

# Tabla de Contenido

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	1
1.2. Objetivos . . . . .	1
1.3. Alcance . . . . .	2
1.4. Metodología . . . . .	2
<b>2. Revisión bibliográfica</b>	<b>3</b>
2.1. Introducción . . . . .	3
2.2. Desarrollo . . . . .	3
<b>3. Descripción del edificio tipo y del modelo computacional</b>	<b>12</b>
3.1. Introducción . . . . .	12
3.2. Edificio de estudio . . . . .	12
3.3. Modelación del edificio de estudio . . . . .	15
3.3.1. Instrumentación del edificio . . . . .	15
3.3.2. Calibración del modelo lineal . . . . .	16
3.3.3. Modelo no lineal en Perform-3D . . . . .	17
<b>4. Análisis del comportamiento sísmico de ciertos muros, en modelo tridimensional</b>	<b>23</b>
4.1. Introducción . . . . .	23
4.2. Muros de estudio . . . . .	24
4.3. Registros sísmicos para estudio . . . . .	24
4.4. Deformación axial para muros de estudio . . . . .	27
4.5. Distribución de esfuerzos en altura para muros de estudio . . . . .	28
4.6. Relación Momento/Corte para los muros de estudio . . . . .	31
4.7. Efecto de las cargas de las vigas de acople en la relación $M/V$ . . . . .	36
<b>5. Análisis bidimensional para uno de los muros de estudio</b>	<b>45</b>
5.1. Introducción . . . . .	45
5.2. Modelo para análisis bidimensional . . . . .	45
5.3. Resultados del análisis bidimensional . . . . .	47
5.3.1. Respuesta en desplazamiento . . . . .	47
5.3.2. Deformación axial en altura . . . . .	48
5.3.3. Relación Momento/Corte y efecto de las vigas de acople . . . . .	51
5.4. Análisis del muro 13T bajo registro amplificado . . . . .	54
5.5. Estudio de comportamiento post-fluencia . . . . .	61

5.5.1. Cálculo de límites elásticos . . . . .	61
5.5.2. Análisis de esfuerzos y deformaciones post-fluencia . . . . .	63
<b>6. Comentarios y conclusiones</b>	<b>68</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>71</b>
<b>A. Características del muro de estudio</b>	<b>73</b>

# Índice de Tablas

3.1.	Periodos y amortiguamientos modales según MOESP. Fuente: Bustos (2016).	15
3.2.	Comparación entre periodos instrumentales y del modelo lineal en Perform-3D. Fuente: Bustos (2016) . . . . .	17
3.3.	Valores modales obtenidos del modelo completamente no lineal en Perform-3D.	22
4.1.	Principales modelos utilizados, con abreviaturas y características respectivas.	23
4.2.	Periodos obtenidos del modelo NL con RL y su comparación con el modelo NL completo. . . . .	37
5.1.	Periodos obtenidos del modelo bidimensional y su comparación con el modelo NL completo. . . . .	47
5.2.	Parámetros para el cálculo de los límites elásticos . . . . .	62
5.3.	Valores de los límites elásticos calculados y obtenidos del modelo en Perform-3D.	62
A.1.	Características geométricas y de enfierradura por piso, para muro 13T . . . .	74

