

Contenido

Prefacio	v	3. Análisis por resistencia de vigas de acuerdo con el Código ACI	67
1. Introducción	1		
1.1 Concreto y concreto reforzado, 1		3.1 Métodos de diseño, 67	
1.2 Ventajas del concreto reforzado como material estructural, 1		3.2 Ventajas del diseño por resistencia, 68	
1.3 Desventajas del concreto reforzado como material estructural, 2		3.3 Seguridad estructural, 68	
1.4 Antecedentes históricos, 3		3.4 Obtención de expresiones para vigas, 69	
1.5 Comparación del concreto reforzado con el acero estructural para edificios y puentes, 5		3.5 Deformaciones unitarias en miembros sujetos a flexión, 72	
1.6 Compatibilidad del concreto y el acero, 6		3.6 Secciones balanceadas, secciones controladas por tensión, y secciones controladas por compresión o secciones frágiles, 73	
1.7 Códigos de diseño, 7		3.7 Reducción de resistencia o factores ϕ , 73	
1.8 Resumen de cambios del código ACI 2014, 7		3.8 Porcentaje mínimo de acero, 75	
1.9 Unidades SI y recuadros sombreados, 8		3.9 Porcentaje de acero de equilibrio, 77	
1.10 Tipos de Cemento Portland, 9		3.10 Problemas de ejemplo, 78	
1.11 Aditivos, 10		3.11 Ejemplos con computadora, 82	
1.12 Propiedades del concreto reforzado, 11			
1.13 Agregados, 18		4. Diseño de vigas rectangulares y losas en una dirección	85
1.14 Concretos de alta resistencia, 19		4.1 Factores de carga, 85	
1.15 Concretos reforzados con fibras, 21		4.2 Diseño de vigas rectangulares, 87	
1.16 Durabilidad del concreto, 22		4.3 Ejemplos de diseño de vigas, 92	
1.17 Acero de refuerzo, 22		4.4 Consideraciones diversas en el diseño de vigas, 98	
1.18 Grados del acero de refuerzo, 24		4.5 Determinación del área de acero cuando las dimensiones de la viga son predeterminadas, 99	
1.19 Tamaños de varillas y resistencias de materiales en unidades SI, 26		4.6 Varillas en racimo, 101	
1.20 Ambientes corrosivos 27		4.7 Losas en una dirección, 102	
1.21 Identificación de las marcas en las varillas de refuerzo, 27		4.8 Vigas en voladizo y vigas continuas, 105	
1.22 Introducción a las cargas, 29		4.9 Ejemplo con unidades SI, 106	
1.23 Cargas muertas, 29		4.10 Ejemplo con computadora, 108	
1.24 Cargas vivas, 29		Problemas, 109	
1.25 Cargas ambientales, 31			
1.26 Selección de las cargas de diseño, 33		5. Análisis y diseño de vigas T y vigas doblemente reforzadas	115
1.27 Exactitud de los cálculos, 34		5.1 Vigas T, 115	
1.28 Impacto de las computadoras en el diseño de concreto reforzado, 35		5.2 Análisis de vigas T, 117	
Problemas 36		5.3 Otros métodos para analizar vigas T, 121	
2. Análisis de vigas sometidas a flexión, 37		5.4 Diseño de vigas T, 122	
2.1 Introducción, 37		5.5 Diseño de vigas T para momentos negativos, 128	
2.2 Momento de agrietamiento, 40		5.6 Vigas L, 130	
2.3 Esfuerzos elásticos: concreto agrietado 43		5.7 Acero de compresión, 130	
2.4 Momentos últimos o nominales de flexión, 50		5.8 Diseño de vigas doblemente reforzadas, 135	
2.5 Ejemplo de problema usando unidades SI, 53		5.9 Ejemplos con unidades SI, 139	
2.6 Hojas de cálculo de la computadora, 54		5.10 Ejemplos con computadora, 141	
Problemas, 56		Problemas, 146	

