

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL ROSARIO

DEPARTAMENTO ACADÉMICO: INGENIERÍA CIVIL

PROGRAMA ANALÍTICO DE LA ASIGNATURA: ELASTICIDAD Y PLASTICIDAD

PLAN DE ESTUDIO: 1995

RESOLUCIÓN N.º

HORAS SEMANALES: 3 (Tres)

DICTADO: Anual

PROFESOR: ING. ARAMBURU Jorge

DIRECTOR DE DEPARTAMENTO: ING. FERNÁNDEZ MILANI Jorge

OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA: (Conocimiento / Habilidad que el alumno deberá adquirir al concluir el curso)

FUNCIONES DE LA ASIGNATURA EN EL PLAN DE ESTUDIO:

## ELASTICIDAD Y PLASTICIDAD

### PROGRAMA DESARROLLADO PROPUESTO

#### Unidad temática 1: TENSIONES Y DEFORMACIONES EN ESTADO TRIDIMENSIONAL

Introducción al cálculo tensorial. Rotación de coordenadas. Vectores y tensores. Concepto Definición Álgebra tensorial. Invariantes de un tensor. Tensores simétricos. Autovalores y autovectores de un tensor simétrico. Estado de tensión tridimensional, estado tensional del punto, tensor de tensiones, tensiones principales, invariantes. Planteo tradicional y matricial, variación del estado de tensión de un punto a otro, ecuaciones de equilibrio y de contorno. Estado de deformación tridimensional. Corrimientos y deformaciones, estado deformacional del punto, tensor de deformaciones, deformaciones principales, invariantes. Planteo tradicional y matricial, relación entre corrimientos y deformaciones, ecuaciones de compatibilidad. Información sobre el comportamiento de los materiales anisótropos. Resolución general de los problemas elásticos, procesos de resolución, existencia y unicidad de la solución. Teorema de Kirchoff.

Objetivos: Vectores y tensores. Concepto de tensiones, deformaciones y corrimientos. Resolución de los problemas elásticos.

#### Unidad temática 2: PROBLEMAS DE ELASTICIDAD TRIDIMENSIONAL

Información sobre el planteo general. Torsión. Teoría de Saint Venant. Secciones circulares y elípticas. Analogía de la membrana. Fundamentos teóricos sección rectangular delgada. Tubos de pared delgada.

Objetivos: Resolución del problema de torsión de barras de sección cualquiera. Analogías.

#### Unidad temática 3: PROBLEMAS DE ELASTICIDAD BIDIMENSIONAL

Estado plano de tensión. Estado plano de deformación. Función de Airy. Proceso de resolución. Aplicaciones comunes en la construcción. Vigas de gran altura, tubos de pared gruesa, diques de gravedad de eje recto.

Objetivos. Identificación de los distintos estados planos. Resolución de los casos típicos.

#### Unidad temática 4: TEORIA DE LA PLASTICIDAD

Introducción. Experimento básico de la plasticidad. Diagramas de tensión verdadera deformación natural. Efecto de Bauschinger. Efectos de velocidad de deformación y de temperatura. Criterios de fluencia. Estado multiaxial. Teoría de la máxima tensión o teoría de Rankine. Teoría de la máxima deformación o teoría de Saint Venant. Teoría de la máxima tensión de corte o criterio de Tresca. Teoría de la máxima energía de deformación o teoría de la energía de Beltrami. Teoría de la energía de distorsión o criterio de fluencia de von Mises – Hencky. Superficie de fluencia. Ley de endurecimiento.

Objetivo: Identificación de fenómenos plásticos. Concepto de fluencia bajo estados combinados. Modelos de plasticidad.

#### Unidad temática 5: ELEMENTOS FINITOS CONCEPTOS DEL METODO Y APLICACIONES

Noción de discretización de medios continuos. Planteo general del método. Aplicación a sistemas bajo estados planos de tensión y deformación. Elementos finitos planos triangulares y rectangulares. Formas polinómicas de la función de Airy. Planteo matricial del método. Ejemplos de resolución.

Objetivos: Presentar la panorámica de los conceptos básicos sobre el método de elementos finitos para la resolución de problemas en ingeniería. Aprender modelización e interpretación de resultados en problemas resueltos por métodos numéricos.

#### Unidad temática 6: TEORIA DE PLACAS PLANAS

Teoría general de las placas planas delgadas. Ecuación de Germain – Lagrange. Condiciones de contorno. Expresión de Kirchoff. Problemas de coordenadas cartesianas ortogonales La placa rectangular. Procesos de resolución: Series dobles, diferencias finitas. Métodos variacionales. Métodos aproximados. Problemas en coordenadas polares. La placa circular. Casos axial simétricos. Placas sobre apoyos puntuales. Membranas planas, placas planas gruesas. Uso de tablas. Pandeo de placas. Régimen lineal. Cargas críticas. Aplicaciones prácticas.

