

ÍNDICE

RESUMEN.....	iii
1. ANTECEDENTES.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.1. La viga débilmente armada y la armadura mínima en flexión.....	2
1.1.2. Objetivos Previstos.....	5
1.1.3. Métodos que usamos.....	6
1.2. ESTADO DEL TEMA.....	7
1.2.1. Comportamiento en fractura del hormigón.....	7
1.2.2. Métodos numéricos básicos para hormigón en masa.....	10
1.2.3. Armadura mínima y normativa.....	15
1.2.4. Revisión de resultados experimentales.....	19
1.2.5. Revisión de los modelos existentes para hormigón armado.....	29
1.2.6. Fórmulas de armadura mínima.....	40
1.3. RESUMEN.....	43
2. MODELIZACIÓN TEÓRICA.....	45
2.1. INTRODUCCIÓN.....	45
2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	46
2.2.1. Aspectos generales del método de análisis.....	46
2.2.2. Métodos numéricos.....	47
2.3. CARGA PUNTUAL CON ADHERENCIA PERFECTA.....	52
2.3.1. Hipótesis particulares.....	52
2.3.2. Tensiones internas debidas a la acción de la armadura.....	52
2.3.3. Descripción cualitativa de la propagación de una fisura.....	52
2.3.4. Parámetros que gobiernan la rotura.....	53
2.3.5. Estudio numérico I: efecto del tamaño y de la cuantía.....	53
2.3.6. Estudio numérico II: efecto de la zona de reparto.....	55
2.3.7. Conclusiones.....	56
2.4. MODELO DE LA LONGITUD EFECTIVA DE ANCLAJE.....	58
2.4.1. Hipótesis particulares.....	58
2.4.2. Tensiones internas debidas a la acción de la armadura.....	61
2.4.3. Parámetros que gobiernan la rotura.....	63
2.4.4. Estudio numérico III: influencia de la relación entre módulos de elasticidad, del tamaño y de la cuantía.....	63
2.4.5. Estudio numérico IV: influencia de la adherencia y de la tensión de cedencia.....	64
2.4.6. Conclusiones.....	66
2.5. MODELO CON TENSIONES DE ADHERENCIA DISTRIBUIDAS.....	67
2.5.1. Hipótesis particulares.....	67
2.5.2. Tensiones internas debidas a la acción de la armadura.....	67
2.5.3. Parámetros que gobiernan la rotura.....	69
2.5.4. Estudio numérico V: influencia del tamaño y de la cuantía.....	69
2.5.5. Estudio numérico VI: influencia de la adherencia y de la tensión de cedencia.....	69
2.5.6. Conclusiones.....	70
2.6. COMPARACIÓN DE MODELOS.....	71
2.6.1. Distinción conceptual entre los distintos modelos.....	71
2.6.2. Estudio comparativo en un caso concreto.....	72
2.6.3. Conclusiones.....	73
3. EXPERIMENTACIÓN.....	77
3.1. INTRODUCCIÓN.....	77
3.2. MATERIALES Y PROBETAS.....	79
3.2.1. Micro-hormigón.....	79
3.2.2. Armaduras.....	85
3.2.3. Probetas de caracterización y control.....	85

3.2.4. Vigas de hormigón armado.....	88
3.3. MÉTODOS EXPERIMENTALES.....	90
3.3.1. Equipos de uso general.....	90
3.3.2. Ensayos de caracterización y control.....	90
3.3.3. Ensayos de adherencia.....	96
3.3.4. Ensayos de las vigas de hormigón armado.....	97
3.4. RESULTADOS.....	100
3.4.1. Parámetros característicos del micro-hormigón.....	100
3.4.2. Ensayos de adherencia.....	107
3.4.3. Ensayos de vigas de hormigón armado.....	110
3.5. RECAPITULACIÓN Y CONCLUSIONES.....	113
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	115
4.1. INTRODUCCIÓN.....	115
4.2. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL MODELO.....	115
4.2.1. Valores de los parámetros para los ensayos de vigas armadas.....	116
4.2.2. Función de ablandamiento del micro-hormigón.....	116
4.3. VERIFICACIÓN DEL MODELO.....	118
4.3.1. Consideraciones generales sobre el ajuste de las curvas teóricas a las experimentales.....	118
4.3.2. Estudio del ajuste de las curvas teóricas a las experimentales.....	120
4.3.3. Conclusiones.....	124
4.4. DEDUCCIÓN DE UNA FÓRMULA DE DISEÑO PARA ARMADURA MÍNIMA.....	124
4.4.1. Procedimiento de obtención de la armadura mínima.....	124
4.4.2. La carga máxima de fisuración.....	124
4.4.3. La carga última de plastificación.....	128
4.4.4. Ejemplo de una fórmula para armadura mínima.....	128
4.5. CONCLUSIONES.....	139
5. CONCLUSIONES.....	141
5.1. INTRODUCCIÓN.....	141
5.2. MODELIZACIÓN TEÓRICA.....	142
5.3. EXPERIMENTACIÓN.....	143
5.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	143
5.5. TRABAJO FUTURO.....	144
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	145
APÉNDICES.....	151
A: NORMATIVA SOBRE ARMADURA MÍNIMA.....	151
A.1 Norma EH-91.....	151
A.2 Código Modelo.....	152
A.3 Eurocódigo 2.....	153
A.4 Norma ACI 318-89 (Revisión de 1992).....	153
B: SOLUCIONES ELÁSTICAS PARA LA INTERACCIÓN HORMIGÓN-ACERO.....	154
B.1 Solución de Melan.....	154
B.2 Cargas lineales y simétricas.....	154
B.3 Cargas lineales distribuidas y simétricas.....	155
C: MEDIDA DE LA ENERGÍA DE FRACTURA DEL MICRO-HORMIGÓN.....	156
C.1 Introducción.....	156
C.2 Corrección de la zona inicial de la curva P- δ	156
C.3 Corrección por ajuste de la cola en la curva P- δ	157
C.4 Método de obtención de G_F	158
C.5 Resultados individuales.....	159
D: MEDIDA DE τ_c EN LOS ENSAYOS DE ADHERENCIA CON ALAMBRE CORRUGADO.....	163
D.1 Introducción.....	163
D.2 Ajuste de la curva F-u y obtención de τ_c	163
D.3 Resultados individuales.....	164
E: RESULTADOS INDIVIDUALES DE LOS ENSAYOS DE VIGAS ARMADAS.....	166