

# CONTENIDO

UNIVERSIDAD NACIONAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y  
BIBLIOTECA

Nº 3 030

Los autores		VII
Prefacio		XV
Lista de símbolos		XIX
<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>INTRODUCCIÓN. CONCEPTO DE ESFUERZO</b>	<b>1</b>
1.1	Introducción	1
1.2	Fuerzas y esfuerzos	1
1.3	Carga axial. Esfuerzo normal	4
1.4	Esfuerzos cortantes	7
1.5	Esfuerzos de aplastamiento en conexiones	8
1.6	Aplicación al análisis de estructuras simples	9
1.7	Esfuerzo en un plano oblicuo bajo carga axial	19
1.8	Esfuerzos en condiciones generales de carga. Componentes del esfuerzo	20
1.9	Esfuerzo último y esfuerzo admisible. Factor de seguridad Repaso y resumen	24 32
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>ESFUERZO Y DEFORMACIÓN. CARGA AXIAL</b>	<b>39</b>
2.1	Introducción	1
2.2	Deformación normal bajo carga axial	40
2.3	Diagrama esfuerzo-deformación	42
*2.4	Esfuerzo y deformación verdaderos	46
2.5	Ley de Hooke. Módulo de elasticidad	47
2.6	Comportamiento elástico contra comportamiento plástico de un material	48
		IX

2.7	Cargas repetidas. Fatiga	50
2.8	Deformaciones de elementos sometidos a carga axial	51
2.9	Problemas estáticamente indeterminados	59
2.10	Problemas que involucran cambios de temperatura	63
2.11	Relación de Poisson	73
2.12	Carga multiaxial. Ley generalizada de Hooke	75
*2.13	Dilatación. Módulo de compresibilidad	76
2.14	Deformación cortante	78
2.15	Discusión adicional de deformaciones bajo carga axial. Relación entre $E$ , $\nu$ y $G$	82
2.16	Distribución de esfuerzos y deformaciones bajo carga axial. Principio de Saint-Venant	88
2.17	Concentración de esfuerzos	91
2.18	Deformaciones plásticas	93
*2.19	Esfuerzos residuales	97
	Repaso y resumen	103

## CAPÍTULO 3 TORSIÓN 112

3.1	Introducción	112
3.2	Discusión preliminar de los esfuerzos en un eje	113
3.3	Deformaciones en un eje circular	115
3.4	Esfuerzos en el rango elástico	118
3.5	Ángulo de torsión en el rango elástico	127
3.6	Ejes estáticamente indeterminados	131
3.7	Diseño de ejes de transmisión	141
3.8	Concentración de esfuerzos en ejes circulares	143
*3.9	Deformaciones plásticas de ejes circulares	148
*3.10	Ejes circulares hechos de material elastoplástico	149
*3.11	Esfuerzos residuales en ejes circulares	152
*3.12	Torsión de elementos no circulares	160
*3.13	Ejes huecos con pared delgada	164
	Repaso y resumen	172

## CAPÍTULO 4 FLEXIÓN PURA 181

4.1	Introducción	181
4.2	Elementos prismáticos sometidos a flexión pura	182
4.3	Estudio preliminar de los esfuerzos en flexión pura	183
4.4	Deformaciones en un elemento simétrico sometido a flexión pura	184

4.5	Esfuerzos y deformaciones en el rango elástico	187
4.6	Deformaciones en una sección transversal	192
4.7	Flexión de elementos hechos de varios materiales	202
4.8	Concentración de esfuerzos	206
*4.9	Deformaciones plásticas	216
*4.10	Elementos hechos de material elastoplástico	218
*4.11	Deformaciones plásticas en elementos con un solo plano de simetría	222
*4.12	Esfuerzos residuales	222
4.13	Carga axial en un plano de simetría	231
4.14	Flexión asimétrica	240
4.15	Caso general de carga axial excéntrica	245
*4.16	Flexión de elementos curvos	255
	Repaso y resumen	267

## **CAPÍTULO 5 CARGA TRANSVERSAL 275**

5.1	Introducción	275
5.2	Carga transversal de miembros prismáticos	276
5.3	Suposición básica sobre la distribución de esfuerzos normales	278
5.4	Determinación del esfuerzo cortante en un plano horizontal	279
5.5	Cálculo de los esfuerzos cortantes $\tau_{xy}$ en una viga	282
5.6	Esfuerzos cortantes $\tau_{xy}$ en tipos comunes de vigas	284
*5.7	Análisis adicional de la distribución de esfuerzos en una viga rectangular delgada	285
5.8	Cortante en un corte longitudinal arbitrario	292
5.9	Esfuerzos cortantes en elementos de pared delgada	294
*5.10	Deformaciones plásticas	296
5.11	Esfuerzos bajo cargas combinadas	305
*5.12	Carga asimétrica de elementos de pared delgada: Centro de cortante	318
	Repaso y resumen	331

