

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
TABLA DE CONTENIDO.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
1.1. Motivación.....	- 1 -
1.2. Objetivos.....	- 2 -
1.3. Metodología.....	- 2 -
1.4. Organización de la Tesis.....	- 3 -
CAPÍTULO 2 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.....	- 5 -
2.1. Introducción.....	- 5 -
2.2. Estudios analíticos de muros bandera.....	- 5 -
2.3. Ensayos previos de muros con discontinuidades.....	- 9 -
2.4. Fotogrametría.....	- 11 -
2.5. Puntal-tensor.....	- 19 -
2.5.1. Región B – Región D.....	- 21 -
2.5.2. Creación del modelo puntal-tensor.....	- 22 -
2.5.3. Procedimiento de verificación.....	- 22 -
2.5.4. Verificación de tensores.....	- 23 -
2.5.5. Verificación de zonas nodales.....	- 23 -
2.5.6. Verificación de puntales.....	- 24 -
CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS.....	- 28 -
3.1. Introducción.....	- 28 -
3.2. Descripción del laboratorio y sus implementos.....	- 28 -
3.2.1. Marco de Acero.....	- 29 -
3.2.2. Actuador.....	- 30 -
3.2.3. Gatos hidráulicos.....	- 31 -
3.2.4. Celda de carga.....	- 31 -
3.2.5. Bombas hidráulicas.....	- 31 -

3.3.	Diseño y fabricación de probetas.....	- 32 -
3.3.1.	Armadura de refuerzo de probetas.....	- 33 -
3.3.2.	Fabricación de probetas .....	- 39 -
3.3.2.	Resistencia de materiales.....	- 42 -
3.4.	Instrumentos de medición.....	- 44 -
3.5.	Montaje .....	- 47 -
3.5.1.	Carga axial.....	- 47 -
3.5.2.	Carga lateral.....	- 48 -
3.5.3.	Restricción lateral.....	- 49 -
3.5.4.	Patrón de manchas para Fotogrametría .....	- 50 -
3.5.5.	Esquema final del Ensayo.....	- 50 -
CAPÍTULO 4 VERIFICACIÓN DE RESULTADOS POR FOTOGRAMETRÍA.....		- 53 -
4.1	Introducción.....	- 53 -
4.1	Descripción del software .....	- 53 -
4.2	Precisión de la medición .....	- 56 -
4.2	Comparación de desplazamientos entre Fotogrametría y LVDTs.....	- 60 -
4.2.1.	Desplazamiento a la altura de $L_{sup}$ .....	- 62 -
4.2.2.	Desplazamiento a la altura de $L_{inf}$ .....	- 63 -
4.2.3.	Desplazamientos verticales internos.....	- 64 -
4.2.5	Análisis de sensibilidad para comparación de LVDTs internos.....	- 67 -
CAPÍTULO 5 RESULTADOS .....		- 69 -
5.1.	Introducción.....	- 69 -
5.2.	Respuesta general .....	- 69 -
5.3.	Deformación vertical unitaria $\epsilon_{yy}$ y Curvatura .....	- 91 -
5.5.	Deformación unitaria en direcciones principales.....	- 109 -
5.6.	Modelo Puntal-tensor.....	- 116 -
5.6.1.	Elección del modelo Puntal Tensor .....	- 119 -
5.6.2.	Variaciones en el Modelo elegido.....	- 122 -
5.6.3.	Descripción de resultados y comparación con Resultados Experimentales.....	- 124 -
5.7	Comparación con modelo analítico propuesto por Ahumada (2014).....	- 151 -
5.7.1.	Desplazamiento de fluencia .....	- 151 -
5.7.2.	Largo de rótula plástica.....	- 153 -

5.7.3. Curvatura última.....	- 155 -
CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES .....	- 159 -
BIBLIOGRAFÍA .....	- 162 -
ANEXO A POSICIÓN DE STRAIN GAGES Y LVDTs EN LAS PROBETAS.....	- 165 -
A.1. Posición de LVDTs utilizados en el muro. ....	- 165 -
A.2. Posición de Strain Gages utilizados en el muro.....	- 173 -
ANEXO B ENSAYO DE RESISTENCIA DE BARRAS A TRACCIÓN.....	- 178 -

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción de las dimensiones de cada probeta .....	- 32 -
Tabla 2: Resistencia de hormigón en relación al tiempo de fraguado.....	- 43 -