Objetivos: Resolución de placas ortogonales y circulares. Manejo de tablas y sus combinaciones. Modelización e interpretación de resultados.

#### Unidad temática 7: TEORÍA DE PLACAS CURVAS Y ESTRUCTURAS LAMINARES

Placas curvas de revolución. Cáscaras con simetría rotacional y rigidez a flexión. Planteo general para tubos, cúpulas y depósitos. Estructuras laminares: conceptos generales, hipótesis básicas y esfuerzos característicos. Comportamiento membranar en cáscaras de rotación con carga continua. Tanques para gas y líquidos. Cúpulas delgadas. Pandeo de laminas. Aplicaciones a laminas cilíndricas y esféricas.

Objetivos: Principios fundamentales de la teoría de cáscaras, mostrar especialmente el juego de fuerzas espacial de las cáscaras, tan diferente a las leyes de la estática de las barras. Identificación y aplicación a casos de la teoría membranar y flexional de cáscaras. Inestabilidad de laminas Modelización e interpretación de resultados.

#### PROGRAMA DE TRABAJOS PRACTICOS

Tal como se ha desarrollado en esta planificación se pretende una participación activa del alumno en el proceso de enseñanza-aprendizaje, despertando el interés mediante ejemplos de estructuras en la vida cotidiana. Lograr concientizar al alumno en el uso de la herramienta computacional para el análisis de tensiones y deformaciones de los cuerpos sometidos a cargas, enfatizando los problemas que puede conllevar el creer que la "computadora resuelve todo".

A continuación se detallan los trabajos prácticos a realizar:

T.P. N° 1: Tema: Introducción al Álgebra Tensorial

- Objetivos: Adquirir el concepto de tensor. Operaciones. Matriz de rotación.

T.P. N° 2: Tema: Tensiones y Deformaciones en Estado Tridimensional

- Objetivos: Conocer el estado de tensiones en el punto. Equilibrio. Determinar el campo de deformaciones del cuerpo sólido. Invariantes. Ecuaciones constitutivas. Resolución en tensiones y en corrimientos.

T.P. N° 3: Tema: Problemas de Elasticidad Tridimensional - Torsión

- Objetivos: Analizar los distintos casos de torsión en barras circulares, huecas y macizas, rectangulares, etc.

T.P. N° 4: Tema: Problema de Elasticidad Bidimensional

- Objetivos: Diferenciar un estado plano de tensiones y uno de deformaciones, características de los mismos. Resolución de problemas prácticos de gran aplicación en la ingeniería de estructuras.

T.P. N° 5: Tema: Teoría de la Plasticidad

Objetivos: Conocer la teoría de la Plasticidad y el comportamiento de materiales visco-plásticos. Teorías de rotura y sus aplicaciones

T.P. N° 6: Tema: Elementos Finitos. Concepto del Método y Aplicaciones

- Objetivos: Utilizar la herramienta computacional y el M.E.F. para resolver los problemas de Elasticidad tridimensional y bidimensional impartidos en los bloques temáticos 2 a 5. Comparación de resultados.

T.P. N° 7: Tema: Teoría de Placas Planas

- Objetivos: Resolver placas con diferentes condiciones de borde y de distintos materiales. Análisis de tensiones y deformaciones por métodos analíticos y por el M.E.F.

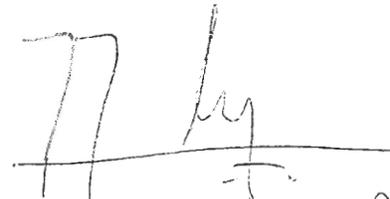
T.P. N° 8: Tema: Teoría de Placas Curvas y Estructuras Laminas

- Objetivos: Reconocer los alcances de la Teoría Membranar de cáscaras para la resolución de láminas de curvatura. Resolución de problemas mediante el uso del M.E.F. y comparación de resultados analíticos.

#### 2.4 BIBLIOGRAFIA

TEORIA DE LA ELASTICIDAD  
TEORIA DE LA ELASTICIDAD  
MECANICA DE MEDIOS CONTINUOS PARA INGENIEROS  
EL METODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS  
METODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS  
TEORIA DE PLACAS  
ESTATICA ELEMENTAL DE LAS CASCARAS  
TEORIA DE LA ESTABILIDAD ELASTICA  
TEORIA DE PLACAS Y LAMINAS

Filonenko - Borodich  
Timoshenko  
Oliver - Agelet  
Zienkiewicz - Taylor  
Orengo  
Kalmanov  
Pflugger  
Timoshenko  
Woinosky - Krieger

  
JORGE SAMBRANO  
DNI 13.448.227