|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\Public\Documents\Victor_2013\Documentos_LAMAE\UNER sigla color - fondo blanco.jpg | **Doctorado en Ingeniería****Facultades de Cs. Agropecuarias; Cs. de la Alimentación e Ingeniería** |
| **Carrera: Doctorado en Ingeniería Mención: Bioingeniería****Curso de Posgrado: Introducción al Método de Elementos Finitos****Carga Horaria: 90hs totales**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Docente/s a cargo:**  | **Dr. Diego M. Campana, Dr. Sebastián Ubal, Dr. José Di Paolo, Mag. Marcelo E. Berli**  |  **Semestre: *1ero de 2017*:**  |

 |
| **Características del curso** |
| **Carga horaria:** 90 hs**Curso teórico-práctico:** curso que articula la modalidad del curso teórico con actividades prácticas con relación a la temática de estudio.**Carácter:** Electivo |
| **Programa Analítico de foja: 2 a foja: 2** |
| **Bibliografía de foja: 3 a foja: 3**  |
| **Aprobado Resoluciones de Consejos Directivos: Fecha:** **Modificado/Anulado/ Res. Cs. Ds.: Fecha:** |
| **Carece de validez sin la certificación del Director/a del Doctorado:** |

| C:\Users\Public\Documents\Victor_2013\Documentos_LAMAE\UNER sigla color - fondo blanco.jpg**Facultades de Ingeniería, Ciencias Agropecuarias y Ciencias de la Alimentación**Oro Verde-Concordia, E. R. **República Argentina** | **PROGRAMA ANALÍTICO** |
| --- | --- |
| Parte I: Conceptos introductoriosUnidad 1Generalidades. Historia y evolución del método elementos finitos. Su importancia y utilidad en la solución de problemas teóricos y aplicados (ingenieriles). Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales (EDDP). Clasificación. Condiciones de contorno. Clasificación. Métodos de solución. Ejemplos de ecuaciones gobernantes de fenómenos físicos. Unidad 2Formulación débil de problemas gobernados por EDDP. El método de residuos ponderados. Funciones base y de prueba. El método de Galerkin. Equivalencia entre la formulación fuerte y débil. Continuidad e integrabilidad. Nociones de cálculo variacional. Ejemplos aplicados a problemas en una dimensión (1D) y en dos (2D). Parte II: El método de elementos finitos en problemas unidimensionalesUnidad 3Funciones de prueba y peso definidas por tramos. La idea básica del método de elementos finitos (MEF). Funciones de aproximación básicas. Condiciones de continuidad y completitud. Aproximación global y convergencia. Integración en 1D. Cuadratura de Gauss. Ejemplos y aplicaciones.Unidad 4El método de elementos finitos. Discretización y obtención de matrices elementales. Ejemplos básicos en 1D: elasticidad lineal, conducción de calor y convección difusión. Análisis de convergencia. Ejemplos y aplicaciones.Parte III: El método de elementos finitos en problemas bidimensionalesUnidad 5Formulación fuerte y débil de problemas escalares en 2D. Equivalencia entre forma fuerte y débil. Funciones de base y de prueba en 2D. Elementos triangulares y cuadriláteros. Continuidad, completitud y convergencia. Concepto de mapeo iso-paramétrico. Discretización y obtención del sistema elemental en 2D. Integración numérica y cuadratura de Gauss en 2D. Ejemplos y aplicaciones.Unidad 6Formulación fuerte y débil de problemas vectoriales en 2D. Teoría de elasticidad y aplicaciones. Elementos finitos usuales en problemas de elasticidad. Formulación fuerte y débil de problemas de flujo de fluidos Newtonianos. Ecuación de Stokes y de Navier-Stokes. Condiciones de contorno usuales. Formulación mixta velocidad + presión y condición de estabilidad LBB. Discretización. Solución de problemas no-lineales. Método de Newton. Ejemplos y aplicaciones. Parte IV: Aspectos computacionales y códigos de elementos finitos de alto nivel.Unidad 7Conceptos y herramientas para la implementación computacional eficiente del MEF. Métodos de solución de sistemas lineales: métodos directos e iterativos. Método de Software MEF de alto nivel. Metalenguajes para la descripción de la formulación variacional y débil. Ejemplos e implementación en códigos con licencia GPL y comerciales. |

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\Public\Documents\Victor_2013\Documentos_LAMAE\UNER sigla color - fondo blanco.jpg**Facultades de Ingeniería, Ciencias Agropecuarias y Ciencias de la Alimentación**Oro Verde-Concordia, E. R. República Argentina | BIBLIOGRAFIA |
| ***Bibliografía básical***1. J. Fish y T. Belytschko, A First Course in Finite Elements, Wiley, 2007.
2. J.N. Reddy, An Introduction to the Finite Element Method, McGraw-Hill, 2005.
3. O.C. Zienkiewicz y R.L.Taylor, The Finite Element Method, 5ta. ed., Butterworth-Heinemann, 2000.
4. K.J. Bathe, Finite Element Procedures in Engineering Analysis, Prentice-Hall, 1996.
5. T.J.R. Hughes, The Finite Element Method – Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis, Prentice-Hall, 1987.
6. O.C. Zienkiewicz y K. Morgan, Finite Elements and Approximations, John Wiley & Sons, 1983.
7. G. Strang y G.J. Fix, An Analysis of the Finite Element Method, Prentice-Hall, 1973.