Tabla 3: Resistencia de acero por diámetro de barra.....	- 44 -
Tabla 4: Datos de captura cámara EOS Rebel T5 .....	- 46 -
Tabla 5: Datos de captura cámara EOS Rebel T3i.....	- 46 -
Tabla 6: Fuerza axial real aplicada en cada ensayo.....	- 48 -
Tabla 7: Desplazamientos de fluencia y rotura en cada probeta según ecuaciones de Ahumada, (2014). -	49
-	
Tabla 8 Parámetros en Ncorr utilizados en ensayos oficiales para ambos enfoques de cámara .....	- 56 -
Tabla 9: Tamaño de cada pixel para cada cámara, medido en <i>mmpixel</i> .....	- 57 -
Tabla 10: Datos estadísticos de error por montaje y formulación del software Probeta 1, Cámara T3i .	- 59 -
Tabla 11: Datos estadísticos de error por montaje y formulación del software Probeta 2, Cámara T3i .	- 60 -
Tabla 12: Comparación de desplazamientos de Techo entre LVDT y Fotogrametría .....	- 63 -
Tabla 13: Comparación del desplazamiento a mitad de altura del pedestal entre LVDTs y Fotogrametría ..	- 63 -
63 -	
Tabla 14: Comparación de desplazamientos verticales acumulados entre LVDTs y Fotogrametría.....	- 66 -
Tabla 15: Comparación de desplazamientos verticales internos entre LVDTs y Fotogrametría lado izquierdo.....	- 66 -
Tabla 16: Comparación de desplazamientos verticales internos entre LVDTs y Fotogrametría lado derecho .....	- 66 -
66 -	
Tabla 17: Comparación de desplazamientos verticales internos entre LVDTs y Fotogrametría bajo un análisis de sensibilidad .....	- 67 -
Tabla 18: Resumen de comparación entre LVDTs y Fotogrametría de todas las probetas.....	- 68 -
Tabla 19: Ubicación magnitud de correcciones de desplazamiento de techo .....	- 70 -
Tabla 20: Pendiente y rigidez de respuesta Probeta 1 en curva Carga vs. Desplazamiento.....	- 76 -
Tabla 21: Pendiente y rigidez de respuesta Probeta 2 en curva Carga vs. Desplazamiento.....	- 80 -
Tabla 22: Pendiente y rigidez de respuesta Probeta 3 en curva Carga vs. Desplazamiento.....	- 85 -
Tabla 23: Pendiente y rigidez de respuesta Probeta 4 en curva Carga vs. Desplazamiento.....	- 88 -
Tabla 24: Rigidez inicial de cada probeta en ambos sentidos de desplazamiento .....	- 90 -
Tabla 25: Distancia entre las fibras de tracción-compresión estudiadas .....	- 92 -
Tabla 26: Curvatura de Fluencia según ecuación ( 2 ) .....	- 95 -
Tabla 27: Resumen de datos de deformación para deriva de 1.35%.....	- 108 -
Tabla 28: Resumen de datos de deformación para deriva de 2% .....	- 108 -
Tabla 29: Resumen de datos de deformación para deriva de 3% .....	- 108 -
Tabla 30: Porcentaje de armadura vertical distribuida otorgada a cada borde, para todas las probetas -	118 -
Tabla 31: Resumen fuerza resistente, solicitante y Factor de Utilización para modelo probeta 1 asociada al 3% nominal de la deriva de techo .....	- 130 -
Tabla 32: Resumen fuerza resistente, solicitante y Factor de Utilización para modelo probeta 2 frente a una carga hacia la derecha asociada al 3% nominal de la deriva de techo.....	- 135 -
Tabla 33: Resumen fuerza resistente, solicitante y Factor de Utilización para modelo probeta 2 frente a una carga hacia la izquierda asociada al 3% nominal de la deriva de techo .....	- 138 -

Tabla 34: Resumen fuerza resistente, solicitante y Factor de Utilización para modelo probeta 3 frente a una carga hacia la derecha asociada al 3% nominal de la deriva de techo.....	- 142 -
