



PROGRAMA ANALÍTICO

DEPARTAMENTO: MECÁNICA

CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: MECÁNICA DEL CONTINUO

CÓDIGO: 0328

AÑO ACADÉMICO: 2019

PLAN DE ESTUDIO: 2005

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 1er. Cuatrimestre de 3er. Año

MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL

DOCENTE A CARGO: Ing. Rodolfo M. Duelli – Profesor Asociado Exclusivo

EQUIPO DOCENTE: Ing. Rodolfo M. Duelli – Profesor Asociado Exclusivo
Ing. Manuel Amor – Profesor Adjunto Exclusivo

RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA:

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
0411	0403
0402	0405
-	0318

ASIGNACIÓN DE HORAS:

Semanales: 4

Totales → Teóricas: 30
 → Prácticas → Resolución de problemas: 20
 → Laboratorio: 10 (*)
 → Proyecto: -
 → Trabajo de campo: -

(*) Se prevé el dictado de dos prácticos de laboratorio por cada comisión.

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: OBLIGATORIA



OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:

OBJETIVOS GENERALES

Proveer la formación en el análisis y resolución de problemas asociados a la mecánica bajo la hipótesis de medio continuo mediante la adquisición de los conceptos teóricos fundamentales, orientando estos conceptos a la ingeniería mecánica en el ámbito de la mecánica de los fluidos como a la mecánica de los sólidos deformables.

OBJETIVOS PARTICULARES

La mecánica de los medios continuos estudia los movimientos, las deformaciones, los campos de tensiones dentro de medios continuos (sólidos, líquidos o gases). Esta disciplina es la base de lo que se llama la modelización, que consiste en analizar un fenómeno físico y su descripción en términos matemáticos, lo que permite realizar el estudio con toda rigurosidad de su comportamiento. La mecánica de los medios continuos se basa sobre los cuatro principios fundamentales de la física clásica (no cuántica no relativista):

- El principio de conservación de la masa.
- El principio fundamental de la mecánica de Newton (conservación de la cantidad de movimiento y del momento cinético).
- El primer principio de la termodinámica (conservación de la energía).
- El segundo principio de la termodinámica.

Los laboratorios consisten en la participación de los estudiantes en la obtención de resultados experimentales asociados a fenómenos típicos estudiados en la asignatura. Se pone en contacto a los estudiantes con la realidad física y la necesidad de recurrir a ella para la definición concreta de los límites de las formulaciones teóricas y de las características necesarias de una extensión deseable de dichas formulaciones.

Se considera importante que los estudiantes complementen los conocimientos teóricos con el uso de herramientas computacionales de cálculo, por ello se propone a los estudiantes utilizar programas de manipulación simbólica y algebraica que serán empleados para resolver problemas, simulación virtual de experiencia de laboratorios, y para contrastar los resultados de los trabajos prácticos resueltos en forma manual. A los estudiantes se le sugiere emplear programas (software) libre bajo licencia GNU.



CONTENIDOS:

Capítulo 1: Conceptos fundamentales de la Mecánica de Medio Continuo (MMC).

- 1.1 Definiciones generales.
- 1.2 El modelo de medio continuo tridimensional.

Capítulo 2: Descripción del movimiento de un Medio Continuo (MC).

- 2.1 Descripción del movimiento de un MC. Descripción material o de Lagrange y espacial o de Euler Ecuaciones de Movimiento.
- 2.2 Derivadas temporales: local, material, convectiva. Velocidad, aceleración, estacionalidad.
- 2.3 Superficie material, superficie geométrica. Volumen material, volumen geométrica.
- 2.4 Análisis del movimiento de un medio continuo. Líneas de trayectorias, líneas de corriente, tubo de corrientes, líneas de traza.

Capítulo 3: Estudio geométrico y cinemático de la deformación.

