

Indice

1. GENERALIDADES SOBRE EL PROYECTO Y LA CONSTRUCCION, 1
 - 1.1. Desarrollo de los trabajos del ingeniero, 1
 - 1.2. Documentación requerida, 1
 - 1.2.1. Planos, 2
 - 1.2.2. Cálculos estáticos, 2
 - 1.2.3. Descripción técnica de la obra, 2
 - 1.3. Normas para dar forma a los elementos de hormigón, 3
 - 1.4. Elección de los materiales, 3
 - 1.4.1. Elección adecuada de la calidad de los hormigones, 3
 - 1.4.2. Elección adecuada de los tipos de acero para hormigón armado, 4
 - 1.4.3. Utilización simultánea de diferentes tipos de barras, 5
2. ESFUERZOS CARACTERISTICOS INTERNOS, 6
 - 2.1. Generalidades, 6
 - 2.2. Condiciones de apoyo, 6
 - 2.2.1. Apoyo de libre rotación, 7
 - 2.2.2. Empotramiento reducido, 7
 - 2.2.3. Empotramientos parciales de distinto grado, 7
 - 2.3. Anchos de apoyo, 8
 - 2.4. Luces, 8
 - 2.5. Instrucciones para la determinación de los esfuerzos característicos internos, 8
 - 2.6. Esfuerzos característicos internos determinantes, 15
 - 2.6.1. Momentos flexores determinantes, 15
 - 2.6.1.1. Momentos negativos en los apoyos, 15
 - 2.6.1.2. Momentos positivos en los apoyos, 15
 - 2.6.1.3. Momentos positivos en los tramos, 16
 - 2.6.1.4. Momentos negativos en los tramos, 16
 - 2.6.2. Esfuerzos de corte determinantes, 17
 - 2.6.3. Reacciones de apoyo determinantes, 18
3. GENERALIDADES RELATIVAS A LA ARMADURA, 19
 - 3.1. Objeto del armado, 19
 - 3.2. Disposición más favorable de la armadura, 20
 - 3.3. Unión de las barras de armadura para formar conjuntos rígidos, 20
 - 3.4. Elección del diámetro y separación de las barras, 20
 - 3.5. Amontonamiento de barras de armadura, 22
 - 3.6. Recubrimiento de hormigón, 23
 - 3.7. Racionalización de la armadura, 26