Tabla 35: Resumen fuerza resistente, solicitante y Factor de Utilización para modelo probeta 3 frente a una carga hacia la izquierda asociada al 3% nominal de la deriva de techo .....	- 144 -
Tabla 36: Resumen fuerza resistente, solicitante y Factor de Utilización para modelo probeta 3 frente a una carga hacia la derecha asociada al 3% nominal de la deriva de techo.....	- 148 -
Tabla 37: Resumen fuerza resistente, solicitante y Factor de Utilización para modelo probeta 3 frente a una carga hacia la izquierda asociada al 3% nominal de la deriva de techo .....	- 151 -
Tabla 38: Comparación de desplazamiento de techo entre resultados experimentales y analíticos.....	- 153 -
Tabla 39: Deriva real de cada Probeta, calculada como el promedio de los peaks del nivel correspondiente	154 -
Tabla 40: Longitud de rótula plástica obtenida por modelos analíticos y resultado experimental.....	- 155 -
Tabla 41: Curvatura última obtenida por modelos analíticos y resultado experimental .....	- 156 -
Tabla 42: Curvatura última obtenida por modelos analíticos y resultado experimental luego de corregir el parámetro $\beta$ .....	- 158 -
Tabla 43: Tabla que recuenta los LVDTs que forman parte de la toma de datos para cada probeta ....	- 166 -
Tabla 44: Posición de Strain Gages para todos los casos.....	- 173 -

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Daño en edificio ante una discontinuidad tipo bandera (Massone et al. 2016?).....	- 1 -
Figura 2: Curvaturas muro bandera vs rectangular con aberturas del 20% del largo total. Imagen extraída de Massone et al. (2015) .....	- 8 -
Figura 3: Esquema y armadura de probeta RW3-O. Imagen extraída de Taylor et al. (1998).....	- 9 -
Figura 4: Esquema y armadura de Probeta RW2 .....	Imagen extraída de Thomsen IV & Wallace (1995) - 10 -
Figura 5: Curva Carga lateral versus desplazamiento. a) Probeta RW3-O. Imagen extraída de Taylor et al. (1998); b) Probeta RW2. Imagen extraída de Thomsen IV & Wallace (1995).....	- 11 -
Figura 6: Ensayo de Inzunza (2014). .....	- 12 -
Figura 7: Descripción de posición para obtener deformaciones. Figura extraída de memoria de Ernesto Inzunza (2014).....	- 14 -
Figura 8: Esquema de optimización no lineal para encontrar el mejor coeficiente de correlación. Imagen extraída de <a href="http://www.ncorr.com/index.php/dic-algorithms">http://www.ncorr.com/index.php/dic-algorithms</a> .....	- 17 -
Figura 9: Esquema explicativo de la forma en que Ncorr cubre el campo completo de interés. Imagen extraída de <a href="http://www.ncorr.com/index.php/dic-algorithms">http://www.ncorr.com/index.php/dic-algorithms</a> .....	- 18 -
Figura 10: Hipótesis de Bernoulli. Imagen extraída de Popov, (2000).....	- 20 -
Figura 11: Principio de Saint Venant. Imagen extraída de Brown et al. (2006) .....	- 20 -
Figura 12: Ejemplos de discontinuidades en un elemento y las dimensiones que adopta la región D. Imagen extraída de Shlaich et al. (1987) .....	- 21 -
Figura 13: Flujo de tensiones $\sigma_{xy}$ en una viga simplemente apoyada con una carga central.....	- 22 -
Figura 14: Esquema de zona nodal .....	- 24 -
Figura 15: Esquema de refuerzo de un puntal.(ACI318-11 2011). .....	- 26 -
Figura 16: Algoritmo para encontrar modelo Puntal-tensor (STM).....	- 27 -
Figura 17: Esquema general del laboratorio.....	- 28 -
Figura 18: Espacio del laboratorio donde se realizan los ensayos, antes y después de la construcción del muro de reacción. ....	- 29 -
