

# Tabla de Contenido

<b>Capítulo 1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación.....	1
1.2. Antecedentes generales.....	1
1.3. Antecedentes específicos.....	2
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivos generales.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Organización de la Memoria de Título.....	4
<b>Capítulo 2. Marco teórico .....</b>	<b>6</b>
2.1. Tipos de conexiones en marcos de acero.....	6
2.2. Comportamiento de conexiones en marcos de momento .....	7
2.3. Conexión de momento DST .....	7
2.4. Swanson et al. (2000) .....	9
2.4.1. Ensayos sobre T-stubs aislados .....	9
2.4.2. Ensayo sobre conexiones DST a escala real.....	11
2.5. Piluso et al. (2001).....	12
2.6. Girão Coelho et al. (2004) .....	14
2.7. Experiencias realizadas en Chile .....	15
<b>Capítulo 3. Diseño de probetas.....</b>	<b>18</b>
3.1. Sistema estructural.....	18
3.2. Descripción de la instalación experimental .....	19
3.3. Protocolo de carga .....	19
3.4. Filosofía de diseño.....	21
3.4.1. Marco rígido especial (SMF).....	21
3.4.2. Diseño Columna Fuerte – Viga Débil .....	21
3.4.3. Diseño por Capacidad.....	22
3.5. Diseño de vigas y columnas .....	23
3.5.1. Capacidad sísmica .....	23
3.5.2. Diseño a compresión .....	24
3.5.3. Diseño a corte .....	25
3.5.4. Diseño a flexión.....	26
3.6. Diseño de perfiles T soldados.....	28
3.6.1. Corte en los pernos del alma.....	29
3.6.2. Fractura del área neta del alma .....	29
3.6.3. Fluencia de las alas .....	30
3.6.4. Tracción de los pernos del ala .....	30
3.6.5. Bloque de corte.....	31

3.7.	Placas de continuidad .....	32
3.8.	Zona panel .....	33
3.8.1.	Esfuerzo de corte en la zona panel .....	33
3.8.2.	Resistencia a la fluencia por corte de la zona panel .....	34
3.9.	Llave de corte .....	35
3.10.	Soldaduras .....	35
3.11.	Materiales .....	36
3.11.1.	Acero estructural.....	36
3.11.2.	Pernos de conexión.....	36
3.11.3.	Electrodo de soldadura .....	38
3.12.	Modificaciones en el diseño original.....	38
3.13.	Dimensiones finales.....	39
3.14.	Momentos de falla en la cara de la columna .....	42
<b>Capítulo 4.</b>	<b>Ensayo de materiales .....</b>	<b>44</b>
4.1.	Probetas planas de acero ASTM A36.....	44
4.1.1.	Metodología de ensayo.....	44
4.1.2.	Presentación y análisis de resultados.....	46
4.2.	Pernos de acero ASTM A490.....	49
4.2.1.	Metodología de ensayo.....	49
4.2.2.	Presentación y análisis de resultados.....	50
<b>Capítulo 5.</b>	<b>Metodología experimental e instrumentación.....</b>	<b>52</b>
5.1.	Montaje experimental.....	52
5.1.1.	Tensado de barras de anclaje .....	53
5.1.2.	Pretensión de pernos .....	54
5.2.	Actuador hidráulico .....	55
5.3.	Instrumentación de ensayo .....	56
5.3.1.	Deformación entre piso .....	57
5.3.2.	Rotación total en vigas y conexiones .....	58
5.3.3.	Deformación de la zona panel .....	58
5.3.4.	Desplazamiento en apoyos vigas y columna .....	59
5.3.5.	Fuerza aplicada por el actuador hidráulico.....	60
5.3.6.	Reacción en apoyos de viga.....	60
5.3.7.	Sistema de adquisición de datos .....	61
5.3.8.	Calibraciones .....	63
5.4.	Modificaciones a la instalación experimental .....	64
5.4.1.	Rectificación de pieza.....	64
5.4.2.	Restricción lateral adicional en vigas .....	64
<b>Capítulo 6.</b>	<b>Presentación y análisis de resultados .....</b>	<b>66</b>
6.1.	Ecuaciones de reducción de datos .....	66
6.1.1.	Rotación entre piso .....	66

6.1.2.	Rotación total en la viga .....	66
6.1.3.	Rotación total en la conexión .....	67
6.1.4.	Deformación angular de la zona panel .....	67
6.1.5.	Momento.....	67
6.1.6.	Momento en la(s) viga(s).....	67
6.1.7.	Corte en la zona panel .....	68
6.1.8.	Energía disipada .....	68
6.2.	Respuesta general en especímenes de ensayo .....	68
6.3.	Espécimen SE-01.....	69
6.4.	Espécimen SE-02(a).....	75
6.5.	Espécimen SE-02(b).....	82
6.6.	Comparación entre especímenes .....	91
<b>Capítulo 7.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>93</b>
7.1.	Conclusiones.....	93
7.2.	Recomendaciones .....	95
<b>Bibliografía.....</b>		<b>97</b>
<b>Apéndice A.</b>	<b>Diseño de probetas.....</b>	<b>99</b>
A.1.	Diseño de viga .....	99
A.2.	Diseño de columna .....	105
A.3.	Diseño de conexiones con perfiles T soldados.....	114
A.4.	Diseño de <i>End-Plate</i> en base de columna .....	137
A.5.	Diseño de <i>End-Plate</i> en zona superior de columna.....	140
<b>Apéndice B.</b>	<b>Resultados de ensayos de materiales.....</b>	<b>142</b>
B.1.	Probetas planas de acero ASTM A36.....	142
B.2.	Pernos de acero ASTM A490.....	155
<b>Apéndice C.</b>	<b>Resultados experimentales de conexiones de momento .....</b>	<b>161</b>
C.1.	Espécimen SE-01.....	161
C.2.	Espécimen SE-02(a).....	165
C.3.	Espécimen SE-02(b).....	169
<b>Apéndice D.</b>	<b>Planos de fabricación .....</b>	<b>173</b>