- 3.1 Deformación de un medio continuo. Tensor gradiente de deformación.
- 3.2 Tensor material de deformación o de Green-Lagrange. Tensor espacial de deformación o de Euler-Almansi. Comparación entre los diferentes tensores de deformación.
- 3.3 Variación de la distancia: estiramiento y alargamiento unitario. Variación de ángulos. Dilatación volumétrica. Variación de área.
- 3.4 Tensor de «pequeñas» deformaciones o de deformación infinitesimal. Condiciones de compatibilidad para «pequeñas» deformaciones.
- 3.5 Tensor gradiente espacial de un campo de velocidades. Tensor velocidad de deformación y tensor "spin" o de vorticidad. Deformación y velocidad de deformación.
- 3.6 Velocidad de variación: de la longitud., de ángulo, del área. Velocidad de variación de la dilatación volumétrica.

Capítulo 4: Conservación de la masa.

- 4.1 Concepto de masa. Postulados de conservación y balance.
- 4.2 Flujo por transporte de masa o flujo convectivo.
- 4.3 Derivada local y derivada material de una integral de volumen.
- 4.4 Conservación de la masa. Ecuación de continuidad.
- 4.5 Ecuación de balance. Teorema del transporte de Reynolds.

Capítulo 5: Principios fundamentales de la mecánica. Tensiones en un medio continuo.

- 5.1 Expresión general de las ecuaciones de balance.
- 5.2 Balance de la cantidad de movimiento.
- 5.3 Esfuerzos interiores para un dominio material. Tensor de tensión de Euler-Cauchy.
- 5.4 Balance del momento de la cantidad de movimiento.
- 5.5 Potencia de los esfuerzos interiores.
- 5.6 Formulación de otros tensores de tensión. Primer y segundo tensor de Piola-Kirchhoff.



Capítulo 6: Termodinámica de los medios continuos.

- 6.1 Balance de la energía. Primer principio de la termodinámica. Forma global y forma local.
- 6.2 Procesos reversibles e irreversibles.
- 6.3 Segundo principio de la termodinámica aplicado a medios continuos. Forma global y forma local.
- 6.4 Ecuaciones de la mecánica de medios continuos. Ecuaciones constitutivas.

Capítulo 7: Leyes de comportamiento.

- 7.1 Clases de medios continuos.
- 7.2 Medios fluidos lineales. Fluidos Newtonianos.
- 7.3 Medios elásticos lineales. Ley de Hooke generalizada.

Prácticos de laboratorio

Laboratorio 1. Deformación en un medio continuo y descripciones Material o de Lagrange y Espacial o de Euler. Empleando presentaciones multimedia de experimentos sobre los temas anteriormente mencionado, se busca lograr que el estudiante aprenda a utilizar la descripción material espacial en situaciones experimentales particulares, la presentación multimedia de estos experimentos se emplean en los trabajos prácticos sobre sobre la cinemática, las trayectorias, líneas de corriente, y la deformación de un medio continuo.

Laboratorio 2. Túnel de Humo: el objetivo es la participación del estudiante en la obtención de resultados experimentales asociados a la visualización de distintos patrones de flujos, para que el estudiante en contacto con la realidad física aplique las definiciones de los conceptos teóricos a situaciones concretas y experimente los límites de las formulaciones teóricas. El laboratorio consiste en variar la velocidad de circulación del aire en el túnel de 0 a 3 m/s (10,8 km/h), se visualizan en la sección de trabajo (180 x 240 x 100 mm) las líneas de traza en los modelos de una superficie sustentadora NACA 2412, un cilindro circular, un orificio circular con canto filoso, un disco, una semiesfera, y una esfera. El humo se introduce por medio de un peine ubicado abajo de la sección de trabajo, el cual emite 23 corrientes de humo con centros distanciado 7 mm. El peine se desplaza lateralmente para explorar el campo de flujo. El equipo donde se realiza las experiencia es el Túnel de Humo modelo TE 80 del fabricante PLINT & PARTNRES ENGINEERS LTD.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:

El periodo de clases está fijado por el Calendario de Actividades Académicas de Grado aprobado por el C.D. Se asigna para el semestre una duración de 15 semanas. La Cátedra publica en el cronograma de actividades los horarios de clase, las fechas de los Parciales Teóricos y Prácticos, y de los Recuperatorios.