Figura 19: Marco de Acero y conexión con la losa.....	- 30 -
Figura 20: Actuador .....	- 30 -
Figura 21: a) Gato hidráulico; b) Celda de carga .....	- 31 -
Figura 22: Bombas hidráulicas.....	- 32 -
Figura 23: Detalle de Armadura Probeta 1.....	- 34 -
Figura 24: Detalle de Armadura Probeta 2.....	- 35 -
Figura 25: Detalle de Armadura Probeta 3.....	- 36 -
Figura 26: Detalle de Armadura Probeta 4.....	- 37 -
Figura 27: Detalle de armadura de fundación. Misma configuración para todas las probetas.....	- 38 -
Figura 28: Proceso de instalación de Strain Gages. a) Remoción de estriado y limpieza; b) Aplicación de Loctite 455 y Araldite; c) Aplicación de silicona; d) Sellado con cinta de embalaje.....	- 39 -
Figura 29: Conexión de Strain Gages con cable de extensión .....	- 40 -
Figura 30: Red de cables de extensión dentro de probeta 3 .....	- 40 -
Figura 31: Momento en que se vierte y se vibra el hormigón en el moldaje. ....	- 41 -
Figura 32: Traslado de probetas .....	- 41 -
Figura 33: Probetas al interior del laboratorio.....	- 42 -
Figura 34: Ensayo a compresión de cilindros de hormigón .....	- 43 -

Figura 35: Ensayo de barra a tracción.....	- 44 -
Figura 36: Ubicación de LVDTs en las probetas .....	- 45 -
Figura 37: Ubicación de Strain Gages en las probetas.....	- 45 -
Figura 38: Instrumentación de deformaciones y desplazamientos. a) Fotogrametría; b) LVDTs; c) Strain Gages.....	- 46 -
Figura 39: Ambas caras de la probeta 2. a) Montaje de Fotogrametría; b) Montaje de LVDTs.....	- 47 -
Figura 40: Esquema de la instalación de carga axial.....	- 48 -
Figura 41: Protocolo de carga de Actuador.....	- 49 -
Figura 42: Esquema de restricción lateral .....	- 49 -
Figura 43: Manchado de puntos para fotogrametría Probeta 1 .....	- 50 -
Figura 44: Procedimientos del montaje. a) Postensado de barras de anclaje; b) Instalación de rótula que conecta al actuador.....	- 51 -
Figura 45: Esquema final del ensayo .....	- 52 -
Figura 46: Ilustración del montaje final .....	- 52 -
Figura 47 Interfaz Ncorr para seleccionar el Área de Interés.....	- 54 -
Figura 48 Interfaz Ncorr para seleccionar los parámetros de análisis.....	- 55 -
Figura 49 Imagen extraída de Blaber y Antoniou (2015). a) Procedimiento sin la opción "subset Truncation"; b) Procedimiento con la opción "subset Truncation" .....	- 55 -
Figura 50: Detección de impresiones debido a montaje y formulación del software para probeta 1. a) Deformación $\epsilon_{xx}$ ; b) Deformación $\epsilon_{xy}$ ; c) Deformación $\epsilon_{yy}$ .....	- 58 -
Figura 51: Detección de impresiones debido a montaje y formulación del software para probeta 1. a) Desplazamiento $u$ ; b) Desplazamiento $v$ .....	- 59 -
Figura 52: Esquema de LVDTs para la corrección del Desplazamiento de Techo.....	- 61 -
Figura 53: Esquema de dos puntos de la matriz de desplazamientos.....	- 61 -
Figura 54: Comparación de desplazamiento de techo entre LVDT y Fotogrametría.....	- 62 -
Figura 55: Comparación de desplazamiento a mitad de altura del pedestal entre LVDT y Fotogrametría ..	- 64 -
Figura 56: Comparación de desplazamientos Verticales acumulados del Lado Izquierdo entre LVDTs y Fotogrametría .....	- 65 -
Figura 57: Comparación de desplazamientos Verticales acumulados del Lado Derecho entre LVDTs y Fotogrametría .....	- 65 -
