

Identificación de la asignatura		
Nombre de la asignatura: Elementos Finitos	Clave: MIES	
Área académica: Ingenierías y Arquitectura	Total créditos: 04	
	Teórico	Práctico
	03	01
Programa académico al que pertenece: Maestría en Ingeniería Estructural y Sísmica.	Total horas: 90	
	Teóricas	Práctica
Prerrequisito: Sismología, Métodos numéricos, Análisis estructural por matrices	45	45
Tipo de asignatura: Obligatoria	Fecha:	
Docente responsable: Nelson Lafontaine, PhD		

Fundamentación de la asignatura:

El Método de los Elementos Finitos (MEF) es un método numérico discretización ampliamente usado para obtener soluciones aproximadas de ecuaciones diferenciales en problemas de ingeniería y ciencias. Este curso de Elemento Finitos estará enfocado a resolver problemas de mecánica de sólidos y estructuras. El curso tendrá un enfoque tanto teórico como práctico y se abordarán los problemas mediante el uso de la programación por ordenador y el Software de cálculo de estructuras CSI-SAP2000.

Objetivo general:

Adquirir sólidos conocimientos teóricos y prácticos del Método de los Elementos Finitos aplicados a problemas de mecánica de sólidos y estructuras.

Objetivos Específicos:

- Obj. 1 Desarrollar en el estudiante la capacidad para que a partir de una de ecuación diferencial se pueda plantear la formulación de Galerkin.
- Obj. 2 Adquirir los conocimientos fundamentales del Método de los Elementos finitos aplicado a sistemas continuos de mecánica de sólidos como vigas, placas láminas y sólidos. Se hará énfasis en el ensamblaje y la resolución del sistema discreto obtenido por MEF.
- Obj.3 Introducir al estudiante en la programación por ordenador de un problema de EF y al uso del Software de SAP2000 para resolver con EF problemas más complejos.

Contenidos básicos de la asignatura		
Nº	Nombre y breve descripción de cada unidad o tema	Prop. esp. asociado
1	Conceptos básicos de análisis matricial 1) Sistemas discretos 2) Escalares, vectores y matrices 3) Operaciones matriciales 4) Etapas básicas del análisis matricial. Ensamblaje. 5) Condiciones de contorno o de frontera 6) Matriz de rigidez global. Patrón de forma 7) Procedimientos para la solución de sistemas de ecuaciones 8) Ejemplos prácticos.	2
2	Introducción a los elementos finitos 1) Aplicaciones de elementos finitos en ingeniería 2) Forma fuerte del problema 3) Residuos ponderados, Método de Galerkin y forma débil. 4) Solución de ecuaciones diferenciales por MEF 5) Ejemplos numéricos y programación en MATLAB	1
3	Elementos finitos de barras 1) Barra sometida a fuerzas axiales 2) Operadores diferenciales. Gradiente y divergencia 3) Forma fuerte y débil de la ecuación diferencial de gobierno. 4) Principio de Trabajos Virtuales (PTV)	1-4

	<ul style="list-style-type: none"> 5) Elementos de barra lineales 6) Elementos de barras de alto orden 7) Formulaci3n iso-param3trica e Integraci3n num3rica 	
4	<p>Problemas de tensi3n y deformaci3n plana</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Aproximaci3n bidimensional por elementos finitos 2) Equivalencia entre forma d3bil y PTV. 3) Elementos finitos de clase C0. 4) Elemento finito triangular de 3 Nodos. 5) Elemento finito rectangular de 4 Nodos. 6) Elementos finitos bidimensionales de alto orden. 7) Elemento finito cuadril3tero de 4 nodos con modos incompatibles 8) Integraci3n num3rica en dominios bidimensionales 9) C3lculo de deformaciones y tensiones. Puntos 3ptimos 10) Tensor de tensiones y de deformaciones. Notaci3n de Voigt 11) Tensiones y deformaciones principales. 12) Tensi3n de Von-Mises. 13) Ejemplos 	1-2-4
5	<p>Aplicaci3n de elementos finitos para problemas de elasticidad tridimensional</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Ecuaci3n diferencial de gobierno en problemas de s3lidos tridimensionales 2) Elemento finito tetraedro de 4 nodos 3) Elemento finito hexaedro de 8 nodos 4) Elementos finitos tridimensionales de alto orden de clase C0. 5) Integraci3n num3rica en dominios tridimensionales Elemento hexaedro de 8 nodos con modos incompatibles 	1-2-4
6	<p>Problemas de vigas.</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Ecuaci3n diferencial de gobierno. 2) Viga de Bernoulli 3) Viga de Timochenko 4) Efectos de bloqueo de la soluci3n 5) Integraci3n completa, selectiva y reducida 	
7	<p>Problemas de placas</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Placas delgadas 2) Ecuaci3n diferencial de gobierno en placas delgadas sometidas a flexi3n pura en t3rminos de los desplazamientos como variable. 3) Elementos de placa delgada conformes y no conformes 	1-2-4