4. ANCLAJE DE LAS BARRAS DE ARMADURA, 29
 - 4.1. Esfuerzos de fractura en la zona de anclaje, 29
 - 4.2. Sobre la ubicación de los anclajes, 30
 - 4.3. Anclaje de barras traccionadas, 32
 - 4.3.1. Anclaje de los extremos de barras rectas, por adherencia, 32
 - 4.3.1.1. Generalidades, 32
 - 4.3.1.2. Calidad de la adherencia en función de la posición de las barras durante el hormigonado, 32
 - 4.3.1.3. Tensiones admisibles de adherencia en la zona de anclaje, 33
 - 4.3.1.4. Longitud de anclaje necesaria, 35
 - 4.3.1.5. Seguridad contra los esfuerzos transversales de tracción (esfuerzos de fractura) en la zona de anclaje, 36
 - 4.3.2. Anclaje por ganchos y ganchos en ángulo, 37
 - 4.3.3. Lazos de anclaje, 39
 - 4.3.3.1. Lazos sin armadura transversal, 40
 - 4.3.3.2. Lazos con armadura transversal, 41
 - 4.3.4. Anclaje con barras transversales soldadas, mallas soldadas de acero para hormigón, 41
 - 4.3.5. Anclaje de manojos de barras, 44
 - 4.3.6. Dispositivos de anclaje, 44
 - 4.4. Anclajes para barras comprimidas, 46
5. EMPALMES DE LAS BARRAS DE ARMADURA, 49
 - 5.1. Generalidades, 49
 - 5.2. Empalmes directos, 49
 - 5.2.1. Empalmes soldados para tracción y compresión, 49
 - 5.2.2. Empalmes con manguitos roscados, 51
 - 5.2.3. Empalmes por manguitos a presión para barras nervuradas, 52
 - 5.2.4. Empalmes con manguitos a termita, 53
 - 5.2.5. Empalmes por contacto en barras comprimidas, 53
 - 5.3. Empalmes indirectos para tracción, 54
 - 5.3.1. Empalmes por superposición mediante barras rectas, barras con ganchos o ganchos en ángulos, 54
 - 5.3.1.1. Generalidades, 54
 - 5.3.1.2. Longitud l_0 de superposición necesaria, 57
 - 5.3.1.3. Empalmes por superposición de manojos de barras, 60
 - 5.3.1.4. Armadura transversal, 60
 - 5.3.2. Empalmes por superposición con ganchos grandes, 61
 - 5.3.3. Empalmes por superposición con lazos, 61
 - 5.3.4. Empalmes por superposición en mallas soldadas de acero para hormigón, 62
 - 5.3.4.1. Generalidades, 62
 - 5.3.4.2. Empalmes por superposición de barras portantes en dos planos sin armadura envolvente, 64
 - 5.3.4.3. Longitud de empalmes de barras portantes dispuestas en dos planos sin armadura envolvente, 64
 - 5.3.4.4. Cargas oscilantes, 64
 - 5.3.4.5. Empalme de las barras transversales de las mallas, 65
 - 5.4. Empalmes por superposición para compresión, 65
6. ESFUERZOS DE DESVIO DEBIDOS A CAMBIOS DE DIRECCION DE ELEMENTOS TRACCIONADOS O COMPRIMIDOS, 67
 - 6.1. Generalidades, 67
 - 6.2. Barras traccionadas en ángulos entrantes, 67
 - 6.2.1. Angulos reducidos, 67
 - 6.2.2. Angulos grandes, 67
 - 6.3. Barras de curvatura constante, 68
 - 6.3.1. Gran curvatura, absorción de los esfuerzos de desvío mediante estribos, 68
 - 6.3.2. Pequeña curvatura, absorción de los esfuerzos de desvío por el recubrimiento de hormigón, 68
 - 6.4. Barras curvas en un plano paralelo a la superficie exterior, 70
 - 6.5. Barras de gran curvatura o barras dobladas, 71
 - 6.6. Desvío de esfuerzos de compresión en el hormigón, 72

7. ARMADURA EN ELEMENTOS FLEXIONADOS, 74
 - 7.1. Escalonamiento de la armadura longitudinal, 74
 - 7.1.1. Diagrama de esfuerzos de tracción, magnitud del desplazamiento del diagrama de momentos, 74
 - 7.1.2. Cobertura del esfuerzo de tracción, escalonamiento de las armaduras, 75
 - 7.1.3. Anclaje de barras escalonadas, 77
 - 7.1.3.1. Longitud de anclaje de barras rectas, 77
 - 7.1.3.2. Longitudes de anclaje de barras levantadas, 79
 - 7.2. Anclaje de la armadura longitudinal en los apoyos, 79
 - 7.2.1. Longitud de anclaje en los apoyos extremos, 79
 - 7.2.2. Longitudes de anclaje en los apoyos internos, 80
 - 7.3. Adherencia en zonas traccionadas por flexión, 82