Figura 58: Corrección de desplazamiento de techo para Probeta 1.....	- 70 -
Figura 59: Corrección de desplazamiento de techo para Probeta 2.....	- 71 -
Figura 60: Corrección de desplazamiento de techo para Probeta 3.....	- 71 -
Figura 61: Corrección de desplazamiento de techo para Probeta 4.....	- 72 -
Figura 62: Ensayo de Probeta 1 ante un 3% de deriva de techo en sentido positivo .....	- 73 -
Figura 63: Primero ciclo del 4% de la deriva en sentido negativo de Probeta 1. Grietas atraviesan el ancho del muro .....	- 73 -
Figura 64: Imágenes del 4% de la deriva para probeta 1 .....	- 74 -
Figura 65: Estado final del muro cuando se llega al 4.4% de la deriva .....	- 74 -
Figura 66: Gráfico de Cargar lateral versus Desplazamiento Probeta 1 .....	- 75 -
Figura 67: Agrietamiento de Probeta 2 ante un desplazamiento en sentido positivo.....	- 77 -
Figura 68: Primer ciclo del 4% de la deriva en Probeta 2 .....	- 77 -
Figura 69: Pandeo de refuerzo longitudinal .....	- 78 -
Figura 70: Desprendimiento del hormigón en la cara donde se instalaron los LVDTs.....	- 78 -
Figura 71: Barras de refuerzo longitudinal cortadas por fatiga del material.....	- 79 -

Figura 72: Gráfico de Cargar lateral versus Desplazamiento Probeta 2 .....	- 80 -
Figura 73: Grietas horizontales ante un desplazamiento en sentido negativo.....	- 81 -
Figura 74: Grietas diagonales ante un desplazamiento en sentido negativo .....	- 82 -
Figura 75: Pérdida de hormigón en la cara principal. 4% de la deriva en sentido negativo .....	- 82 -
Figura 76: Pandeo de barras fuera del plano del muro.....	- 83 -
Figura 77: Pandeo de armadura de borde y armadura distribuida vertical.....	- 83 -
Figura 78: Falla del muro a la altura de la abertura.....	- 84 -
Figura 79: Gráfico de Cargar lateral versus Desplazamiento Probeta 3 .....	- 85 -
Figura 80: Imagen del 4% de la deriva de probeta 4.....	- 86 -
Figura 81: Falla a 1.0m de altura.....	- 87 -
Figura 82: Gráfico de Cargar lateral versus Desplazamiento Probeta 4 .....	- 88 -
Figura 83: Comparación de curva Carga Lateral versus Desplazamiento entre Probeta 1 y Probeta 4 ..	- 90 -
Figura 84: Forma de falla para cada probeta: (a) Muro 1; (b) Muro 2; (c) Muro 3; (d) Muro 4.....	- 91 -
Figura 85: Esquema explicativo de medición de curvatura por deformación en las fibras extremas .....	- 92 -
Figura 86: Perfil de deformación $\epsilon_{yy}$ a nivel de la base para desplazamiento en sentido positivo.....	- 93 -
Figura 87: Comparación entre ambos métodos para calcular curvatura: Considerando solo los extremos; Considerando el perfil completo de deformaciones .....	- 94 -
Figura 88: Deformación unitaria $\epsilon_{yy}$ de cada borde que se encuentra en tracción, registrada por cámara con enfoque global. a) Probeta 1; b) Probeta 2; c) Probeta 3; d) Probeta 4 .....	- 96 -
Figura 89: Curvatura registrada por cámara con enfoque global. a) Probeta 1; b) Probeta 2; c) Probeta 3; d) Probeta 4.....	- 97 -
Figura 90: Perfil de deformaciones verticales $\epsilon_{yy}$ Muro 1, para una deriva del 3%: a) Sentido positivo; b) Sentido negativo.....	- 98 -
Figura 91: Deformación unitaria $\epsilon_{yy}$ de cada borde que se encuentra en tracción de la probeta 2. A la izquierda es tomada con cámara de enfoque global y a la derecha con enfoque local.....	- 100 -
Figura 92: Campo de deformación a través de cámara de enfoque local.....	- 101 -
