



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL CORDOBA

**ASIGNATURA: INTRODUCCIÓN AL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS (ELEC.)**

**ESPECIALIDAD: INGENIERIA MECÁNICA**

**PLAN: 1994 ADECUADO ORDENANZA Nº 1027**

**NIVEL: 5º**

**MODALIDAD: CUATRIMESTRAL**

**HORAS: 4 HS SEMANALES**

**CRAGA HORARIA TOTAL: 64 HORAS**

**ÁREA: TECNOLOGÍAS APLICADAS**

**CICLO LECTIVO: 2014**

**Correlativas para cursar: Regular:** Elementos de Máquinas

**Aprobada: Estabilidad II, Cálculo Avanzado**

**Correlativas para rendir: Aprobadas:** Elementos de Máquinas.

**Regular: Introducción al Método de Elementos Finitos (Elec.)**

**OBJETIVOS GENERAL:**

Transferir al alumno el conocimiento de los fundamentos principales del método de Elementos Finitos que le sirva para la utilización del método en aplicaciones sencillas de mecánica del sólido y como punto de partida para una posible futura especialización en el tema.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Que el alumno comprenda la importancia y utilidad de la simulación numérica en los procesos de cálculo y diseño en la ingeniería.
- Que el alumno conozca la fundamentación matemática y los principales aspectos numéricos involucrados en el método de los elementos finitos.
- Introducir al alumno en el uso y aplicación del método de los elementos finitos en el diseño mecánico.
- Capacitar al alumno en los aspectos generales del uso de un programa de elementos finitos, utilizando para ello códigos comerciales.
- Desarrollar la capacidad de analizar con sentido crítico resultados obtenidos con el método de los elementos finitos.





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL CORDOBA

**CONTENIDOS:**

**Unidad 1:** *Los métodos numéricos como herramientas de diseño en Ingeniería.*

- Problemas físicos en la Ingeniería. Recorte temático de la asignatura.
- Perspectiva histórica del MEF.
- Pasos en el proceso hacia la concreción de un sistema de ingeniería. Importancia del modelado y simulación computacional.
- Generalidades de los métodos de discretización.
- Interpretación física y matemática del método de los elementos finitos.

Duración: 4 horas

**Unidad 2:** *Interpretación física y formulación directa del método de elementos finitos.*

- Pasos para la formulación directa.
- Problemas unidimensionales
- Problemas bidimensionales: reticulados y pórticos.

Duración: 8 horas

**Unidad 3:** *Ecuaciones fundamentales de la Mecánica del Sólido.*

- Tensiones y equilibrio.
- Relaciones cinemáticas.
- Ley tensión-deformación de sólidos elásticos.
- Tensión plana y deformación plana.
- Efectos de la temperatura.

Duración: 4 horas

**Unidad 4:** *Formulaciones Integrales basadas en Trabajos Virtuales y en Teoremas Energéticos.*

- Operador diferencial: gradiente y divergencia.
- Teorema de la Divergencia. Integración por Partes.
- Formulaciones Integrales basadas en Trabajos Virtuales.
- Formulaciones Integrales basadas en Teoremas Energéticos.

Duración: 4 horas

**Unidad 5:** *Generalización de los conceptos de elementos finitos.*

- Principios Variacionales. Método de Rayleigh-Ritz.
- Residuos Ponderados. Método de Galerkin.

Duración: 8 horas

**Unidad 6:** *Funciones de Aproximación para Elementos Finitos.*

- Criterios y velocidad de convergencia.
- Funciones de forma de continuidad  $C^0$  para:
  - Elementos unidimensionales
  - Elementos bidimensionales

Duración: 4 horas





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL CORDOBA

**Unidad 7:** *Problemas unidimensionales en elasticidad lineal*

- Discretización. Numeración global y local de los nodos.
- Coordenadas locales y funciones de forma.
- Matriz de rigidez y vector fuerza elementales.
- Ensamblado de la matriz de rigidez y vector fuerza globales.
- Condiciones de contorno.
- Efectos de la temperatura.