***Bibliografía complementaria***Artículos seleccionados de las siguientes publicaciones periódicas:* International Journal for Numerical Methods in Engineering (Wiley)
* Journal of Computational Physics (Elsevier)

***Software***FreeFEM++: [www.freefem.org/](http://www.freefem.org/)FEniCS Project: <https://fenicsproject.org> |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\Public\Documents\Victor_2013\Documentos_LAMAE\UNER sigla color - fondo blanco.jpg**Facultades de Ingeniería, Ciencias Agropecuarias y Ciencias de la Alimentación**Oro Verde-Concordia, E. R. República Argentina | PLANIFICACIÓN DEL CURSO |
| **Objetivos Generales:*** *Proporcionar una introducción al Método de Elementos Finitos (MEF), poniendo especial énfasis su implementación y aplicación.*
* *Brindarlas herramientas para resolver problemas básicos dominados por ecuaciones diferenciales en derivadas parciales y en geometrías complejas.*
* *Proporcionar los fundamentos teóricos básicos que permitan abordar estudios más avanzados del método.*

**Objetivos Particulares:** Se espera que el alumno:1. *Adquiera las habilidades necesarias para, a partir de un conjunto de ecuaciones diferenciales gobernantes, plantear la formulación débil de Galerkin y posteriormente la discretización por el MEF del problema.*
2. *Sepa elegir una estrategia adecuada para cada problema y así encontrar la solución correcta por el MEF (tipo de elementos, discretización geométrica, orden de integración, etc.).*
3. *Conozca algunos softwares típicos de elementos finitos, su forma de operación genérica y el metalenguaje que utilizan para la formulación del problema.*
4. *Aprenda a procesar e interpretar con criterio los resultados numéricos obtenidos y realice una validación apropiada y acorde al problema.*

**Conocimientos previos requeridos (Si correspondiese).**Cursos de grado básicos en:* Algoritmos y programación básica en cualquier lenguaje: C++, FORTRAN, Matlab, Python, Octave o similares
* Cálculo de varias variables.
* Álgebra lineal.
* Lecto-comprensión de textos científicos y manuales en inglés.

**Metodología de Trabajo:**Las clases teórico-prácticas está organizadas de manera de desarrollar los conceptos teóricos al inicio, luego reforzar el aprendizaje mediante resolución de problemas y aplicaciones y luego realizar una instancia de coloquio y discusión, motivada por el docente mediante la presentación de preguntas conceptuales y casos de estudio. Al final de las clases donde esté pactada la entrega una guía de resolución de problemas obligatoria, se procederá a la presentación de la misma; la guía deberá ser entregada junto con un informe individual.**Fecha tentativa de inicio del dictado y duración del Curso (en semanas).** Inicio: Mayo de 2017. Duración: 12 semanas. Se dictará 1 clase semanal de 4 horas, más 1 hora de consulta por semana, totalizando 60 horas de clases presenciales. Las 30 horas restantes se completarán con el trabajo no presencial realizado por los alumnos al resolver las guías de problemas entregadas regularmente durante el cursado.**Cupo de alumnos** (cantidades mínima y máxima)**.** Mínimo de 3 y máximo de 20 alumnos.**Lugar**Facultad de Ingeniería de la UNER**Día(s) y horario(s) tentativo(s) de dictado**:Clases teórico-prácticas: Lunes de 8 a 12 hs. Consultas: Martes de 11:00 a 12:00 hs.**Cronograma tentativo del curso**C1: 08/5 – Unidad 1C2: 15/05 – Unidad 2C3: 22/05 – Unidad 2 – Entrega de guía de problemas Nro 1.C4: 29/05 – Unidad 3C5: 5/06 – Unidad 4 – Entrega de guía de problemas Nro 2.C6: 12/06 – Unidad 5C7: 19/06 – Unidad 5 - Entrega de guía de problemas Nro 3.C8: 26/06 – Unidad 6C9: 3/07 – Unidad 6 - Entrega de guía de problemas Nro 4.C10: 24/07 – Unidad 7C11: 31/07 – Unidad 7 – Pautas para la elaboración del trabajo final.C12: 7/08 – Examen final - Presentación y defensa de trabajos.**Fecha de Recuperatorio:** Fecha a convenir durante el mes de Agosto de 2017. |
| **Equipo docente:****Docente responsable:** Dr. Diego M. Campana**Docente(s) colaborador(es):** Dr. Sebastián Ubal, Dr. José Di Paolo, Mag. Marcelo E. Berli. |
| **Condiciones para aprobar el curso**Para **aprobar el curso** los alumnos deberán: Asistir al 80% de las clases teóricas y prácticas. Aprobar todos los trabajos prácticos (con informes correspondientes entregados).Aprobar la presentación y defensa de un trabajo final.Se contempla una instancia de recuperación al final de la cursada, en modalidad oral, para la entrega y defensa de los trabajos desaprobados. |
| **Infraestructura necesaria:** Aula con pizarrón y pantalla para proyección. Cañón de proyección. En caso que los alumnos posean computadoras portátiles, las prácticas se podrán desarrollar en la misma aula. De no ser así se deberá disponer de un laboratorio informático con computadoras con sistema operativo Windows 7 (o superior), o alguna distribución de Linux y al menos 4GB de RAM. |