## **CAPÍTULO 6 TRANSFORMACIONES DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES 337**

6.1	Introducción	337
6.2	Transformación de esfuerzo plano	340

6.3	Esfuerzos principales. Esfuerzo cortante máximo	342
6.4	Círculo de Mohr para esfuerzo plano	351
6.5	Estado general de esfuerzo	360
6.6	Aplicación del círculo de Mohr al análisis tridimensional de esfuerzo	362
*6.7	Criterios de fluencia para materiales dúctiles bajo esfuerzo plano	365
*6.8	Criterios de fractura para materiales frágiles bajo esfuerzo plano	367
6.9	Esfuerzos en recipientes de presión de pared delgada	375
*6.10	Transformación de deformación plana	382
*6.11	Círculo de Mohr para deformación plana	385
*6.12	Análisis tridimensional de la deformación	388
*6.13	Medidas de deformación. Roseta de deformación	391
	Repaso y resumen	398

## **CAPÍTULO 7 DISEÑO DE VIGAS Y EJES POR RESISTENCIA 407**

7.1	Introducción	407
7.2	Consideraciones básicas para el diseño de vigas prismáticas	708
7.3	Diagramas de fuerza cortante y de momento flector	411
7.4	Relaciones entre carga, fuerza cortante y momento flector	420
*7.5	Determinación de la fuerza cortante y del momento flector usando funciones de singularidad	430
7.6	Esfuerzos principales en una viga	441
7.7	Diseño de vigas prismáticas	444
*7.8	Vigas de resistencia constante	456
*7.9	Diseño de ejes de transmisión	458
*7.10	Esfuerzos bajo cargas aplicadas	459
	Repaso y resumen	468

## **CAPÍTULO 9 DEFLEXIÓN DE VIGAS POR INTEGRACIÓN 476**

8.1	Introducción	476
8.2	Deformación de una viga bajo carga transversal	478
8.3	Ecuación de la curva elástica	479
*8.4	Determinación directa de la curva elástica a partir de la distribución de carga	484
8.5	Vigas estáticamente indeterminadas	486

<b>*8.6</b>	Uso de funciones de singularidad para hallar la pendiente y la deflexión de una viga	497
<b>8.7</b>	Método de superposición	509
<b>8.8</b>	Aplicación de la superposición a vigas estáticamente indeterminadas	510
	Repaso y resumen	520

## **CAPÍTULO 9 DEFLEXIÓN DE VIGAS POR EL MÉTODO DE ÁREA-MOMENTO 528**

<b>*9.1</b>	Introducción	528
<b>*9.2</b>	Teoremas de área momento	529
<b>*9.3</b>	Aplicación a vigas en voladizo y vigas con carga simétrica	531
<b>*9.4</b>	Diagramas de momentos flectores por partes	533
<b>*9.5</b>	Vigas con cargas asimétricas	542
<b>*9.6</b>	Deflexión máxima	544
<b>*9.7</b>	Vigas estáticamente indeterminadas	552
	Repaso y resumen	561

## **CAPÍTULO 10 MÉTODOS DE ENERGÍA 568**

<b>10.1</b>	Introducción	568
<b>10.2</b>	Energía de deformación	569
<b>10.3</b>	Densidad de energía de deformación	571
<b>10.4</b>	Energía elástica de deformación para esfuerzos normales	572
<b>10.5</b>	Energía de deformación elástica para esfuerzos cortantes	575
<b>*10.6</b>	Energía de deformación para un estado general de esfuerzo	578
<b>10.7</b>	Carga de impacto	591
<b>10.8</b>	Diseño para cargas de impacto	593
<b>10.9</b>	Trabajo y energía bajo una carga única	594
<b>10.10</b>	Deflexión bajo una carga única por el método de trabajo-energía	596
<b>*10.11</b>	Trabajo y energía bajo varias cargas	606
<b>*10.12</b>	Teorema de Castigliano	608
<b>*10.13</b>	Deflexiones por el teorema de Castigliano	610
<b>*10.14</b>	Estructuras estáticamente indeterminadas	613
	Repaso y resumen	622

## **CAPÍTULO 11 COLUMNAS 629**

<b>11.1</b>	Introducción	629
<b>11.2</b>	Estabilidad de estructuras	630

11.3	Fórmula de Euler para columnas articuladas	632
11.4	Extensión de la fórmula de Euler a columnas con otras condiciones de extremo	635
*11.5	Carga excéntrica. Fórmula de la secante	648
11.6	Diseño de columnas bajo una carga céntrica	658
11.7	Diseño de columnas bajo una carga excéntrica	672
	Repaso y resumen	682

## APÉNDICES 687

A	Momentos de áreas	688
B	Propiedades típicas de materiales seleccionados usados en ingeniería	698
C	Propiedades de perfiles laminados de acero	702
D	Deflexiones y pendientes de vigas	714
E	Cómo usar el <i>software</i> tutorial interactivo	715

## RESPUESTAS A LOS PROBLEMAS PARES 717

## ÍNDICE 731