	4) Formulación de elementos finitos para placas delgadas 5) Teoría de placas gruesas 6) Formulación de elementos finitos para placa gruesas 7) Efecto de bloqueo de la solución en placas gruesas de poco espesor. 8) Elementos Discretos de Kirchhoff (DKE) 9) Ejemplos	
8	Elementos Laminares (Shell Element) 1) Formulación de elementos finitos para láminas tridimensionales 2) Deformaciones locales. Ejes locales. Matriz de rotación. 3) Láminas delgadas vs láminas gruesas 4) Ejemplos	

Estrategias de enseñanza	
Título y breve descripción de cada una	
<ul style="list-style-type: none"> • Exposición del docente: El profesor iniciará sus clases teóricas, previo de realizar preguntas de motivación y conocimientos generales del alumno, a fin de enlazar conocimientos previos-nuevos según modelo constructivista. • Resolución de problemas o casos: Se realizarán ejemplos para que el alumno logre captar todos los conceptos que en clases teóricas no comprendieron. Asimismo, crear autonomía de aprendizaje. • Prácticas de laboratorio virtual con software de EF: Se motiva al alumno a aprender un software de EF, entender los datos de entrada e interpretar resultados. • Actividades en grupo, actividades individuales, trabajos escritos, proyectos: Se impulsa a alumno a crear una visión crítica de los problemas que resuelven por MEF y lograr consenso en equipo y en aula. Luego una retroalimentación a final de las clases de los conocimientos aprendidos. 	

Evaluación		
Estrategia	Semana o fecha	Puntaje
Prácticas varias: A medida que se avance en el curso, el profesor asignará a los alumnos aquellos aspectos relevantes que considere que debe de leer, investigar por cuenta del estudiante. El profesor revisará el avance de las prácticas y se entregará al final del curso.	7	20
Examen parcial práctico: Examen de evaluación de los conocimientos adquiridos del alumno.	4	25
Proyecto Final	7	30
Examen Final	7	25

Prácticas, asignaciones y/o presentaciones		
Título y breve descripción	Distribución de puntaje	Contenido asociado
Prácticas Varias. Investigación bibliográfica, tareas, etc. Se le asigna al alumnos, ejercicios prácticos y trabajos de investigación bibliográfica para enriquecer los conocimientos nuevos adquiridos.	20	Todos
Examen Parcial-Práctico: Se evalúa el nivel de conocimiento adquiridos del alumno.	25	1-2-3-5-7
Proyecto Final. Se pretende que el alumno resuelva un problema de ingeniería mediante un programa elementos finitos. Proponga mejoras en diseños y/o conclusiones.	30	Sólidos bi/tridimensionales
Examen Final	25	Todas (con énfasis en 4-6-8)

Bibliografía

- Fish, J., & Belytschko, T. (2007). *A first course in finite elements* (Vol. 517). New York: Wiley.
- Logan, D. (2011). *A first course in the finite element method*. Cengage Learning.
- Oñate, E. (1992). *Cálculo de estructuras por el método de elementos finitos: análisis elástico lineal*. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería.
- Zienkiewicz, O. C., & Taylor, R. L. (2000). *The finite element method: solid mechanics* (Vol. 2). Butterworth-heinemann.
- Ottosen, N. S., & Petersson, H. (1992). *Introduction to the finite element method*. Prentice-Hall.
- Bathe, K. J. (2006). *Finite element procedures*. Klaus-Jurgen Bathe.
- Felippa, C. A. (2004). Introduction to finite element methods. *Course Notes, Department of Aerospace Engineering Sciences, University of Colorado at Boulder, available at <http://www.colorado.edu/engineering/Aerospace/CAS/courses.d/IFEM.d>*.