Figura 93: Perfil de deformación $\epsilon_{yy}$ Muro 2, para una deriva del 3%: a) Sentido negativo; b) Sentido positivo.....	- 102 -
Figura 94: Deformación unitaria $\epsilon_{yy}$ de cada borde que se encuentra en tracción de la probeta 3, tomada con cámara de enfoque global.....	- 103 -
Figura 95: Perfil de deformación $\epsilon_{yy}$ Muro 3, para una deriva del 3%: a) Sentido negativo; b) Sentido positivo.....	- 104 -
Figura 96: Deformación unitaria $\epsilon_{yy}$ de cada borde que se encuentra en tracción de la probeta 4, tomada con cámara de enfoque local .....	- 106 -
Figura 97: Perfil de deformación $\epsilon_{yy}$ Muro 4, para una deriva del 3%: a) Sentido negativo; b) Sentido positivo.....	- 107 -
Figura 98: Representación del círculo de Mohr que resuelve el problema de las direcciones principales ....	- 110 -
Figura 99: Campo de deformaciones principales para Probeta 1 al 3% de la deriva. En orden de izquierda a derecha: $\epsilon_{22}$ ; $\epsilon_{12}$ ; $\epsilon_{11}$ . Fila superior: Sentido Negativo. Fila inferior: Sentido Positivo.....	- 111 -
Figura 100: Campo de deformaciones principales para Probeta 2 al 3% de la deriva. En orden de izquierda a derecha: $\epsilon_{22}$ ; $\epsilon_{12}$ ; $\epsilon_{11}$ . Fila superior: Sentido Negativo. Fila inferior: Sentido Positivo. ....	- 113 -
Figura 101: Campo de deformaciones principales para Probeta 3 al 3% de la deriva. En orden de izquierda a derecha: $\epsilon_{22}$ ; $\epsilon_{12}$ ; $\epsilon_{11}$ . Fila superior: Sentido Negativo. Fila inferior: Sentido Positivo. ....	- 114 -
Figura 102: Campo de deformaciones principales para Probeta 4 al 3% de la deriva En orden de izquierda a derecha: $\epsilon_{22}$ ; $\epsilon_{12}$ ; $\epsilon_{11}$ . Fila superior: Sentido Negativo. Fila inferior: Sentido Positivo. ....	- 116 -

Figura 103: Esquema de modelos puntal-tensor escogidos. a) Empuje hacia la izquierda; b) Empuje hacia la derecha .....	- 121 -
Figura 104: Modelo puntal tensor que no representan la condición real de las probetas en sentido negativo de la carga. a) Modelo utilizado; b) Modelo con fallas.....	- 123 -
Figura 105: Modelo puntal tensor que no representan la condición real de las probetas en sentido positivo de la carga. a) Modelo utilizado; b) Modelo con fallas.....	- 124 -
Figura 106: Creación de modelo Puntal-tensor para probeta 1 con carga lateral hacia la izquierda. a) Deformaciones máximas de tracción; b) Modelo sobrepuesto en la armadura; c) Comparación de fuerzas entre puntal tensor y fotogrametría [tonf].....	- 126 -
Figura 107: Diferencia de desplazar el Tensor 3 hacia abajo. a) Posición original a 2075mm; b) Posición a 1750mm.....	- 127 -
Figura 108: Estado de utilización para Probeta 1 ante distintos estados de carga lateral. a) Primera fluencia de barras extremas; b) Fluencia de todas las barras en tracción; c) Carga al 3% de la deriva. ....	- 128 -
Figura 109: Ubicación de las cargas de análisis en el gráfico de carga lateral versus desplazamiento, Probeta 1.....	- 129 -
Figura 110: Creación de modelo Puntal-tensor para probeta 2 con carga lateral hacia la derecha. a) Deformaciones máximas de tracción; b) Modelo sobrepuesto en la armadura; c) Comparación de fuerzas entre puntal tensor y fotogrametría [tonf].....	- 133 -