# Índice de Ilustraciones

2.1.	Daño presentado en uno de los muros del edificio. Fuente: Kozmidis <i>et al.</i> (2014)	4
2.2.	Análisis de la capacidad al corte de uno de los muros. Fuente: Kozmidis <i>et al.</i> (2014)	5
2.3.	Esquema de un sistema de muros de dos pisos. En (a) las propiedades del sistema, en (b) fuerzas de pisos y deformada de los elementos. Fuente: Rutenberg (2004)	6
2.4.	Modelo utilizado para el análisis de muros acoplados. Fuente: Beyer <i>et al.</i> (2014)	7
2.5.	Esquema de la ecuación 2.4.	9
2.6.	Distribución aproximada de momento en la altura para un muro acoplado. Fuente: Massone y Alfaro (2016).	10
3.1.	Vista aérea sobre la Torre A (recuadro verde). Fuente: Google Earth, 2016.	13
3.2.	Planta Cielo 3 <sup>er</sup> Subterráneo. Fuente: René Lagos Ingenieros Asociados, en Bustos (2016).	14
3.3.	Planta Cielo Piso Tipo. Fuente: René Lagos Ingenieros Asociados, en Bustos (2016).	15
3.4.	Planta piso tipo con vigas de acople, en el modelo en ETABS. Fuente: Bustos (2016).	16
3.5.	Modelo momento-rotación para rótulas. Fuente: Perform Components and Elements (2006).	17
3.6.	Extracto del plano de enfierradura de losa para el cielo del piso tipo, con la armadura dispuesta para algunos refuerzos de losa. Fuente: René Lagos Ingenieros Asociados.	18
3.7.	Curva tensión-deformación utilizada para el acero. Fuente: Bustos (2016).	19
3.8.	Curva compresión-deformación utilizada para ambos tipos de hormigón. Fuente: Bustos (2016).	20
3.9.	Proceso de modelación de los muros en Perform-3D. Fuente: René Lagos Ingenieros Asociados (arriba) y Perform-3D (abajo).	20
3.10.	Envoltorio de curvatura en el eje Y para los muros de estudio, registro de Concepción x2,5. Fuente: Bustos (2016).	22
4.1.	Muros escogidos para análisis y los nombres asignados a cada uno.	24
4.2.	Envoltorio de deformación axial en tracción, para cada nodo de cada muro. Registro de Iquique Chipana.	25
4.3.	Componentes en aceleración registradas de la estación Concepción Centro para el terremoto del Maule de 2010, amplificadas por 1,5.	26

4.4.	Espectros de desplazamiento relativo para ambas componentes horizontales del registro de Concepción. Diferentes niveles de amplificación. . . . .	26
4.5.	Envolvente de deformación axial en tracción, para fibra más traccionada de cada muro. Modelos NL incompleto y NL completo. Registro de Concepción x1,5. . . . .	28
4.6.	Envolvente de carga axial en altura para cada muro. Modelos NL incompleto y NL completo. Registro de Concepción x1,5. . . . .	29
4.7.	Envolvente de corte en eje X en altura para cada muro. Modelos NL incompleto y NL completo. Registro de Concepción x1,5. . . . .	29
4.8.	Envolvente de corte en eje Y en altura para cada muro. Modelos NL incompleto y NL completo. Registro de Concepción x1,5. . . . .	30
4.9.	Envolvente de momento con respecto al eje Y en altura para cada muro. Modelos NL incompleto y NL completo. Registro de Concepción x1,5. . . . .	30
4.10.	Envolvente de momento con respecto al eje X en altura para cada muro. Modelos NL incompleto y NL completo. Registro de Concepción x1,5. . . . .	31
4.11.	Momento en el tiempo en el subterráneo -3 para el muro 13T, junto con los valores seleccionados para el cálculo de la razón $M/V$ . Registro de Concepción x1,5. . . . .	32
4.12.	Relación $M/V$ en el tiempo, para los muros de estudio y en ambas direcciones, con respecto al subterráneo -3. Registro de Concepción x1,5. . . . .	33
4.13.	Promedio y dispersión de la relación $M/V$ para los muros de estudio y en ambas direcciones, con respecto al subterráneo -3. Registro de Concepción x1,5. . . . .	33
4.14.	Relación $M/V$ en el tiempo, para los muros de estudio y en ambas direcciones, con respecto al piso 1. Registro de Concepción x1,5. . . . .	34
4.15.	Promedio y dispersión de la relación $M/V$ para los muros de estudio y en ambas direcciones, con respecto al piso 1. Registro de Concepción x1,5. . . . .	34
4.16.	Promedio y dispersión de la relación $M/V$ para la planta completa, en ambas direcciones y con respecto al subterráneo -3 y al piso 1. Registro de Concepción x1,5. . . . .	35
4.17.	Planta tipo en Perform-3D. Los elementos en rojo representan vigas de acople entre muros. . . . .	36
4.18.	(a) Diafragma aplicado en el piso tipo, los círculos rosados definen los nodos que están considerados en el <i>constraint</i> ; (b) diafragma aplicado en el nuevo modelo, dejando libre los nodos en el rectángulo verde cercanos al muro 13T. . . . .	38
4.19.	Esquema que representa el proceso seguido para recoger el efecto de las cargas axiales de acople sobre la razón $M/V$ . (a) Muro no acoplado; (b) muro acoplado mediante refuerzos de losa. . . . .	39
4.20.	Refuerzos de losa (en rojo) que llegan al muro 13T, en Perform-3D. . . . .	40
4.21.	Cargas de acople del piso $i$ sobre el muro 13T al moverse en la dirección flexible (eje Y). . . . .	41
4.22.	Ubicación de la resultante de carga lateral para el muro 13T, con respecto al subterráneo -3 y al piso 1. Aporte del momento en extremos de vigas de acople. Registro de Concepción x1,5. . . . .	41
4.23.	Ubicación de la resultante de carga lateral para el muro 13T en el eje Y, con respecto al subterráneo -3. Aportes de cargas axiales y corte. Registro de Concepción x1,5. . . . .	43

