

# Contenido

PRESENTACIÓN 5

## CAPÍTULO 1

Introducción 11

- 1.1 El diseño estructural 11
- 1.2 Tipos de estructuras 14
- 1.3 Idealización de las estructuras 15
- 1.4 Análisis estático y análisis dinámico 17
- 1.5 Convención de signos 18
- 1.6 Una recomendación al lector 18

## CAPÍTULO 2

Estructuras isostáticas 19

- 2.1 Introducción 19
- 2.2 Reacciones en los apoyos 19
- 2.3 Ecuaciones de equilibrio 21
  - 2.3.1 Sistema de fuerzas paralelas en un plano 22
  - 2.3.2 Sistema de fuerzas no paralelas en un plano 22
  - 2.3.3 Sistema de fuerzas concurrentes en un plano 22
  - 2.3.4 Sistema de fuerzas en el espacio 22
- 2.4 Ecuaciones de condición 22
- 2.5 Acciones internas 23
- 2.6 Cálculo del grado de indeterminación 25
  - 2.6.1 Vigas 25
  - 2.6.2 Armaduras 28
  - 2.6.3 Marcos 30
  - 2.6.4 Inestabilidad geométrica 34
- 2.7 Análisis de vigas isostáticas 35
  - 2.7.1 Determinación de las reacciones en los apoyos 35

- 2.7.2 Determinación del diagrama de fuerza cortante 35
- 2.7.3 Determinación del diagrama de momento flexionante 35

2.8 Armaduras 51

- 2.8.1 Determinación de las reacciones 51
- 2.8.2 Determinación de las fuerzas axiales 51

2.9 Marcos 57

- 2.9.1 Determinación de las reacciones 57
- 2.9.2 Determinación de las fuerzas cortantes y momentos flexionantes 57
- 2.9.3 Determinación de fuerzas normales 59

- 2.10 Determinación de reacciones, fuerzas cortantes y momentos flexionantes por el método de Newmark 74
  - 2.10.1 Cargas concentradas 74
  - 2.10.2 Cargas distribuidas 78

Problemas 89

## CAPÍTULO 3

Deformaciones 97

- 3.1 Introducción 97
- 3.2 Teoría de la viga elástica 99
- 3.3 Cálculo de deformaciones por el método de la doble integración 103
- 3.4 Cálculo de deformaciones utilizando los teoremas área-momento 111
- 3.5 Método de la viga conjugada 125
  - 3.5.1 Presentación del método 125
  - 3.5.2 Condiciones de apoyo de la viga conjugada 128
  - 3.5.3 Convención de signos 130

3.6 Método de Newmark 141

3.7 Cálculo de deformaciones por métodos energéticos 156

3.7.1 Trabajo externo y trabajo interno 156

3.7.2 Trabajo externo realizado por una carga axial 156

3.7.3 Trabajo externo realizado por un momento 158

3.7.4 Trabajo interno en una barra bajo carga axial 158

3.7.5 Trabajo interno en un elemento sujeto a flexión 159

3.7.6 Método del Principio del Trabajo y la Energía 159

3.7.7 Método del Principio del Trabajo Virtual 161

3.7.8 Método de Castigliano 194

3.7.9 Deformaciones causadas por fuerza cortante y torsión 199

3.8 Teorema de Maxwell y Ley de Betti 200

Problemas 204

CAPÍTULO 4

Resolución de estructuras indeterminadas por el método de las fuerzas 211

4.1 Introducción 211

4.2 Planteamiento general del método de las fuerzas 211

4.3 Método de las fuerzas para vigas 212

4.3.1 Planteamiento general para vigas 212

4.3.2 Vigas de varios claros sobre apoyos rígidos 212

4.3.3 Vigas con asentamientos en los apoyos 227

4.3.4 Vigas sobre apoyos elásticos 231

4.3.5 Planteamiento matricial para la resolución de vigas 233

4.4 Método de las fuerzas para armaduras 246

4.4.1 Planteamiento general 246

4.4.2 Planteamiento matricial para armaduras 255

4.5 Método de las fuerzas para marcos 259

Problemas 271

CAPÍTULO 5

Resolución de estructuras indeterminadas por el método de las deformaciones 279

5.1 Introducción 279

5.2 Planteamiento general del método de las deformaciones 279

5.3 Rigidez angular, factor de transporte y rigidez lineal 280

5.4 Rigidez de un miembro de una armadura 287

5.5 Método de las deformaciones para vigas 289

5.5.1 Vigas de varios claros sobre apoyos rígidos 290

5.5.2 Vigas con asentamientos en los apoyos 300

5.5.3 Planteamiento matricial para vigas 304

5.6 Método de las deformaciones para armaduras 311

5.6.1 Consideraciones generales 311

5.6.2 Planteamiento matricial para armaduras 317

5.7 Método de las deformaciones para marcos 327

5.7.1 Consideraciones generales 327

5.7.2 Planteamiento matricial para marcos 336

Problemas 350

CAPÍTULO 6

Método pendiente-deflexión 359

6.1 Introducción 359

6.2 Planteamiento general del método pendiente-deflexión 359

6.3 Ecuaciones pendiente-deflexión 359

6.3.1 Caso general 359

6.3.2 Ecuaciones modificadas 360

6.4 Método pendiente-deflexión para vigas 362

6.5 Método pendiente-deflexión para marcos 367

Problemas 400

CAPÍTULO 7

Método de Cross para vigas continuas 403

- 7.1 Introducción 403
  - 7.2 Conceptos fundamentales del método 403
    - 7.2.1 Rigidez angular, factor de transporte, momento transportado y rigidez lineal 403
    - 7.2.2 Factores de distribución 406
  - 7.3 Presentación del método 408
  - 7.4 Vigas de sección variable 427
- Problemas 436

CAPÍTULO 8

Método de Cross para marcos sin desplazamiento lateral 439

- 8.1 Introducción 439
  - 8.2 Descripción del método 439
- Problemas 455

CAPÍTULO 9

Método de Cross para marcos con desplazamiento lateral 457

- 9.1 Introducción 457
  - 9.2 Marcos de un nivel 457
  - 9.3 Marcos de varios niveles 474
- Problemas 494

CAPÍTULO 10

Líneas de influencia de estructuras isostáticas 497

- 10.1 Concepto de línea de influencia 497

- 10.2 Método directo 499
  - 10.3 Líneas de influencia por el principio de Müller-Breslau 510
  - 10.4 Aplicaciones de líneas de influencia en vigas 521
  - 10.5 Momento flexionante máximo absoluto 526
  - 10.6 Líneas de influencia de armaduras isostáticas 530
- Problemas 542

CAPÍTULO 11

Líneas de influencia de estructuras hiperestáticas 547

- 11.1 Método directo 547
    - 11.1.1 Estructuras con un grado de indeterminación 547
    - 11.1.2 Estructuras con varios grados de indeterminación 557
  - 11.2 Método de Müller-Breslau 565
    - 11.2.1 Estructuras con un grado de indeterminación 565
    - 11.2.2 Estructuras con varios grados de indeterminación 569
- Problemas 580

ÍNDICE ALFABÉTICO 582

BIBLIOGRAFÍA 584