Teniendo en cuenta los objetivos de la asignatura y las características particulares de la misma, se adopta el siguiente esquema de trabajo:

ACCIÓN	EFEECTO BUSCADO
Clases teóricas de presentación y síntesis de las unidades temáticas que ponen de manifiesto los contenidos de dichas unidades.	Suscitar en el estudiante la comprensión de la problemática de la unidad y de los métodos de resolución asociados.



Clases teóricas-prácticas de aplicación, con carácter predictivo, de los resultados operacionales de cada unidad a los problemas de ingeniería mecánica.	Lograr en el estudiante la actitud de rigor y de predicción de cálculo, así como la percepción del poder predictivo de las formulaciones matemáticas involucradas, con énfasis en los límites de validez de las mismas.
Actividad de laboratorio: consisten en la participación del estudiante en la obtención de resultados experimentales asociados a fenómenos típicos estudiados en la asignatura.	Poner en contacto al estudiante con la realidad física y la necesidad de recurrir a ella para la definición concreta de los límites de las formulaciones teóricas y de las características necesarias de una extensión deseable de dichas formulaciones.

MODALIDAD DE EVALUACIÓN:

La evaluación de los conocimientos adquiridos se realiza mediante 2 (dos) Parciales Teóricos y 2 (dos) Parciales Prácticos.

Primer Parcial Teórico y Primer Parcial Práctico: incluye lo temas de los Capítulos 1, 2, 3, y 4. Los objetivos a evaluar son: la comprensión de las leyes generales que gobiernan el comportamiento de un medio continuo clásico, la realización de demostraciones de carácter limitado similares a las desarrolladas en clase, y la resolución de problemas de aplicación de los conocimientos que el estudiante adquirió en los capítulos citados. Esta evaluación es de carácter integrador.

Segundo Parcial Teórico y Segundo Parcial Práctico: incluye lo temas de los Capítulos 5, 6 y 7. Los objetivos a evaluar son: la comprensión de las leyes generales que gobiernan el comportamiento de un medio continuo clásico, la realización de demostraciones de carácter limitado similares a las desarrolladas en clase, y la resolución de problemas de aplicación de los conocimientos que el estudiante adquirió en los capítulos citados a la resolución de problemas de Elasticidad y Mecánica de los Fluidos. Esta evaluación es de carácter integrador, e incluye el empleo de los conocimientos de los primeros cuatro capítulos para la resolución del segundo parcial.

RÉGIMEN DE PROMOCIÓN Y REGULARIZACIÓN

PARA REGULARIZAR:

- a) **Asistencia:** acreditar asistencia al 70% de todas las clases y al total de laboratorios.
- b) **Prácticos:** entregar resuelto en tiempo y forma el 70% de los trabajos prácticos
- c) **Laboratorios:** El laboratorio al ser de carácter cualitativo se aprueba con la asistencia y la participación en el mismo.
- d) **Evaluaciones:**
 - d1. **Parciales:** aprobar con 5 (cinco) cada uno de los 2 (dos) parciales teóricos. Y aprobar con 5 (cinco) cada uno de los 2 (dos) parciales prácticos.
 - d2. **Recuperatorio:** se recuperará cada uno de los parciales teóricos y prácticos. En todos los casos la nota del recuperatorio **reemplaza** la nota anterior obtenida en el correspondiente parcial.



PARA PROMOCIONAR

El régimen de promoción de la asignatura es total. Para obtener la misma el estudiante deberá cumplimentar los siguientes requerimientos: la **Asistencia**, los **Trabajos Prácticos**, los **Laboratorios**, y los **Parciales Teóricos y Prácticos**.

Asistencia: acreditar asistencia al 80% de las clases y al total de laboratorios.