Figura 111: Creación de modelo Puntal-tensor para probeta 2 con carga lateral hacia la izquierda. a) Deformaciones máximas de tracción; b) Modelo sobrepuesto en la armadura; c) Comparación de fuerzas entre puntal tensor y fotogrametría [tonf].....	- 133 -
Figura 112: Estado de utilización para Probeta 2 ante distintos estados de carga lateral hacia la derecha. a) Primera fluencia de barras extremas; b) Fluencia de todas las barras en tracción; c) Carga al 3% de la deriva.....	- 135 -
Figura 113: Estado de utilización para Probeta 2 ante distintos estados de carga lateral hacia la izquierda. a) Primera fluencia de barras extremas; b) Fluencia de todas las barras en tracción; c) Carga al 3% de la deriva.....	- 136 -
Figura 114: Ubicación de las cargas de análisis en gráfico de carga lateral vs desplazamiento, Probeta 2... -	138 -
Figura 115: Creación de modelo Puntal-tensor para probeta 3 con carga lateral hacia la derecha. a) Deformaciones máximas de tracción; b) Modelo sobrepuesto en la armadura; c) Comparación de fuerzas entre puntal tensor y fotogrametría [tonf].....	- 139 -
Figura 116: Creación de modelo Puntal-tensor para probeta 3 con carga lateral hacia la izquierda. a) Deformaciones máximas de tracción; b) Modelo sobrepuesto en la armadura; c) Comparación de fuerzas entre puntal tensor y fotogrametría [tonf].....	- 140 -
Figura 117: Estado de utilización para Probeta 3 ante distintos estados de carga lateral hacia la derecha. a) Primera fluencia de barras extremas; b) Fluencia de todas las barras en tracción; c) Carga al 3% de la deriva.....	- 141 -
Figura 118: Estado de utilización para Probeta 3 ante distintos estados de carga lateral hacia la izquierda. a) Primera fluencia de barras extremas; b) Fluencia de todas las barras en tracción; c) Carga al 3% de la deriva.....	- 143 -
Figura 119: Ubicación de las cargas de análisis en gráfico de carga lateral vs desplazamiento, Probeta 3... -	144 -
Figura 120: Creación de modelo Puntal-tensor para probeta 4 con carga lateral hacia la derecha. a) Deformaciones máximas de tracción; b) Modelo sobrepuesto en la armadura; c) Comparación de fuerzas entre puntal tensor y fotogrametría [tonf].....	- 145 -

Figura 121: Distribución de área tributaria sobre la probeta repartida en tres tensores .....	- 146 -
Figura 122: Estado de utilización para Probeta 4 ante distintos estados de carga lateral hacia la derecha. a) Primera fluencia de barras extremas; b) Fluencia de todas las barras en tracción; c) Carga al 3% de la deriva.....	- 147 -
Figura 123: Zona de falla de la probeta 4.....	- 148 -
Figura 124: Creación de modelo Puntal-tensor para probeta 4 con carga lateral hacia la izquierda. a) Deformaciones máximas de tracción; b) Modelo sobrepuesto en la armadura; c) Comparación de fuerzas entre puntal tensor y fotogrametría [tonf].....	- 149 -
Figura 125: Estado de utilización para Probeta 4 ante distintos estados de carga lateral hacia la izquierda. a) Primera fluencia de barras extremas; b) Fluencia de todas las barras en tracción; c) Carga al 3% de la deriva.....	- 149 -
Figura 126: Ubicación de las cargas de análisis en gráfico de carga lateral vs desplazamiento, Probeta 4... -	150 -
Figura 127: Medición de Strain Gages de borde longitudinal para probeta 1 .....	- 152 -
Figura 128: Comparación del largo de rótula plástica entre método MAD y registro experimental. a) Probeta 1; b) Probeta 2; c) Probeta 3; d) Probeta 4 .....	- 154 -