8. LOSAS, 84
 - 8.1. Generalidades, 84
 - 8.1.1. Dimensiones, 84
 - 8.1.2. Sobre el comportamiento bajo carga y la determinación de los esfuerzos característicos, 85
 - 8.2. Losas armadas en una dirección, 85
 - 8.2.1. Losas de un tramo simplemente apoyadas, 85
 - 8.2.2. Losas de un tramo empotradas, 87
 - 8.2.3. Losas continuas de varios tramos, 88
 - 8.2.4. Armadura transversal, 89
 - 8.2.4.1. Carga superficial uniforme, 89
 - 8.2.4.2. Apoyo paralelo a la luz, no considerado desde un punto de vista estático, 90
 - 8.2.5. Armadura en los bordes libres, 92
 - 8.2.6. Armadura de corte en losas, 92
 - 8.2.7. Consideración de las cargas concentradas, 93
 - 8.2.8. Consideración de cargas lineales, 98
 - 8.2.9. Losas armadas en una dirección con aberturas rectangulares, 98
 - 8.3. Losas rectangulares armadas en dos direcciones, 100
 - 8.3.1. Losas rectangulares apoyadas en sus cuatro lados, 102
 - 8.3.1.1. Apoyo simple en todos los lados, 102
 - 8.3.1.2. Bordes empotrados, 105
 - 8.3.1.3. Losas continuas rectangulares armadas en dos direcciones, 105
 - 8.3.2. Losas rectangulares apoyadas en tres lados, 107
 - 8.3.2.1. Apoyos simples, 107
 - 8.3.2.2. Empotramiento total, 108
 - 8.3.2.3. Losa rectangular empotrada en tres lados con parte en voladizo, 108
 - 8.3.3. Losas rectangulares apoyadas en dos lados concurrentes a un vértice, 109
 - 8.3.3.1. Apoyos simples, 109
 - 8.3.3.2. Empotramiento total, 110
 - 8.3.4. Losa en voladizo saliente en un encuentro de paredes, 112
 - 8.3.5. Losa sobre apoyos aislados, 114
 - 8.3.5.1. Losas de entresijos sin vigas, 114
 - 8.3.5.2. Losas hongo, 118
 - 8.4. Aberturas en losas rectangulares armadas en dos direcciones, 119
 - 8.5. Losas rectangulares con apoyos discontinuos, 119
 - 8.6. Losas triangulares, 119
 - 8.7. Losas circulares y anulares, 121

9. VIGAS Y VIGAS-PLACA, 124
 - 9.1. Generalidades, 124
 - 9.2. Tipos y elección de la armadura de corte, 124
 - 9.2.1. Estribos, 126
 - 9.2.2. Estribos en malla, 128
 - 9.2.3. Armaduras suplementarias de corte, 129
 - 9.2.4. Diámetro y separación de los estribos, separación de las armaduras suplementarias de corte, 129
 - 9.2.5. Barras inclinadas, 130
 - 9.2.6. Escalonamiento de la armadura de corte, 131
 - 9.3. Armadura longitudinal en almas altas, 132
 - 9.4. Casos particulares de vigas-placa, 133