Trabajos Prácticos: en cada clase teórica-práctica se asignan ejercicios que el estudiante debe entregar resueltos al inicio de la próxima clase. Dichos prácticos se realizan en hojas tamaño A4; respetando los márgenes. En la parte superior lleva el nombre de la asignatura, el número del trabajo práctico y el nombre del estudiante. Si son varias hojas deben ir abrochadas. Una vez controlado, el trabajo es devuelto al estudiante. Si el práctico no satisface las condiciones mínimas de presentación o se incurren en errores conceptuales groseros, el práctico es desaprobado. Los trabajos deben ser resueltos en forma individual. Los trabajos resueltos en grupo son desaprobados. Vencido el plazo de entrega el trabajo práctico es desaprobado. Los trabajos prácticos no tienen recuperatorio. El estudiante debe entregar en tiempo y forma y aprobar como mínimo el 80% de los prácticos, a los efectos de mantener el régimen de promoción.

Laboratorios: El laboratorio al ser de carácter cualitativo se aprueba con la asistencia y la participación en el mismo.

Parciales Teóricos y Prácticos: la nota mínima a obtener por parte del estudiante es una calificación promedio de 7 (siete) computando los dos parciales teóricos y los dos parciales prácticos sin registrar instancias evaluativas de aprobaciones con notas inferiores a 5 (cinco). Cumplida esta condición el estudiante alcanza la promoción de los parciales. Un estudiante puede recuperar cada instancia evaluativa, definida como requisito para obtener la promoción, cualquiera sea la calificación obtenida.

El estudiante que cumplimentó los requisitos de: **Asistencia**, **Trabajos Prácticos**, **Laboratorios**, y **Parciales Teóricos y Prácticos** alcanza la **promoción total con la calificación promedio obtenida**.

EXÁMENES FINALES

EXAMEN EN CONDICIÓN DE ALUMNO REGULAR

El estudiante que finaliza el cursado de la asignatura en condición de *alumno regular*, y durante el periodo de validez de la regularidad, deberá rendir en los turnos de exámenes finales fijado por el Calendario de Actividades Académicas de Grado aprobado por el C.D., el examen final correspondiente a la condición de alumno regular que consiste en:

- a. Un **examen práctico** de resolución de problemas sobre los temas del programa de la asignatura.
- b. Un **examen teórico** oral donde al estudiante se le asignarán tres temas del programa de la asignatura. El estudiante elegirá uno de los temas y lo desarrollará, explicará, demostrará, y fundamentará; utilizando la pizarra y la explicación oral. El tribunal examinador solicitará el desarrollo de un segundo tema de los asignados, con la misma modalidad del primero, y a juicio exclusivo del tribunal se le solicitará o eximirá del tercer tema.



- c. La **nota final** resultará de la evaluación por el tribunal examinador del examen práctico y de la exposición oral.

EXAMEN EN CONDICIÓN DE ALUMNO LIBRE

El estudiante que finalizó el cursado de la asignatura en condición de *alumno libre*, deberá rendir en los turnos de exámenes finales fijado por el Calendario de Actividades Académicas de Grado aprobado por el C.D., el examen final correspondiente a la condición de alumno libre que consiste en:

- a. El estudiante deberá notificar fehacientemente al tribunal examinador como mínimo con 7 (siete) días hábiles de anticipación su intención de rendir la asignatura en la condición de alumno libre. El tribunal examinador le comunicará las fechas en las cuales se desarrollará cada uno de los exámenes descriptos a continuación, a partir de la fecha de comienzo del turno de examen correspondiente.
- b. Un **examen práctico escrito** de resolución de problemas sobre los temas del programa en vigencia de la asignatura.
- c. Un **examen teórico práctico** que consiste en desarrollar en forma escrita: demostraciones, y respuesta de preguntas en forma concreta y precisa, sobre los temas del programa en vigencia de la asignatura.
- d. Un **examen teórico oral** donde al estudiante se le asignarán tres temas del programa de la asignatura. El estudiante desarrollará, explicará, demostrará, y fundamentará; utilizando la pizarra y la explicación oral, en forma consecutiva los tres temas asignados.
- e. La **nota final** resultara de la evaluación por el tribunal examinador del examen práctico, del examen teórico práctico, del examen práctico de laboratorio, y de la exposición oral.

