E_c$	250998 kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de elasticidad del concreto
$E_s$	2.1E+06 kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de elasticidad del acero
$n$	8.37	Relación modular $E_s/E_c$
$Y_c$	2.40 tn/m <sup>3</sup>	Peso específico del concreto
$Y_s$	1.41 tn/m <sup>3</sup>	Peso específico del suelo de relleno
$\phi$	27.56 °	Ángulo de fricción del suelo de relleno
K30	2.47 kg/cm <sup>3</sup>	Coefficiente de balasto

#### CARGAS

##### Peso Propio (DC)

Peso propio de elementos de concreto armado computados por el software de análisis.

##### Peso de componentes no estructurales (DC1)

Se considera la suma de la carga muerta (tabiquería, tanque elevado y acabado)

##### Carga viva

#### RIGIDEZ DE APOYOS ELÁSTICOS

Para el modelo computacional, se estima la rigidez de los resortes que simularán el comportamiento elástico del suelo de apoyo.

K30	2470 tn/m <sup>3</sup>	Coefficiente de balasto
-----	------------------------	-------------------------

## ANEXO N° 48 Propuesta de Cimentación – Diseño por Carga de Servicio

PROPIETARIO:	GEORGE KEVIN MARILUZ SILVA	
PROYECTO:	"Análisis sísmico comparativo de los sistemas de MDL y albañilería confinada de una edificación de cinco niveles, Puente Piedra, 2021"	
FECHA:	LIMA - 2021	

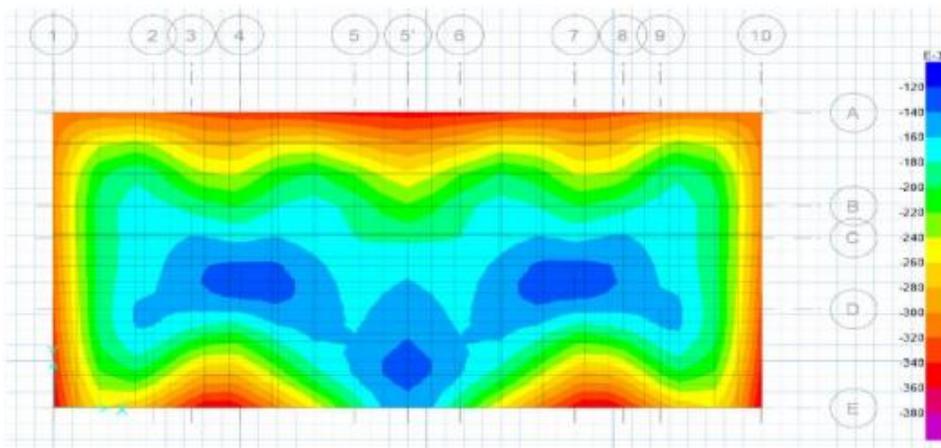
### REQUISITOS DE CARGA Y DISEÑO

#### Combinaciones de carga

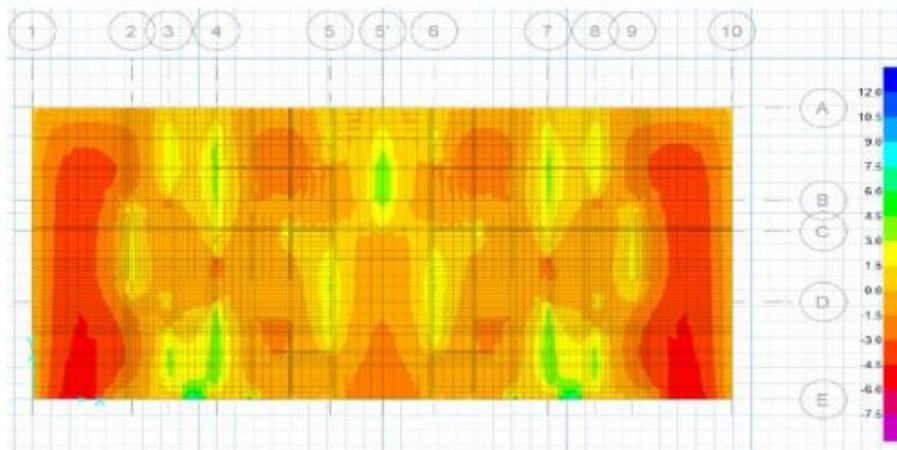
	D	L	CS
C1	1.4	1.7	-
C2	1.25	1.25	1
C3	1.25	1.25	-1
C4	0.9	-	1
C5	0.9	-	-1
C6	1	1	-

### ANÁLISIS

Desplazamiento por cargas de servicio (1)



Momento en la direccion 1-1 (2)



## ANEXO N° 49 Propuesta de Cimentación – Diseño por Carga de Servicio

PROPIETARIO:	GEORGE KEVIN MARILUZ SILVA	
PROYECTO:	"Análisis sísmico comparativo de los sistemas de MDL y albañilería confinada de una edificación de cinco niveles, Puente Piedra, 2021"	
FECHA:	LIMA - 2021	

Momento en la dirección 2-2

(3)

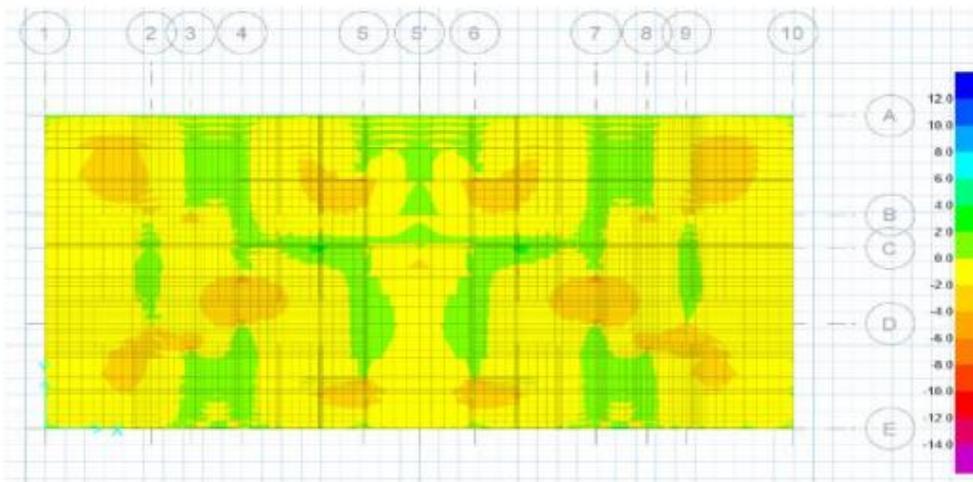


Tabla resumen de fuerzas

Cimentación (corte)	Flexión (tn-m)			Cant.	Ødiámetro	@ (m)
	Mu	As/ancho	As min/m			
(2)	4.50	6.45	3.69	-	1/2	0.2
(3)	3.80	5.45	3.69	-	1/2	0.2

Nota: Los resultados que se muestran en las imágenes muestran el Momento flexionante por "ton-m", para efectos de calculo se considera todo el ancho de la cimentacion