4.24. Ubicación de la resultante de carga lateral para el muro 13T en el eje Y, con respecto al piso 1. Aportes de cargas axiales y corte. Registro de Concepción x1,5. . . . .	43
5.1. Planta tipo del modelo 2D en Perform-3D. Se ve en (a) los refuerzos de losa en rojo; en (b) el diafragma utilizado en la planta tipo. . . . .	46
5.2. Comparación de respuesta en desplazamiento de techo en el eje Y, muro 13T. Modelos 2D y 3D. Registro de Concepción x1,5. . . . .	48
5.3. Comparación de respuesta en desplazamiento de techo en el eje X, muro 13T. Modelos 2D y 3D. Registro de Concepción x1,5. . . . .	48
5.4. Identificación de los diferentes nodos donde se calcula deformación, para el muro 13T. . . . .	49
5.5. Envolvente de deformación axial en tracción, para cada nodo del muro 13T, en modelos 2D y 3D. Registro de Concepción x1,5. . . . .	49
5.6. Movimiento de la sección del muro 13T en el piso 21, para un mismo instante de tiempo. Registro de Concepción x1,5. . . . .	50
5.7. Resultante de la carga lateral para el muro 13T en modelo 2D, con respecto al subterráneo -3 y al piso 1. Registro de Concepción x1,5. . . . .	51
5.8. Distribución de momento en la altura, para algunos de los instantes utilizados en el análisis. Modelo 2D, registro de Concepción x1,5. . . . .	52
5.9. Distribución de momento en la altura, para algunos de los instantes utilizados en el análisis. Modelo 3D, registro de Concepción x1,5. . . . .	53
5.10. Envolvente de deformación axial en tracción, para cada nodo del muro 13T, en modelo 2D. Registro de Concepción x2,5 y x3,5. . . . .	54
5.11. Resultante de la carga lateral para el muro 13T en modelo 2D, con respecto al subterráneo -3 y al piso 1. Registro de Concepción x2,5. . . . .	55
5.12. Resultante de la carga lateral para el muro 13T en modelo 2D, con respecto al subterráneo -3 y al piso 1. Registro de Concepción x3,5. . . . .	56
5.13. Distribución de momento en la altura, para algunos de los instantes utilizados en el análisis. Modelo 2D, registro de Concepción x2,5. . . . .	57
5.14. Distribución de momento en la altura, para algunos de los instantes utilizados en el análisis. Modelo 2D, registro de Concepción x3,5. . . . .	57
5.15. Resultante de la carga lateral para la planta completa y el muro 13T en modelo 2D, con respecto al subterráneo -3. . . . .	58
5.16. Resultante de la carga lateral para la planta completa y el muro 13T en modelo 2D, con respecto al piso 1. . . . .	58
5.17. Resultante de la carga lateral para el muro 13T en modelo 3D, con respecto al subterráneo -3 y al piso 1. Registro de Concepción x1,5 y x2,5. . . . .	60
5.18. Planta del modelo bidimensional con los dos muros que forman el sistema estructural. . . . .	61
5.19. Desplazamiento de techo para el nodo 2 del muro 13T (arriba), instantes de tiempo relevantes para el análisis en verde (abajo). Registro de Concepción x5. . . . .	63
5.20. Distribución de momento y corte en la altura del muro 13T para los instantes de interés, así como las razones $M/V$ respectivas. Registro de Concepción x5. . . . .	64
5.21. Distribución de deformaciones en altura del muro 13T para los instantes de interés. Registro de Concepción x5. . . . .	65

5.22. Distribución de deformaciones en altura del muro 13T para instantes posteriores ( $t = 30,5$ [s]). Registro de Concepción x5. . . . .	66
5.23. Distribución de deformaciones en altura del muro 13T para instantes posteriores ( $t = 31$ [s]). Registro de Concepción x5. . . . .	66