HORARIOS DE CLASES:

Lunes de 18 a 22 hs. Aula 20-a Pab. 4

HORARIOS DE CONSULTA:

Lunes de 15 a 18 h. (R. DUELLI)

Martes de 16 a 18 h. (R. DUELLI)

Miércoles de 16 a 18 h. (R. DUELLI)

Martes de 15:30 a 17:30 h. (M. AMOR)

Miércoles de 15:30 a 17:30 h. (M. AMOR)

Viernes de 15:30 a 17:30 h. (M. AMOR)



CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

MECÁNICA DEL CONTINUO (Cod. 328) CRONOGRAMA 2019			
Fecha	Clases: Ing. Rodolfo Duelli Lunes 18 hs a 20 hs Aula 20-a Pab. 4	Fecha	Clases: Ing. Manuel Amor Lunes 18 hs a 20 hs Aula 20-a Pab. 4
11/03	Capitulo 1 y Capitulo 2.	11/03	Practico: Magnitudes cinemáticas en la descripción de Lagrange y de Euler. Derivada material. Aceleración.
18/03	Capitulo 2. Estudio Geométrico de la Deformación. Tensores de deformación.	18/03	Teórico - Práctico: Trayectorias, línea de corriente, tubo de corriente, línea de traza.
25/03	Capitulo 2. Tensor infinitesimal de deformación.	25/03	Laboratorio Túnel de Humo.
01/04	Capitulo 2. Estudio cinemático de la deformación.	01/04	Practico: Tensor de deformación infinitesimal. Deformaciones máximas y mínimas. Deformaciones por cizallamiento. Vector deformación. Deformación normal y tangencial.
08/04	Conservación de la masa.	08/04	Conservación de la masa. Ecuación de continuidad.
15/04	Conservación de la masa.	15/04	Ecuación de balance. Teorema del transporte de Reynolds.
29/04	1° PARCIAL.	29/04	1° PARCIAL.
06/05	Principios fundamentales de la mecánica. Tensiones en un medio continuo.	06/05	Practico: Tensor de tensión de Euler-Cauchy. Tensiones principales. Máximas y mínimas tensiones de corte, (circulo de Mhor).
13/05	Principios fundamentales de la mecánica. Tensiones en un medio continuo.	13/05	Practico: Tensor de tensión de Euler-Cauchy. Aplicaciones a la mecánica de los fluidos y de los sólidos.
20/05	Termodinámica de los medios continuos.	20/05	Teórico - Práctico: Ecuaciones de la mecánica de medios continuos. Ecuaciones constitutivas.
27/05	Leyes de comportamiento lineales Fluido Newtoniano.	27/05	Resolución de problemas: de fluido Newtoniano.
03/06	Leyes de comportamiento lineales. Sólido elástico isótropo y lineal.	03/06	Resolución problemas: del sólido elástico isótropo y lineal.
10/06	2° PARCIAL.	10/06	2° PARCIAL.
17/06	FERIADO.	17/06	FERIADO.
22/06	Fin del Primer Cuatrimestre.	27/06	Recuperatorio del 1° Parcial.
		04/07	Recuperatorio del 2° Parcial.



BIBLIOGRAFÍA:

Título	Autor/s	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles
e-book: Mecánica de medios continuos para ingenieros	Xavier Oliver Olivilla Carlos Agelet de Saracibar Bosch	UPC	2010	Bajo licencia UPC Commons
Cuestiones y Problemas de Mecánica de Medios Continuos	Xavier Oliver Olivilla Carlos Agelet de Saracibar Bosch	UPC	2002	0
An introduction to continuum mechanics	Reddy, Junuthula Narasimha	Cambridge University Press	2007	1
Continuum Mechanics using <i>Mathematica</i>	Antonio Romano Renato Lancellotta Addolorata Marasco	Birkhäuser Boston	2007	1
Elements of continuum mechanics.	Romesh C. Batra	AIAA education series	2006	1
Nonlinear Continua	Eduardo N. Dvorkin Marcela B. Goldschmit	Springer Berlín Heidelberg	2005	0
Continuum Thermomechanics	Alfredo Bermúdez de Castro	Birkhäuser Basel	2005	0
Mecánica de medios continuos para ingenieros	Xavier Oliver Olivilla Carlos Agelet de Saracibar Bosch	Alfaomega	2002	16

