



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE
INGENIEROS DE MINAS

Ríos Rosas, 21
28003 MADRID.

DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA DE MATERIALES

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA
TEORÍA DE ESTRUCTURAS

Curso : 2º
Cuatrimestre : 2º
Carácter : Troncal

Créditos totales
Teóricos : 2,5
Prácticos : 3,5

PLAN DE ESTUDIOS 1996

Edición 2: 2004-09-20

TEORÍA DE ESTRUCTURAS : PROGRAMA

a) **OBJETIVOS Y CONTENIDOS**

BLOQUE 1: Elasticidad y principios fundamentales de la resistencia de materiales

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1.1 *Comprender los conceptos fundamentales de la teoría de elasticidad y de la resistencia de materiales.*

1.2 *Utilizar los conceptos fundamentales de la teoría de elasticidad y de la resistencia de materiales.*

CONTENIDOS:

1.1: TENSIÓN. DEFORMACIÓN. ELASTICIDAD.

- Concepto de tensión.
- Ecuaciones de equilibrio. Tensor de tensiones.
- Tensiones principales. Estado plano de tensiones.
- Concepto de deformación. Tensor de deformaciones.
- Elasticidad y linealidad. Ley de Hooke.
- Principio de Superposición. Ley de Hooke generalizada: módulo de rigidez a cortante, módulo de elasticidad volumétrico.
- Relación tensión-deformación. Estudio experimental.
- Tensión límite, tensión admisible, coeficiente de seguridad, tensión equivalente y criterios de resistencia.

1.2: PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA RESISTENCIA DE MATERIALES.

- Objeto de la resistencia de materiales.
- Concepto de pieza y estructura.
- Principios de la resistencia de materiales: principio de rigidez, principio de superposición y principio de Saint-Venant. Restricciones geométricas.
- Definición de esfuerzos en una sección.
- Relación entre tensiones y esfuerzos.
- Esfuerzos en piezas de plano medio.
- Ecuaciones de equilibrio en piezas rectas.
- Apoyos y enlaces en estructuras de plano medio.
- Estructuras isostáticas e hiperestáticas.
- Ejemplos de obtención de leyes de esfuerzos.

BLOQUE 2: Análisis de secciones

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

2.1 *Comprender los conceptos de tracción y compresión simple y aplicarlos al estudio de piezas rectas.*

2.2 *Comprender los conceptos de flexión pura y flexión simple y aplicarlos al estudio de piezas rectas.*

2.3 *Comprender el concepto de flexión compuesta y aplicarlo al estudio de piezas rectas.*

2.4 *Comprender y calcular los efectos debidos al esfuerzo cortante y a la torsión.*

CONTENIDOS:

2.1: ESFUERZO AXIL.

- Definición del estado de tracción o compresión simple.
- Esfuerzo axil en una pieza recta. Hipótesis de Bernoulli.
- Secciones de varios materiales.

2.2: FLEXIÓN PURA Y FLEXIÓN SIMPLE.

- Flexión pura recta. Flexión pura en piezas de plano medio. Flexión pura según un plano principal de inercia. Momento máximo admisible. Módulo resistente. Rendimiento geométrico.
- Flexión pura esviada. Estudio en ejes principales.
- Flexión simple.
- Flexión en piezas planas de pequeña curvatura.

2.3: FLEXIÓN COMPUESTA.

- Flexión compuesta recta.
- Flexión compuesta esviada. Estudio en ejes principales.
- Núcleo central de la sección. Ejemplos de aplicación.

2.4: ESFUERZO CORTANTE.

- Teoría elemental de la cortadura.
- Teoría de Collignon.
- Secciones macizas.
- Secciones de pequeño espesor.
- Deformación de alabeo. Área reducida de cortante.
- Esfuerzo cortante esviado. Estudio en ejes principales.
- Centro de esfuerzos cortantes.

2.5: MOMENTO TORSOR.

- Torsión de Coulomb en una sección circular maciza.
- Torsión de Coulomb en una sección circular hueca.
- Torsión de Saint Venant en secciones rectangulares, secciones rectangulares estrechas y perfiles laminados abiertos.

BLOQUE 3: Cálculo de estructuras

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

3.1 *Aplicar las herramientas para el cálculo de movimientos en estructuras reticuladas en plano medio.*

3.2 *Aplicar los teoremas energéticos relacionados con el cálculo de estructuras.*

3.3 *Aplicar los conceptos del cálculo de estructuras a las vigas continuas.*

CONTENIDOS

3.1: FUNDAMENTOS DE ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS.

- Estructuras continuas y estructuras de barras.
- Estructuras articuladas y estructuras reticuladas.
- Equilibrio y compatibilidad.
- Linealidad y principio de superposición.
- Indeterminación estática. Hiperestatismo externo e interno. Grado de hiperestatismo.
- Indeterminación cinemática. Grado de traslacionalidad.
- Estructuras simétricas y antisimétricas.
- Movimientos y deformaciones impuestos.
- Estructuras articuladas isostáticas e hiperestáticas.

3.2: ESFUERZOS Y MOVIMIENTOS.

- Ecuación diferencial de la viga elástica.
- Teoremas de la viga conjugada.
- Formulas de Navier para estructuras de plano medio.
- Teoremas de Mohr.
- Ecuaciones elásticas de una pieza recta sin desplazamiento transversal entre sus extremos.
- Ecuaciones elásticas de una pieza recta con desplazamiento transversal entre sus extremos.
- Ecuaciones elásticas de una pieza recta con extremos articulados.

