

## Índice

<b>CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO 2 CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES CONDICIONADOS POR LA COMPROBACIÓN A CORTANTE.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 ELEMENTOS ESTRUCTURALES ESTUDIADOS.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3 METODOLOGÍA .....</b>	<b>20</b>
2.3.1 LOSAS Y FORJADOS .....	20
2.3.2 VOLADIZOS .....	23
2.3.3 EL EFECTO DE LA VARIACIÓN DEL CANTO.....	25
<b>2.4 RESULTADOS.....</b>	<b>26</b>
2.4.1 LOSAS SIMPLEMENTE APOYADAS.....	26
2.4.2 LOSA BIEMPOTRADA .....	27
2.4.3 LOSA CUADRADA EMPOTRADA EN SUS CUATRO BORDES SOMETIDA A CARGA UNIFORME .....	28
2.4.4 VOLADIZOS DE PUENTES .....	30
2.4.5 MUROS CON ÁNGULO DE TALUD NULO .....	35
2.4.6 MUROS CON ÁNGULO DE TALUD VARIABLE .....	39
2.4.7 ESTUDIO DE MUROS EN TÉRMINOS DE LA ALTURA MÁXIMA SIN ARMADURA DE CORTANTE .....	42
2.4.8 ZAPATAS FLEXIBLES.....	44
2.4.9 FORJADOS RETICULARES .....	45
2.4.10 ELEMENTOS PRETENSADOS .....	48
<b>2.5 CONCLUSIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DEL MODO DE FALLO.....</b>	<b>51</b>
<b>3.1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>53</b>
<b>3.2 DESCRIPCIÓN DEL MODO DE FALLO .....</b>	<b>55</b>
3.2.1 PLANTEAMIENTO DE UN PROGRAMA EXPERIMENTAL RELEVANTE .....	55
3.2.2 PROCESO DE FISURACIÓN Y FALLO .....	57
<b>CAPÍTULO 4 PARÁMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RESISTENCIA A CORTANTE DE ELEMENTOS SIN ARMADURA TRANSVERSAL.....</b>	<b>61</b>
<b>4.1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>63</b>
<b>4.2 DISTANCIA DEL PUNTO DE APLICACIÓN DE LA CARGA AL APOYO.....</b>	<b>64</b>
<b>4.3 CUANTÍA DE ARMADURA LONGITUDINAL.....</b>	<b>70</b>
<b>4.4 RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN.....</b>	<b>75</b>
<b>4.5 EFECTODE ESCALA .....</b>	<b>78</b>
4.5.1 TEORÍA DEL CAMPO MODIFICADO DE COMPRESIONES .....	79

---

## **Monografía M-30 deache**

### **Índice**

---

4.5.2 EFECTO DE ESCALA PROBABILISTA. TEORÍA DE WEINBULL.....	81
4.5.3 EFECTO DE ESCALA DETERMINISTA. MECÁNICA DE LA FRACTURA .....	82
4.5.4 EFECTO DE ESCALA Y NORMATIVA .....	83
<b>4.6 INFLUENCIA DEL TIPO DE CARGA.....</b>	<b>84</b>
<b>4.7 INTERACCIÓN CON OTROS ESFUERZOS .....</b>	<b>90</b>
4.7.1 INTERACCIÓN CON EL MOMENTO FLECTOR.....	92
4.7.2 INTERACCIÓN CON EL AXIL .....	94
4.7.3 INTERACCIÓN CON LA TORSIÓN .....	99
<b>4.8 INFLUENCIA DE LA REPETICIÓN DE LA CARGA.....</b>	<b>103</b>
<b>4.9 INFLUENCIA DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN .....</b>	<b>106</b>

### **CAPÍTULO 5 MECANISMOS RESISTENTES A CORTANTE DE ELEMENTOS SIN ARMADURA**

<b>TRANSVERSAL .....</b>	<b>111</b>
--------------------------	------------

<b>5.1 MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CORTANTE.....</b>	<b>113</b>
5.1.1 TRANSFERENCIA POR EL HORMIGÓN NO FISURADO (ZONA COMPRIMIDA) .....	113
5.1.2 ENGRANAMIENTO DE LOS ÁRIDOS (AGGREGATE INTERLOCK).....	115
5.1.3 EFECTO PASADOR (DOWEL ACTION) .....	119
5.1.4 EFECTO ARCO .....	124
5.1.5 TENSIÓN RESIDUAL EN LAS FISURAS .....	132
5.1.6 EFECTO DEL PRETENSADO .....	135
<b>5.2 CONCLUSIONES.....</b>	<b>138</b>

### **CAPÍTULO 6 MODELOS PARA ELEMENTOS SIN ARMADURA TRANSVERSAL.....**

<b>6.1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>143</b>
<b>6.2 MODELOS MECÁNICOS O FÍSICOS .....</b>	<b>143</b>
6.2.1 MECÁNICA DE LA FRACTURA .....	143
6.2.2 MODELOS SIMPLES DE BIELAS Y TIRANTES.....	146
6.2.3 MODELOS DE DIENTES PARA ELEMENTOS ESBELTOS (TOOTH MODELS).....	147
6.2.4 MODELO DE CELOSÍA CON TIRANTES DE HORMIGÓN.....	150
6.2.5 TEORÍA DEL CAMPO MODIFICADO DE COMPRESIONES .....	152
6.2.6 IMPLEMENTACIÓN DE ECUACIONES CONSTITUTIVAS EN MODELOS DE ELEMENTOS FINITOS NO LINEALES	157
6.2.7 MÉTODO DE MARÍ ET AL (2014) .....	160
<b>6.3 MODELOS EMPÍRICOS .....</b>	<b>166</b>
<b>6.4 MODELOS PARA FORJADOS CON VIGUETAS PRETENSADAS .....</b>	<b>169</b>
6.4.1 INTRODUCCIÓN.....	169
6.4.2 EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVA NACIONAL .....	170
6.4.3 BASE DE DATOS EXPERIMENTAL .....	170
6.4.4 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL .....	171
6.4.5 ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS .....	174
6.4.6 DESVIACIÓN ENTRE VALORES EXPERIMENTALES Y TEÓRICOS Y GENERALIZACIÓN DE EXPRESIONES .....	177
6.4.7 MODELO PROPUESTO .....	179