BIBLIOGRAFÍA BASICA.

e-book: Mecánica de medios continuos para ingenieros. Autores: Xavier Oliver Olivella y Carlos Agelet de Saracibar Bosch. Ediciones UPC. Reimpresión 2010. Disponible bajo licencia UPC Commons en el enlace: <http://hdl.handle.net/2099.3/36197>.

Cuestiones y Problemas de Mecánica de Medios Continuos. Autores: Xavier Oliver Olivella y Carlos Agelet de Saracibar Bosch. Ediciones UPC. 2002.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA.

Introduction to the mechanics of a continuous medium. Autor: Lawrence E. Malvern. Prentice Hall. 1969.

Teoría y problemas de mecánica del medio continuo: teoría y 360 problemas resueltos. Autor: Mase, George E. Editorial: McGraw-Hill - México. 1977.

Introduction to continuum mechanics. Third edition. Autores: W. Michael Lai, David Rubin and Edhard Krempl. Editorial: Butterworth-Einemann. 1996.

Continuum mechanics. Autor: Chandrasekharaiah. Editorial: Academic Press. 1998.

An introduction to continuum mechanics. Autor: Reddy, Junuthula Narasimha. Cambridge University Press. 2007.

General continuum mechanics - 2nd ed. Autor: Chung, T.J. Editorial: Cambridge University Press. 2007.

Continuum mechanics using *Mathematica*. Autores: Antonio Romano, Renato Lancellotta y Addolorata Marasco. Editorial: Birkhäuser-Boston. 2006.



Fondements de la mécanique des milieux continus. Autor: Jean Garrigues. Editorial: Hermes Sciences publications. Lavoisier. 2007.

Mécanique des milieux continus: une introduction. Autores: John Botsis y Michel Deville. Editorial: Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. 2006

Nonlinear continua. Autores: Eduardo N. Dvorkin y Marcela B. Goldschmit. Editorial: Springer Berlin Heidelberg. 2005

Continuum thermomechanics. Autor: Alfredo Bermúdez de Castro. Editorial Birkhäuser Basel. 2005.

Continuum mechanics for engineers. Second edition. Autor: G. Thomas Mase. George E. Mase. Editorial: Crc Press. 2000.

Continuum Mechanics. Autor: T. J. Chung. Prentice Hall. 1998.

BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA.

Algebra lineal. Autor: Serge Lang. Editorial: Fondo educativo interamericano, S.A. 1976.

Algebra moderna. Autores: A. Lentin y J. Rivaud. Editorial: Aguilar. 1970.

Funciones de varias variables. Autor: Wendell H. Fleming. Editorial: C.E.C.S.A. 3ª impresión. 1976.

Elementary differential equations and boundary value problems. Autores: W.R. Boyce and R.C. Diprima. Fourth edition. Editorial: John Wiley & Sons. 1986.

Ecuaciones diferenciales y cálculo variacional. Autor: L. Elsgoltz. Editorial MIR. 1977.

Análisis matemático avanzado. Con aplicaciones a ingeniería y ciencias. Autores: J. N. Reddy y M. L. Rasmussen. Editorial: Noriega Limusa, editores. 1992

Análisis tensorial. Teoría y aplicaciones a la geometría y mecánica de los medios continuos. Autor: I. S. Sokolnikoff. Editorial Limusa. 1982.

Vectores y Tensores con sus aplicaciones. Autor: Luis A. Santaló. Editorial EUDEBA. 1976.

Firma Docente Responsable

Firma Secretario Académico