Figura 129: Comparación de curvatura última entre método MAD, método MAC y registro experimental. a) Probeta 1; b) Probeta 2; c) Probeta 3; d) Probeta 4.....	- 156 -
Figura 130: Comparación de curvatura última entre método MAD, método MAC y registro experimental, luego de corregir el parámetro $\beta$ . a) Probeta 1; b) Probeta 2; c) Probeta 3; d) Probeta 4 .....	- 157 -
Figura 131: Nomenclatura de LVDTs.....	- 165 -
Figura 132: Posición de barras que sostienen los LVDTs para probetas 2, 3 y 4. Probeta 1 mantiene la misma posición que la parte rectangular de cada uno. ....	- 166 -
Figura 133: Registro de LVDT para probeta 1. De arriba hacia abajo: Sensores Longitudinales lado izquierdo; Sensores longitudinales lado derecho; Sensores de corte lado izquierdo; Sensores de corte lado derecho. ....	- 167 -
Figura 134: Registro de LVDT para probeta 2. De arriba hacia abajo: Sensores Longitudinales lado izquierdo; Sensores longitudinales lado derecho; Sensores de corte lado izquierdo; Sensores de corte lado derecho. ....	- 168 -
Figura 135: Registro de LVDT para probeta 3. De arriba hacia abajo: Sensores Longitudinales lado izquierdo; Sensores longitudinales lado derecho; Sensores de corte lado izquierdo; Sensores de corte lado derecho. ....	- 169 -
Figura 136: Registro de LVDT para probeta 4. De arriba hacia abajo: Sensores Longitudinales lado izquierdo; Sensores longitudinales lado derecho; Sensores de corte lado izquierdo; Sensores de corte lado derecho. ....	- 170 -
Figura 137: Registro de LVDT de carga axial para probeta 1 .....	- 171 -
Figura 138: Registro de LVDT de carga axial para probeta 2 .....	- 171 -
Figura 139: Registro de LVDT de carga axial para probeta 3 .....	- 172 -
Figura 140: Registro de LVDT de carga axial para probeta 4 .....	- 172 -
Figura 141: Copia de Figura 37: Ubicación de Strain Gages en las probetas .....	- 173 -
Figura 142: Registro de Strain Gages para probeta 1. De arriba hacia abajo: Sensores de la armadura longitudinal izquierda; Sensores de la armadura longitudinal derecha; Sensores armadura horizontal distribuida.....	- 174 -
Figura 143: Registro de Strain Gages para probeta 2. De arriba hacia abajo: Sensores de la armadura longitudinal izquierda; Sensores de la armadura longitudinal derecha; Sensores armadura horizontal distribuida.....	- 175 -

Figura 144: Registro de Strain Gages para probeta 3. De arriba hacia abajo: Sensores de la armadura longitudinal izquierda; Sensores de la armadura longitudinal derecha; Sensores armadura horizontal distribuida.....	- 176 -
Figura 145: Registro de Strain Gages para probeta 4. De arriba hacia abajo: Sensores de la armadura longitudinal izquierda; Sensores de la armadura longitudinal derecha; Sensores armadura horizontal distribuida.....	- 177 -
Figura 146: Gráficos de tensión vs deformación para dos ensayos de barra de diámetro 8mm. ....	- 178 -
Figura 147: Gráficos de tensión vs deformación para dos ensayos de barra de diámetro 10mm. ....	- 178 -
Figura 148: Gráficos de tensión vs deformación para dos ensayos de barra de diámetro 12mm. ....	- 179 -
Figura 149: Gráficos de tensión vs deformación para dos ensayos de barra de diámetro 16mm. ....	- 179 -
Figura 150: Gráficos de tensión vs deformación para dos ensayos de barra de diámetro 18mm. ....	- 180 -