6. Estado límite de servicio 157

- 6.1 Introducción, 157
- 6.2 Importancia de las deflexiones, 157
- 6.3 Control de las deflexiones, 158
- 6.4 Cálculo de deflexiones, 159
- 6.5 Momentos de inercia efectivos, 159
- 6.6 Deflexiones a largo plazo, 162
- 6.7 Deflexiones en vigas simples, 164
- 6.8 Deflexiones en vigas continuas, 166
- 6.9 Tipos de grietas, 172
- 6.10 Control de las grietas por flexión, 173
- 6.11 Normas del Código ACI relativas a grietas 176
- 6.12 Ejemplo con unidades SI, 177
- 6.13 Grietas diversas, 178
- 6.14 Ejemplos con computadora, 178
Problemas, 180

7. Adherencia, longitudes de desarrollo y empalmes 185

- 7.1 Corte y doblado de las varillas (barras) de refuerzo, 185
- 7.2 Esfuerzos de adherencia, 188
- 7.3 Longitudes de anclaje para el refuerzo de tensión, 190
- 7.4 Longitudes de anclaje para varillas en racimo, 198
- 7.5 Ganchos, 199
- 7.6 Longitudes de anclaje para malla de alambre soldada en tensión, 205
- 7.7 Longitudes de anclaje para varillas a compresión, 206
- 7.8 Secciones críticas para la longitud de anclaje, 208
- 7.9 Efecto del momento y el cortante combinados en las longitudes de anclaje, 208
- 7.10 Efecto de la forma del diagrama de momento en las longitudes de anclaje, 209
- 7.11 Corte o doblado de las varillas de refuerzo (continuación), 210
- 7.12 Empalmes de varillas en miembros a flexión, 213
- 7.13 Empalmes a tensión, 214
- 7.14 Empalmes a compresión, 215
- 7.15 Varillas ancladas mecánicamente y con anclaje interno, 216
- 7.16 Ejemplo con unidades SI, 217
- 7.17 Ejemplo con computadora, 218
Problemas, 219

8. Cortante y tensión diagonal 225

- 8.1 Introducción, 225
- 8.2 Esfuerzos cortantes en vigas de concreto, 225
- 8.3 Concreto de peso ligero, 226
- 8.4 Resistencia del concreto al cortante, 226
- 8.5 Agrietamiento por cortante en vigas de concreto reforzado, 228
- 8.6 Refuerzo del alma, 229
- 8.7 Comportamiento de las vigas con refuerzo del alma, 230
- 8.8 Diseño por cortante, 232

- 8.9 Requisitos del código ACI, 234
- 8.10 Ejemplos de problemas de diseño por cortante, 238
- 8.11 Separación económica de los estribos, 248
- 8.12 Fricción al cortante y ménsulas, 250
- 8.13 Resistencia al cortante de miembros sometidos a fuerzas axiales, 252
- 8.14 Requisitos para el diseño por cortante en vigas de gran peralte 254
- 8.15 Comentarios introductorios sobre torsión, 255
- 8.16 Ejemplo en unidades SI, 257
- 8.17 Ejemplo con computadora, 258
Problemas, 259

9. Introducción al estudio de columnas 265

- 9.1 Generalidades, 265
- 9.2 Tipos de columnas, 266
- 9.3 Capacidad por carga axial de las columnas, 268
- 9.4 Fallas de columnas con estribos y espirales, 268
- 9.5 Requisitos del código para columnas coladas en obra, 271
- 9.6 Precauciones de seguridad para columnas, 273
- 9.7 Fórmulas de diseño, 274
- 9.8 Comentarios sobre diseño económico de columnas, 275
- 9.9 Diseño de columnas cargadas axialmente, 276
- 9.10 Ejemplo con unidades SI, 279
- 9.11 Ejemplo con computadora, 280
Problemas, 281

10. Diseño de columnas cortas sometidas a carga axial y flexión 283

- 10.1 Carga axial y flexión, 283
- 10.2 El centroide plástico, 284
- 10.3 Desarrollo de los diagramas de interacción, 286
- 10.4 Uso de los diagramas de interacción, 292
- 10.5 Modificaciones de código a los diagramas de interacción de columna, 294
- 10.6 Diseño y análisis de columnas cargadas excéntricamente usando los diagramas de interacción, 295
- 10.7 Fuerza cortante en columnas, 303
- 10.8 Flexión biaxial, 304
- 10.9 Diseño de columnas con carga biaxial, 308
- 10.10 Continuación del estudio del factor de reducción de capacidad, ϕ , 311
- 10.11 Ejemplo con computadora, 312
Problemas, 314