# Índice de Tablas

Tabla 2.1: Modos de falla de un perfil T-stub (Bravo, 2013).....	16
Tabla 3.1: Etapas de carga.....	20
Tabla 3.2: Características de cada ensayo. ....	23
Tabla 3.3: Dimensiones de vigas y columnas para cada espécimen. ....	39
Tabla 3.4: Parámetros de cada T-stub (ver Figura 3.11).....	39
Tabla 3.5: Valores asociados a la falla de cada espécimen. ....	42
Tabla 3.6: Valores de R (reacción en apoyos de vigas) y P (fuerza actuador) para alcanzar la falla. .....	43
Tabla 4.1: Parámetros iniciales de cada probeta $e = 12\text{mm}$ . ....	45
Tabla 4.2: Resumen de muestras enviadas a SCI (Apéndice B). ....	45
Tabla 4.3: Parámetros iniciales de cada probeta confeccionada por SCI (Apéndice B). ....	46
Tabla 4.4: Dimensiones post-ruptura de las probetas planas de espesor 12 [mm]. ....	47
Tabla 4.5: Propiedades mecánicas obtenidas del ensayo de probetas planas de espesor 12 [mm]. .....	48
Tabla 4.6: Dimensiones post-ruptura de probetas ensayadas por SCI (Apéndice B).....	48
Tabla 4.7: Propiedades mecánicas obtenidas de los ensayos realizados por SCI (Apéndice B)...	49
Tabla 4.8: Promedio de las propiedades mecánicas del acero ASTM A36.....	49
Tabla 4.9: Propiedades mecánicas de las probetas ensayadas por CESMEC (Apéndice B).....	50
Tabla 4.10: Promedio de las propiedades mecánicas del acero ASTM A490.....	51
Tabla 5.1: Tensión en barras de anclaje. ....	54
Tabla 5.2: Pernos y barras roscadas con torque aplicado. ....	54
Tabla 5.3: Canal en el que se conecta cada sensor .....	62
Tabla 5.4: Propiedades de LVDTs utilizados.....	63
Tabla 5.5: Propiedades de inclinómetros utilizados. ....	63
Tabla 5.6: Propiedades de la celda de carga ubicada en el actuador hidráulico.....	63
Tabla 5.7: Propiedades de las celdas de carga para medir la reacción en las vigas. ....	63
Tabla 6.1: Resumen de resultados. ....	69

# Índice de Figuras

Figura 1.1: Conexión WUF - utilizada antes del terremoto de Northridge (adaptada de FEMA 350, 2000).....	2
Figura 1.2: Criterio Columna Fuerte – Viga Débil.....	3
Figura 2.1: Curva momento-rotación típica bajo carga monotónica (Swanson et al., 2000). .....	7
Figura 2.2: Conexión DST. ....	8
Figura 2.3: Efecto de apalancamiento en el ala de un T-stub (Swanson, 2002).....	8
Figura 2.4: Componentes de un T-stub. ....	9
Figura 2.5: Modos de falla posibles en las alas del T-stub (Piluso et al. 2001). ....	12
Figura 2.6: Ensayo de las probetas (Piluso et al. 2001).....	13
Figura 2.7: T-stubs identificados en una conexión con placa de extremo apernada (Coelho et al. 2004).....	14
Figura 2.8: Modelo de elementos finitos de un T-stub en ANSYS (Desjouis, 2006). ....	15
Figura 3.1: Esquema del sistema estructural en análisis. ....	18
Figura 3.2: Instalación experimental (diseñada y ensamblada por Núñez, 2016).....	19
Figura 3.3: Protocolo de carga cíclica FEMA/SAC, idéntico al del código AISC 341 – Cap. K2.4b (2010).....	20
Figura 3.4: Geometría de un perfil T (FEMA 350, 2000). ....	28
Figura 3.5: Falla por bloque de corte en el centro (izquierda) y bordes (derecha) del alma del perfil T (FEMA, 2000). ....	31
Figura 3.6: Falla por bloque de corte en las alas de la viga (FEMA, 2000).....	31
Figura 3.7: Definición del “área-k” (Fuente: Alacero).....	33
Figura 3.8: Diagrama de cuerpo libre de la zona panel. ....	34
Figura 3.9: Pernos estructurales fuera de la conexión, involucrados directamente en cada ensayo. ....	37
Figura 3.10: Esquema del espécimen SE-02 modificado. ....	38
Figura 3.11: Dimensiones de un T-stub.....	39
Figura 3.12: Detalle de conexión de SE-01(DBT2). ....	40
Figura 3.13: Detalle de conexión de SE-02(DBT1). ....	40
Figura 3.14: Detalle de conexión de SE-03(DBT1). ....	41
Figura 3.15: Detalle de conexión de SE-04(DBT1). ....	41
Figura 4.1: Geometría y dimensiones en [mm] de cada probeta plana, según ASTM E8/E8M – 15. ....	44