### **CAPÍTULO 7 NORMATIVA Y CONTRASTACIÓN EXPERIMENTAL .....**

<b>7.1 ESTUDIO COMPARATIVO DE NORMATIVAS .....</b>	<b>185</b>
7.1.1 EHE-98 .....	185
7.1.2 EHE-08 .....	187
7.1.3 EUROCÓDIGO 2 (ENV-1992-1-1:1991/1993 y EN 1992-1-1:2004/2010) .....	190
7.1.4 BS 8110: PART1:1997 .....	193
7.1.5 AASHTO LRFD 2000.....	195
7.1.6 CSA 2004.....	198
7.1.7 ACI 318-05 .....	199
7.1.8 JSCE 96.....	202
7.1.9 NORWEGIAN STANDARDS 92 (NS:3473E 1992) .....	204
7.1.10 AUSTRALIAN STANDARDS 3600-2001 .....	205
<b>7.2 CONTRASTACIÓN EXPERIMENTAL PARA VIGAS ARMADAS.....</b>	<b>207</b>
7.2.1 COMPARACIÓN GLOBAL .....	208
7.2.2 COMPARACIÓN CON DIFERENTES CONJUNTOS DE VIGAS.....	212
 <b>CAPÍTULO 8 OTROS MÉTODOS DE ANÁLISIS.....</b>	<b>219</b>
 8.1 INTRODUCCIÓN .....	221
8.2 APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS AL HORMIGÓN ESTRUCTURAL .....	221
8.3 MODELOS UNIDIMENSIONALES (1D).....	224
8.3.1 INTRODUCCIÓN.....	224
8.3.2 MODELOS 1D QUE INCLUYEN EL EFECTO DEL ESFUERZO CORTANTE.....	225
8.4 MODELOS BIDIMENSIONALES (2D).....	236
8.5 MODELOS TRIDIMENSIONALES (3D).....	240
 <b>CAPÍTULO 9 SEGURIDAD EN LA FORMULACIÓN A CORTANTE.....</b>	<b>243</b>
 9.1 INTRODUCCIÓN .....	245
9.2 LA FILOSOFÍA DE LOS ESTADOS LÍMITE.....	245
9.2.1 METODOLOGÍA DE NIVEL I .....	246
9.2.2 METODOLOGÍA DE NIVEL II .....	247
9.2.3 METODOLOGÍA DE NIVEL III .....	248
9.2.4 METODOLOGÍA DE NIVEL IV .....	248
9.2.5 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SEGURIDAD .....	249
9.3 SOBRE EL VALOR DE LA PROBABILIDAD ASOCIADA AL FALLO POR CORTANTE EN ELEMENTOS SIN ARMADURA TRANSVERSAL .....	250
9.4 CÁLCULO DE LA PROBABILIDAD DE FALLO FRENTE AL ELU DE CORTANTE .....	250
9.5 DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES PARCIALES EN EL MODELO .....	252
9.6 CALIBRACIÓN DEL COEFICIENTE PARCIAL PARA LOS MODELOS EMPÍRICOS DE RESISTENCIA A CORTANTE SIN ARMADURA TRANSVERSAL .....	254
9.6.1 FUNCIÓN DE ESTADO LÍMITE.....	254
9.6.2 ELEMENTOS OBJETO DEL ESTUDIO .....	255
9.6.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL ESTUDIO .....	255
9.6.4 MODELO ESTOCÁSTICO .....	256
9.6.5 RESULTADOS OBTENIDOS: ELEMENTOS ARMADOS SIN ARMADURA TRANSVERSAL .....	260
9.6.6 RESULTADOS OBTENIDOS: ELEMENTOS PRETENSADOS SIN ARMADURA TRANSVERSAL.....	263

---

## **Monografía M-30 de ache**

### **Índice**

---

<b>9.7 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO REALIZADO.....</b>	<b>266</b>
<b>CAPÍTULO 10 RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO: LA INFLUENCIA DE LA DISTRIBUCIÓN DE CARGA .....</b>	<b>269</b>
<b>10.1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>271</b>
<b>10.2 EXPRESIÓN PARA TENER EN CUENTA LA POSICIÓN DE LA CARGA.....</b>	<b>271</b>
<b>10.3 MÉTODO DE LA SECCIÓN DE CONTROL .....</b>	<b>274</b>
<b>10.4 MÉTODO DE LA CARGA EFICAZ.....</b>	<b>277</b>
<b>10.5 APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE LA SECCIÓN DE CONTROL Y DE LA CARGA EFICAZ A CASOS PRÁCTICOS</b>	
<b>284</b>	
10.5.1 VIGAS BI-EMPOTRADAS.....	285
10.5.2 VOLADIZOS DE PUENTES.....	288
10.5.3 MUROS.....	289
<b>10.6 CONCLUSIONES .....</b>	<b>289</b>
<b>10.7 AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>290</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>291</b>