11. Columnas esbeltas 319

- 11.1 Introducción, 319
- 11.2 Marcos con y sin desplazamiento lateral, 319
- 11.3 Efectos de esbeltez, 320
- 11.4 Determinación de los factores k con nomogramas, 322
- 11.5 Determinación de factores k mediante ecuaciones, 324
- 11.6 Análisis de primer orden usando propiedades especiales de los miembros, 325

11.7	Columnas esbeltas en marcos con y sin desplazamiento lateral, 326	14.4	Diseño al límite, 434
11.8	Tratamiento del Código ACI de los efectos de esbeltez, 329	14.5	Diseño al límite según el código ACI, 441
11.9	Amplificación de momentos de columnas en marcos sin desplazamiento lateral, 329	14.6	Diseño preliminar de miembros, 444
11.10	Amplificación de los momentos en las columnas de marcos con desplazamiento lateral, 334	14.7	Análisis aproximado de marcos continuos por cargas verticales, 444
11.11	Análisis de marcos con desplazamiento lateral, 337	14.8	Análisis aproximado de marcos continuos por cargas laterales, 454
11.12	Ejemplos con computadora, 343 Problemas, 346	14.9	Análisis por computadora de marcos de edificios, 457
12. Zapatas 349		14.10	Arriostamiento lateral en edificios, 458
12.1	Introducción, 349	14.11	Requisitos de la longitud de desarrollo en miembros continuos, 458 Problemas, 464
12.2	Tipos de zapatas, 349	15. Torsión 469	
12.3	Presiones reales del suelo, 351	15.1	Introducción, 469
12.4	Presiones permisibles del suelo, 352	15.2	Refuerzo por torsión, 470
12.5	Diseño de zapatas para muros, 354	15.3	Momentos torsionales que se han de considerar en el diseño, 473
12.6	Diseño de zapatas cuadradas aisladas, 359	15.4	Esfuerzos de torsión, 474
12.7	Zapatas que soportan columnas circulares o con sección en forma de polígono regular, 365	15.5	Cuándo se requiere refuerzo de torsión según el ACI, 475
12.8	Transmisión de la carga de las columnas a las zapatas, 365	15.6	Resistencia al momento por torsión, 476
12.9	Zapatas rectangulares aisladas, 370	15.7	Diseño del refuerzo por torsión, 477
12.10	Zapatas combinadas, 373	15.8	Requisitos adicionales del ACI, 478
12.11	Diseño de zapatas con asentamientos iguales, 379	15.9	Problemas ejemplo usando unidades comunes en Estados Unidos, 479
12.12	Zapatas sometidas a cargas axiales y momentos, 381	15.10	Ecuaciones para SI y ejemplo de problema, 482
12.13	Transmisión de fuerzas horizontales, 383	15.11	Ejemplo con computadora, 486 Problemas, 487
12.14	Zapatas de concreto simple, 384	16. Losas en dos direcciones, método directo de diseño 491	
12.15	Ejemplo con unidades SI, 387	16.1	Introducción, 491
12.16	Ejemplos con computadora, 389 Problemas, 392	16.2	Análisis de losas en dos direcciones, 494
13. Muros de retención 395		16.3	Diseño de losas en dos direcciones según el código ACI, 494
13.1	Introducción, 395	16.4	Franjas de columna y franja central, 495
13.2	Tipos de muros de retención, 395	16.5	Resistencia al cortante de losas, 496
13.3	Drenaje, 398	16.6	Limitaciones al espesor y requisitos de rigidez, 498
13.4	Fallas de muros de retención, 399	16.7	Limitaciones del método directo de diseño, 504
13.5	Presiones laterales sobre muros de retención, 399	16.8	Distribución de momentos en losas, 504
13.6	Presiones del suelo sobre zapatas, 404	16.9	Diseño de una placa interior plana, 510
13.7	Diseño de muros de retención de semigravedad, 405	16.10	Colocación de las cargas vivas, 514
13.8	Efectos de sobrecarga, 408	16.11	Análisis de losas en dos direcciones con vigas, 515
13.9	Estimación del tamaño de muros de retención en voladizo, 409	16.12	Transmisión de momentos y cortantes entre losas y columnas, 521
13.10	Procedimientos de diseño para muros de retención en voladizo, 413	16.13	Aberturas en los sistemas de losas, 526
13.11	Grietas y juntas en los muros, 424 Problemas 426	16.14	Ejemplos con computadora, 527 Problemas, 529
14. Estructuras continuas de concreto reforzado 431		17. Losas en dos direcciones, método del marco equivalente 531	
14.1	Introducción, 431	17.1	Distribución de momentos para miembros no prismáticos, 531
14.2	Consideraciones generales sobre los métodos de análisis, 431		
14.3	Líneas de influencia cualitativas, 431		