3.3: TRABAJO Y ENERGÍA.

- Trabajo y energía en sistemas estructurales. Trabajo y trabajo complementario.
- Teoremas de reciprocidad.
- Energía de deformación y energía complementaria.
- Energía potencial total.
- Teoremas de Castigliano. Aplicación al cálculo de movimientos.
- Tratamiento de apoyos y enlaces elásticos.

3.4: EL MÉTODO DE COMPATIBILIDAD.

- Bases del método.
- Movimientos y deformaciones impuestos.
- Apoyos y enlaces elásticos.
- Teorema del trabajo mínimo.
- Vigas continuas: Ecuación de los tres momentos, deformaciones impuestas, extremos empotrados, descenso en los apoyos y apoyos elásticos.
- Pórticos.

3.5: EL MÉTODO DE EQUILIBRIO.

- Bases del método.
- Vigas continuas: Ecuación de los tres giros, deformaciones impuestas, extremos empotrados, descenso en los apoyos y apoyos elásticos.
- Pórticos: Pórticos intraslacionales, pórticos traslacionales y movimientos y deformaciones impuestas.

BLOQUE 4: Cálculo matricial de estructuras

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 4.1 Comprender los fundamentos del cálculo matricial de estructuras.
- 4.2 Conocer la metodología del cálculo matricial de estructuras.
- 4.3 Aplicar el cálculo matricial de estructuras.

CONTENIDOS

4.1: EL MÉTODO DE LA RIGIDEZ.

- Bases del método.
- Definición geométrica de la estructura.
- Cargas actuantes sobre las piezas.
- Matriz elemental de rigidez: forma matricial de las ecuaciones elásticas, concepto de rigidez y flexibilidad de una pieza, matriz elemental de rigidez en el sistema global.
- Matriz global de rigidez: ensamblaje de la matriz global.
- Tratamiento de movimientos prescritos y apoyos elásticos.
- Cálculo de movimientos esfuerzos y deformaciones.
- Tratamiento de articulaciones.
- Topologías de estructuras de barras: Emparrillados planos, estructuras reticuladas planas y espaciales, estructuras articuladas planas y espaciales.
- Resolución de ejemplos mediante programas de ordenador.

b) BIBLIOGRAFÍA

BÁSICA:

- CERVERA RUIZ, M.; BLANCO DÍAZ, A. *Mecánica de estructuras: Libro 1: Resistencia de materiales. Libro 2: Métodos de análisis*. UPC-Aula Politécnica. Barcelona. 2001.
- MIQUEL CANET, J. *Cálculo de estructuras. Libros 1 y 2*. UPC-Aula Politécnica. Barcelona. 2000.
- ORTIZ, L. *Resistencia de materiales*. McGraw Hill. Madrid 1999.
- RODRÍGUEZ-AVIAL, A.; ZUBIZARRETA, V.; ANZA J.J. *Problemas de elasticidad y resistencia de materiales*. Servicio de publicaciones. E.T.S.I. Industriales. UPM. Madrid. 1991.
- VÁZQUEZ, M. *Cálculo matricial de estructuras*. Colegio Oficial de Ing. Tec. de OO. PP. Madrid. 1999.

COMPLEMENTARIA:

- ALARCÓN, E.; ÁLVAREZ, R.; GÓMEZ, M.S. *Cálculo matricial de estructuras*. Reverte. Madrid. 1990.
- ARGÜELLES ÁLVAREZ, R. *Cálculo de estructuras: Tomos I, II y III*. Servicio de publicaciones. E.T.S.I. Montes. UPM. Madrid. 1981.
- ARGÜELLES AMADO, A.; VIÑA, I. *Problemas de elasticidad y resistencia de materiales*. Bellisco. Madrid. 1998.
- GONZÁLEZ DE CANGAS, J.R.; SAMARTÍN, A. *Cálculo matricial de estructuras*. Colegio de Ingenieros de CC. y P. Colección Escuelas. Madrid. 2001.
- VÁZQUEZ FERNÁNDEZ, M. *Resistencia de Materiales*. Coimpres. Madrid. 2000.

c) PRÁCTICAS EN GRUPOS REDUCIDOS

Se propone, de forma voluntaria para los alumnos, la realización de un pequeño trabajo de cálculo de estructuras utilizando programas de cálculo matricial. Para familiarizarse con el empleo de los mismos se desarrollarán demostraciones prácticas donde se muestre su uso en un problema modelo. Dicho trabajo será calificado y formará parte de la nota final de la asignatura.

d) PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Se realizará un examen que constará de las siguientes partes: un primer ejercicio de cuestiones teóricas con respuestas tanto abiertas como cerradas (T), y otro ejercicio práctico, constituido por dos problemas (P_1 y P_2), de acuerdo a los contenidos impartidos en el curso.

El trabajo voluntario de cálculo matricial (Tr_{vol}) tendrá su incidencia en la nota de la asignatura como complemento a la calificación obtenida en el examen (máximo de un punto adicional).

Así, la calificación final será:

$$Nota\ final = [(T + P_1 + P_2) / 3] + Tr_{vol}$$