- 9.4.1. Distribución de la armadura longitudinal en vigas-placa, 133
- 9.4.2. Armaduras de vinculación para losas o alas, 136
- 9.4.3. Introducción en el alma de momentos flexores transversales, 136
- 9.5. Vigas esbeltas de un solo tramo ($\ell/h \geq 8$), 138
- 9.6. Vigas continuas esbeltas ($\ell_i/h \geq 8$), 139
- 9.7. Vigas esbeltas en voladizo, 139
- 9.8. Vigas de esbeltez reducida ($2 \leq \ell/h < 8$) y cargas cercanas al apoyo, 142
- 9.9. Aplicación indirecta de cargas o apoyo indirecto de vigas, 142
- 9.10. Cargas suspendidas, 148
- 9.11. Apoyos en voladizo, 148
- 9.12. Vigas con aberturas en el alma, 152
- 9.13. Vigas con sollicitación por torsión, 154
 - 9.13.1. Torsión pura, 154
 - 9.13.2. Sollicitación combinada por torsión, corte y flexión, 158
- 10. ENTREPISOS NERVURADOS, CASETONADOS Y LOSAS HUECAS, 159
 - 10.1. Entrepisos nervurados, 159
 - 10.2. Casetonados, 162
 - 10.3. Losas huecas, 162
 - 10.3.1. Losas huecas armadas en una dirección (espacios huecos paralelos a la luz), 162
 - 10.3.2. Losas huecas armadas en dos direcciones, 162
 - 10.3.3. Losas huecas armadas en dos direcciones, con encofrados en forma de paralelepípedos, 165
 - 10.4. Otros tipos de entrepisos, 165
- 11. NUDOS DE PORTICOS, 166
 - 11.1. Flujo de esfuerzos internos, 166
 - 11.2. Nudos de pórticos con momentos negativos (tracción exterior), 167
 - 11.3. Nudos de pórticos sujetos a momentos positivos (tracción en la parte interna), 171
 - 11.3.1. Nudos en ángulo recto, 171
 - 11.3.2. Nudos en ángulos obtusos o agudos, 177
 - 11.3.3. Muros de sostenimiento en ángulo, 177
 - 11.3.4. Unión de pilares de pórticos con losas (para grandes esfuerzos horizontales H), 177
 - 11.3.5. Unión de dinteles de pórticos con columnas exteriores continuas, 177
- 12. VIGAS DE GRAN ALTURA O CHAPAS, 182
 - 12.1. Vigas de gran altura simplemente apoyadas con carga superior, 182
 - 12.1.1. Vigas de gran altura de un solo tramo, 182
 - 12.1.2. Vigas continuas de gran altura, 183
 - 12.1.3. Vigas de gran altura en voladizo, 186
 - 12.2. Vigas de gran altura con carga suspendida inferior, 187
 - 12.3. Vigas de gran altura con apoyo indirecto, 188
 - 12.4. Entrepisos, tabiques de contraventamiento y tableros de puentes considerados como chapas, 189
 - 12.5. Forma de armar los entrepisos y tabiques de contraventamiento, 194
- 13. MENSULAS, 196
 - 13.1. Ménsulas con carga directa, 196
 - 13.2. Ménsulas con carga indirecta, 201
- 14. ELEMENTOS COMPRIMIDOS, 202
 - 14.1. Conceptos fundamentales del armado de elementos comprimidos, 202
 - 14.2. Columnas de hormigón armado, 203
 - 14.3. Casos especiales de ejecución de columnas en edificios elevados, 206
 - 14.3.1. Columnas con núcleo de acero, 206
 - 14.3.2. Columnas con acero de alta resistencia, 207
 - 14.4. Entrecruzamiento de las armaduras de las columnas con las de la losa, 207
 - 14.5. Paredes portantes, 209
 - 14.6. Paredes de subsuelos solicitados por empuje de tierras, 214
- 15. ZONAS DE APLICACION DE CARGAS, 216
 - 15.1. Conceptos fundamentales, 216
 - 15.2. Tipos adecuados de las armaduras contra fractura, 217

- 16. FUNDACIONES, 222
 - 16.1. Observación preliminar, 222
 - 16.2. Fundaciones corridas para cargas transmitidas por paredes, 224
 - 16.3. Fundaciones aisladas para columnas, 229
 - 16.3.1. Fundaciones en las que predomina la carga centrada, 229
 - 16.3.1.1. Fundaciones aisladas sin armadura, 229
 - 16.3.1.2. Fundaciones aisladas armadas, 229
 - 16.3.1.3. Seguridad al punzonado de las fundaciones armadas, 232
 - 16.3.1.4. Seguridad contra falla de la adherencia y rotura por hendedura, 234
 - 16.3.2. Fundaciones de columnas cargadas excéntricamente, 237
 - 16.3.3. Fundaciones con cuencos, 238
 - 16.3.3.1. Encofrados de superficie rugosa, 238
 - 16.3.3.2. Encofrados de superficies lisas, 240
 - 16.4. Fundaciones corridas para columnas aisladas, 241
 - 16.5. Plateas de fundación para cargas de paredes, 242
 - 16.6. Plateas de fundación para columnas aisladas, 244
 - 16.7. Anclaje de columnas metálicas en las fundaciones, 245
 - 16.8. Cabezales de pilotes, 246

Bibliografía, 251