xii Contenido

- 17.2 Introducción al método del marco equivalente, 532
- 17.3 Propiedades de las vigas losas, 534
- 17.4 Propiedades de columnas, 537
- 17.5 Ejemplo de problema, 538
- 17.6 Análisis con computadora, 542
- 17.7 Ejemplos con computadora, 543
- Problemas, 544

18. Muros 545

- 18.1 Introducción, 545
- 18.2 Muros no portantes, 545
- 18.3 Muros de concreto de carga. Método empírico de diseño, 547
- 18.4 Muros de concreto soportantes de carga. Diseño racional, 550
- 18.5 Muros de cortante, 552
- 18.6 Requisitos del ACI para muros de cortante, 556
- 18.7 Aspectos económicos de la construcción de muros, 561
- 18.8 Ejemplo con computadora, 562
- Problemas, 563

19. Concreto presforzado 565

- 19.1 Introducción, 565
- 19.2 Ventajas y desventajas del concreto presforzado, 567
- 19.3 Pretensado y postensado, 567
- 19.4 Materiales usados para el concreto presforzado, 568
- 19.5 Cálculo de esfuerzos, 570
- 19.6 Formas de las secciones presforzadas, 574
- 19.7 Pérdidas de presfuerzo, 577
- 19.8 Resistencia última de secciones presforzadas, 580
- 19.9 Deflexiones, 584
- 19.10 Fuerza cortante en secciones presforzadas, 588
- 19.11 Diseño del refuerzo por cortante, 589
- 19.12 Temas adicionales, 593
- 19.13 Ejemplos con computadora, 595
- Problemas, 596

20. Mampostería de concreto reforzado (en línea en www.alfaomega.com.mx)

- 20.1 Introducción
- 20.2 Materiales de mampostería
- 20.3 Resistencia a la compresión especificada de la mampostería
- 20.4 Refuerzo máximo de tensión por flexión
- 20.5 Muros con cargas fuera del plano-muros que no son de carga
- 20.6 Dinteles de mampostería
- 20.7 Muros con cargas fuera del plano-muros de carga
- 20.8 Muros con carga coplanar-muros de cortante
- 20.9 Ejemplo con computadora
- Problemas

A. Tablas y gráficas: unidades usuales en EUA 599

B. Tablas en unidades del SI 637

C. El método de diseño del puntal y el tirante (en línea en www.alfaomega.com.mx)

- C.1 Introducción
- C.2 Vigas de gran peralte
- C.3 Claro de cortante y regiones de comportamiento
- C.4 La analogía de la armadura
- C.5 Definiciones
- C.6 Requisitos del código ACI para el diseño de puntal y tirante
- C.7 Selección de un modelo de armadura
- C.8 Ángulos de los puntales en los modelos de armaduras
- C.9 Procedimiento de diseño

D. Diseño sísmico de las estructuras de concreto reforzado (en línea solamente en www.alfaomega.com.mx)

- D.1 Introducción
- D.2 Terremoto máximo considerado
- D.3 Clasificación de suelo en el sitio
- D.4 Factores de riesgo y de importancia
- D.5 Categorías de diseño sísmico
- D.6 Cargas de diseño sísmico
- D.7 Requisitos de detallado para las diferentes clases de marcos de concreto reforzado para momentos
- Problemas

Glosario 645

Índice 649