Duración: 8 horas

**Unidad 8:** *Técnicas de modelado*

- Estimación del tiempo de CPU.
- Consideraciones importantes en el modelado de la geometría.
- Consideraciones importantes en el mallado de la geometría.
- Tipologías estructurales.
- Utilización de condiciones de simetría.
- Modelado de apoyos y uniones.

Duración: 8 horas

**Unidad 9:** *Problemas planos de elasticidad lineal. Elemento triángulo de deformación constante*

- Discretización. Numeración global y local de los nodos.
- Coordenadas locales y funciones de forma.
- Matriz de rigidez y vector fuerza elementales.
- Ensamblado de la matriz de rigidez y vector fuerza globales.
- Condiciones de contorno.
- Problemas axisimétricos.

Duración: 8 horas

**Unidad 10:** *Problemas planos de elasticidad lineal. Elementos cuadriláteros y técnicas de solución.*

- Formulación de elementos cuadriláteros de cuatro, ocho y nueve nodos.
- Matriz de rigidez y vector fuerza del elemento.
- Integración numérica.
- Cálculo de tensiones.

Duración: 8 horas

**METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y APENDIZAJE Y SISTEMA DE EVALUACIÓN**

**METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

Las clases serán teórico-prácticas. Cada tema desarrollado incluirá la realización de trabajos prácticos, relacionados con los contenidos teóricos explicados, de manera que permitan reforzar el aprendizaje y lograr una



DR. HECTOR E. MACAÑO  
SECRETARÍA ACADÉMICA



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL CORDOBA

comprensión más profunda del tema. Los problemas se ordenarán según dificultad creciente, avanzando desde casos sencillos de resolución manual a casos más complejos que requieran la utilización de programas computacionales. No se contempla en este curso la posibilidad de introducir al alumno en las técnicas numéricas y de programación necesarias para la generación de un código propio y la resolución computacional de los problemas que se planteen se hará mediante el uso de un programa comercial.

Se hará hincapié en el análisis de los resultados de las simulaciones realizadas para evaluar su coherencia y detectar la posible presencia de errores procurando de este modo desarrollar la capacidad crítica del estudiante.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN**

Requisitos para regularizar la materia

- Cumplimentar lo dispuesto sobre asistencia en la UTN.
- Realizar la carpeta de trabajos prácticos.
- Aprobar dos exámenes parciales.

Requisitos para aprobar la materia

- Aprobar examen final teórico-práctico.

**BIBLIOGRAFÍA**

**BÁSICA**

*Introducción al Estudio del Elemento Finito en Ingeniería*

T. R. Chandrupatla, A. D. Belegundu  
Prentice-Hall Hispanoamericana, 1999.

*El Método de los Elementos Finitos*

O. C. Zienkiewicz  
Editorial Reverté, 1982.

*Introduction to the Finite element method*

Niels Ottosen y Hans Petersson  
Prentice Hall International 1992.

*The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals*

O. C. Zienkiewicz, R. L. Taylor, J. Z. Zhu  
Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005.

**DE CONSULTA**

*The Finite Element Method. A Practical Course*

G. R. Liu, S. S. Quek  
Elsevier Science, 2003.

*Finite Element Modeling for Stress Analysis*

R. D. Cook  
John Wiley & Sons, 1995.

*Theory and Problems of Finite Element Analysis*

G. R. Buchanan  
Schaum's outline series, McGraw-Hill, 1994.





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL CORDOBA

*Finite Element Method Using MATLAB*  
Young W. Kwon y Hyochoong Bang  
CRC Press LLC, 1997.

*The Finite Element Method. Linear static and dynamic finite element analysis*  
Hughes, Thomas J.R D  
Dover Publications, New York, 2000.

*Introducción a la Teoría de Elasticidad*  
Luis A. Godoy, Carlos A. Prato y Fernando G. Flores  
Universitas 2009.

-----



DR. HELTON H. MACAÑO  
SECRETARIO ACADÉMICO