**PROGRAMA DE CURSO**

|  |  |
| --- | --- |
| Código | Nombre |
| ME-7800 | MÉTODOS AVANZADOS EN MECÁNICA DE SÓLIDOS COMPUTACIONAL |
| Nombre en Inglés |
| ADVANCED METHODS IN COMPUTATIONAL SOLID MECHANICS |
| SCT | Unidades Docentes | Horas de Cátedra | Horas Docencia Auxiliar | Horas de Trabajo Personal |
| 6 | 10 | 2 | 2 | 6 |
| Requisitos | Carácter del Curso |
| Estar cursando o haber cursado alguno de los siguientes cursos: ME-5600 o ME-5500 | Electivo de Magíster y Carrera de Ingeniería Civil Mecánica |
| Competencia a la que tributa el curso |
| **Competencias específicas:**CE1: Concebir, formular y aplicar modelos físico-matemáticos para la resolución de problemas relacionados con la mecánica de sólidos.CE2: Interpretar los resultados de la modelación y simulación de fenómenos relacionados con la mecánica de sólidos, estableciendo la pertinencia de las técnicas utilizadas para ello.**Competencias genéricas:**CG1: Comunicar ideas y resultados de trabajos profesionales o de investigación, en forma escrita, tanto en español como en inglés.CG2: Gestionar su auto-aprendizaje en el desarrollo del conocimiento de su profesión, adaptándose a los cambios del entorno. |
| Propósito del curso |
| El propósito del curso Métodos Avanzados en Mecánica de Sólidos Computacional es entregar herramientas numéricas avanzadas para analizar fenómenos relacionados con la mecánica de sólidos, y que forman la base de los métodos computacionales modernos en mecánica de sólidos.  |

|  |
| --- |
| Resultados del aprendizaje |
| Al término del curso el alumno demuestra que:* Identifica las principales áreas de aplicación de los métodos numéricos para mecánica de sólidos. Identifica las limitaciones de los diversos métodos estudiados.
* Identifica conceptos teóricos de los métodos numéricos para mecánica de sólidos y los aplica en la resolución de problemas.
* Identifica técnicas numéricas avanzadas para la mecánica de sólidos y las aplica en la resolución de problemas.
* Es capaz de plantear una estrategia de programación de las metodologías numéricas estudiadas y de llevar a cabo su implementación en un programa computacional.
 |

|  |  |
| --- | --- |
| Metodología Docente | Evaluación General |
|  La metodología docente estará basada en:* Clases expositivas
* Clases auxiliares
* Lectura de artículos por parte de los alumnos
* Tareas
 | La evaluación contempla las siguientes actividades:* Cinco tareas individuales que constan de una parte teórica y otra de programación.
 |

**Unidades Temáticas**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Número  | Nombre de la Unidad | Duración en Semanas |
| 1 | MÉTODO DEL ELEMENTO FINITO | 3 |
| Contenidos | Resultados de Aprendizajes de la Unidad | Referencias a la Bibliografía |
| Reseña histórica de los métodos numéricos en mecánica de sólidos, Métodos variacionales, Método de residuos ponderados, Integración numérica 1D y 2D, Aplicaciones: Barra 1D, Viga 1D, Ecuación de Poisson 2D. | El alumno identifica las principales áreas de aplicación actual del los métodos numéricos en mecánica de sólidos. El alumno resuelve numéricamente ecuaciones diferenciales elípticas mediante métodos variacionales y de residuos ponderados. | 1, 2, 3 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Número  | Nombre de la Unidad | Duración en Semanas |
| 2 | MÉTODOS SIN MALLA  | 2 |
| Contenidos | Resultados de Aprendizajes de la Unidad | Referencias a la Bibliografía |
| Ecuaciones de elasticidad lineal 2D, Método Galerkiano libre de elementos, Método sin malla de la máxima entropía. | El alumno resuelve problemas de elasticidad bidimensional mediante métodos sin malla. El alumno crea programas computacionales para resolver problemas de elasticidad bidimensional mediante métodos sin malla. | 1, 4, 5 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Número  | Nombre de la Unidad | Duración en Semanas |
| 3 | MÉTODO DEL ELEMENTO FINITO POLIGONAL | 1 |
| Contenidos | Resultados de Aprendizajes de la Unidad | Referencias a la Bibliografía |
| Tipos de aproximaciones para elementos poligonales, Aplicaciones en elasticidad lineal. | El alumno resuelve problemas de elasticidad bidimensional mediante el método del elemento finito poligonal. El alumno crea programas computacionales para resolver problemas de elasticidad bidimensional mediante el método del elemento finito poligonal. | 1, 7 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Número  | Nombre de la Unidad | Duración en Semanas |
| 4 | MÉTODO DEL ELEMENTO VIRTUAL | 2 |
| Contenidos | Resultados de Aprendizajes de la Unidad | Referencias a la Bibliografía |
| Formulación para el problema de Poisson 2D, Formulación para elasticidad lineal 2D. | El alumno resuelve los problemas de Poisson bidimensional y elasticidad lineal bidimensional mediante el método del elemento virtual. El alumno crea programas computacionales para resolver problemas de Poisson bidimensional y elasticidad lineal bidimensional mediante el método del elemento virtual. | 1, 8, 9 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Número  | Nombre de la Unidad | Duración en Semanas |
| 5 | MÉTODO DEL ELEMENTO FINITO EXTENDIDO | 2 |
| Contenidos | Resultados de Aprendizajes de la Unidad | Referencias a la Bibliografía |
| Enriquecimiento intrínseco, Enriquecimiento extrínseco, Aplicaciones 1D, Aplicaciones en mecánica de fractura. | El alumno identifica conceptos básicos del método elemento finito extendido en una y dos dimensiones. El alumno crea programas computacionales para resolver problemas unidimensionales mediante el método de elemento finito extendido. | 1, 6 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Número  | Nombre de la Unidad | Duración en Semanas |
| 6 | ANÁLISIS ISOGEOMÉTRICO  | 3 |
| Contenidos | Resultados de Aprendizajes de la Unidad | Referencias a la Bibliografía |
| Geometría computacional, B-splines, Non-Rational B-splines (NURBS), Splines como funciones de base en MEF, Formulación para la ecuación de Laplace 2D y elasticidad lineal 2D. | El alumno identifica conceptos básicos del análisis isogeométrico en una y dos dimensiones. El alumno crea programas computacionales para resolver problemas bidimensionales (ec. de Laplace y elasticidad lineal) mediante análisis isogeométrico. | 1, 10, 11 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Número  | Nombre de la Unidad | Duración en Semanas |
| 7 | ANÁLISIS ISOGEOMÉTRICO EXTENDIDO | 2 |
| Contenidos | Resultados de Aprendizajes de la Unidad | Referencias a la Bibliografía |
| Enriquecimiento isogeométrico, Formulación para la mecánica de fractura. | El alumno identifica conceptos básicos del análisis isogeométrico extendido. El alumno crea programas computacionales para resolver problemas de mecánica de fractura mediante análisis isogeométrico extendido. | 1, 12 |

|  |
| --- |
| Bibliografía General |
| **Básica:**1. J.N. Reddy, “An Introduction to the Finite Element Method,” 3rd Edition, McGraw-Hill, 2005.
2. J. Dolbow and T. Belytschko, “An introduction to programming the meshless Element Free Galerkin method,” Arch. Comput. Methods Eng., Vol. 5, Issue 3, pp. 207-241, 1998.
3. N. Sukumar and R. W. Wright, “Overview and construction of meshfree basis functions: from moving least squares to entropy approximants,” Int. J. Numer. Meth. Engng., Vol. 70, Issue 2, pp. 181-205
4. G. Manzini, A. Russo and N. Sukumar, “New Perspectives on Polygonal and Polyhedral Finite Element Methods,” Math. Models Methods Appl. Sci., Vol. 24, Issue 8, pp. 1665–1699, 2014.
5. L. Beirao da Veiga, F. Brezzi, L.D. Marini and A. Russo, “The Hitchhiker’s Guide to the Virtual Element Method,” Math. Models Methods Appl. Sci., Vol. 24, Issue 08, pp. 1541-1573, 2014.
6. O.J. Sutton, “The virtual element method in 50 lines of MATLAB,” Numer. Algor., Vol. 75, Issue 4, pp. 1141–1159, 2017.
7. A. Ortiz-Bernardin, C. Alvarez, N. Hitschfeld-Kahler, A. Russo, R. Silva and E. Olate-Sanzana, “Veamy: an extensible object-oriented C++ library for the virtual element method,” arXiv:1708.03438, 2017.
8. N. Moës, J. Dolbow and T. Belytschko, “A finite element method for crack growth without remeshing,” Int. J. Numer. Meth. Engng., Vol. 46, Issue 1, pp. 131-150, 1999.
9. T.J.R. Hughes, J.A. Cottrell and Y. Bazilevs, “Isogeometric analysis: CAD, finite elements, NURBS, exact geometry and mesh refinement,” Comput. Methods Appl. Mech. Engrg., Vol. 194, pp. 4135–4195, 2005.
10. V.P. Nguyen, C. Anitescu, S.P. Bordas, T. Rabczuk, “Isogeometric analysis: an overview and computer implementation aspects,” Mathe. Comput. Simul., Vol. 117, Supplement C, pp. 89-116, 2015.

**Complementaria:**1. J. Fish and T. Belytschko, “A First Course in Finite Elements,” John Wiley & Sons, 2007.
2. T. J. R. Hughes, “The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis,” Dover Publications, Inc, Mineola, NY, 2000.
3. T.P. Fries and H.G. Matthies, “Classification and overview of meshfree methods,” Informatikbericht-Nr. 2003-03, Technische Universität Braunschweig, Braunschweig, 2003.
4. G.R. Liu and Y.T. Gu, “An Introduction to Meshfree Methods and Their Programming,” Springer, 2010.
5. G.R. Liu, “Meshfree Methods: Moving Beyond the Finite Element Method,” Second Edition, CRC Press, 2010.
6. T. Rabczuk, “Extended Finite Element and Meshfree Methods,” Lecture notes, Chair of Mechanics, Bauhaus University Weimar, 2009.
7. S. Pommier, A. Gravouil, N. Moës and A. Combescure, “Extended Finite Element Method for Crack Propagation,” Wiley-ISTE, 1st edition, 2011.
8. S. Mohammadi, “Extended Finite Element Method for Fracture Analysis of Structures,” Blackwell Publishing, 2008.
9. J. Cottrell, T. Hughes and Y. Bazilevs, “Isogeometric Analysis: Toward Integration of CAD and FEA,” John Wiley & Sons, Ltd., 2009.
10. V. P. Nguyen and S. Bordas, “Extended isogeometric analysis for strong and weak discontinuities,” in: G. Beer, S. Bordas (eds), Isogeometric Methods for Numerical Simulation. CISM International Centre for Mechanical Sciences, Vol. 561, Springer, Vienna, 2015.
 |

|  |  |
| --- | --- |
| Vigencia desde: | Noviembre 2017 |
| Elaborado por: | Alejandro Ortiz Bernardin / Elena Atroshchenko |
| Revisado por: |  |