

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	Fundamentos de la Mecánica de los Medios Continuos
Carrera :	Ingeniería Civil
Clave de la asignatura :	ICE-1016
SATCA ¹	3-1-4

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

La asignatura representa la columna vertebral de las áreas de dominio de la Ingeniería Civil, proporcionando las bases en los campos de estructuras, geotecnia, mecánica de materiales, mecánica de fluidos, la aplicación de esta materia ayuda a comprender los fenómenos físicos que intervienen en los diversos problemas de la Ingeniería Civil.

La aplicación de los Principios fundamentales de la Física en esta asignatura, permiten comprender los fenómenos físicos en forma conceptual, facilitando el conocimiento de su comportamiento al establecer las relaciones de los estados de esfuerzos y deformaciones.

Intención didáctica.

El temario comprende cinco unidades, la primer unidad es la notación indicial la cual tiene como finalidad proporcionar las bases en el manejo de las expresiones y operaciones de tensores que intervienen en las unidades del estado de esfuerzo y deformación, esta unidad es la base en el desarrollo del curso, debido a que los contenidos toman un significado en las unidades posteriores.

La unidad dos corresponde a los Principios de la Física en la Mecánica de los Medios Continuos, proporciona las bases para una mejor comprensión de los sólidos y fluidos cuando se encuentran sometidos a un sistema de acciones en equilibrio estático o dinámico, en las siguientes dos unidades se aborda el estudio de los estados de esfuerzos y deformaciones para finalmente encontrar las relaciones o ecuaciones constitutivas para su aplicación en las áreas de la Ingeniería.

Para motivar al estudiante de Ingeniería Civil, se recomienda el uso de materiales escritos en donde se recalca la importancia de la asignatura en el desarrollo de los diferentes dominios o campos de la Ingeniería, la elaboración de ensayos o esquemas gráficos de los escritos es una muy buena herramienta que le permitirá al estudiante el desarrollo de las competencias genéricas.

La solución de problemas en clase, formando equipos de tres estudiantes, así como la discusión en la solución de éstos en una plenaria, ayudará a que el estudiante desarrolle habilidades que le permitan una transferencia adecuada en las materias de Mecánica de Materiales e Hidráulica básica entre otras.

Las unidades del estado de esfuerzo y de deformación se abordan en forma conceptual, sin mencionar el tipo de material que constituye la masa del sólido o fluido, en la unidad posterior de Ecuaciones Constitutivas se establecen las relaciones entre los esfuerzos y

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

las deformaciones.

Para las prácticas, se resuelven problemas en clase y se utiliza como apoyo software educativo para una mejor comprensión de los temas, en este caso se recomienda utilizar el círculo de Mohr, el cual presenta en forma gráfica los resultados para el estado plano de esfuerzo y deformación.

Se sugiere realizar una actividad en la unidad de ecuaciones constitutivas que relacione las unidades anteriores aplicando los conceptos del temario del curso, esta actividad tiene como finalidad el desarrollo de las competencias específicas de la asignatura.

El orden de las actividades de aprendizaje como parte fundamental en el diseño de la Estrategia didáctica diseñada por el docente, ayudará a fomentar aprendizajes significativos, para esto, se sugiere que las actividades comprendan problemas que estén relacionados con las áreas de la Ingeniería Civil, ya que con esto el estudiante se encontrará motivado para adquirir aprendizajes que le permitan involucrarse en la solución de los problemas relacionados con su profesión.

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p>Competencias específicas:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Determinar el estado de esfuerzos, deformaciones y ecuaciones constitutivas de diferentes tipos de sólidos y fluidos para comprender su comportamiento cuando se encuentran sometidos a un sistema de fuerzas en equilibrio estático o dinámico.	<p>Competencias genéricas:</p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis• Capacidad de organizar y planificar• Conocimientos generales básicos• Conocimientos básicos de la carrera• Comunicación oral y escrita en su propia lengua• Conocimiento de una segunda lengua• Habilidades básicas de manejo de la computadora• Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas)• Solución de problemas• Toma de decisiones. <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad crítica y autocrítica• Trabajo en equipo• Habilidades interpersonales• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas• Apreciación de la diversidad y multiculturalidad• Habilidad para trabajar en un ambiente laboral• Compromiso ético. <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica• Habilidades de investigación• Capacidad de aprender• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)• Liderazgo• Conocimiento de culturas y
--	--

	<p>costumbres de otros países</p> <ul style="list-style-type: none">• Habilidad para trabajar en forma autónoma• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos• Iniciativa y espíritu emprendedor• Preocupación por la calidad• Búsqueda del logro	
--	---	--

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Chetumal del 19 al 23 de octubre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Boca del Río, Cerro Azul, Chetumal, Chilpancingo, Durango, La Paz, Superior de Los Ríos, Superior de Macuspana, Matehuala, Mérida, Nuevo Laredo, Oaxaca, Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Pachuca, Tapachula, Tuxtepec, Villahermosa y Zacatepec.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Civil.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 26 de octubre de 2009 al 5 de marzo de 2010.	Academias de Ingeniería Civil de los Institutos Tecnológicos de: Durango.	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Civil.
Instituto Tecnológico de Oaxaca del 8 al 12 de marzo de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Boca del Río, Cerro Azul, Chetumal, Chilpancingo, Durango, La Paz, Superior de Los Ríos, Superior de Macuspana, Matehuala, Mérida, Nuevo Laredo, Oaxaca, Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Pachuca, Tapachula, Tuxtepec, Villahermosa y Zacatepec.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Civil.

5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Determinar el estado de esfuerzos, deformaciones y ecuaciones constitutivas de diferentes tipos de sólidos y fluidos para comprender su comportamiento cuando se encuentran sometidos a un sistema de fuerzas en equilibrio estático o dinámico.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Resolver problemas de aplicación e interpretar las soluciones utilizando matrices y sistemas de ecuaciones lineales para las diferentes áreas de la ingeniería.
- Identificar las propiedades de los espacios vectoriales y las transformaciones lineales para describirlos, resolver problemas y vincularlos con otras ramas de las matemáticas.
- Aplicar el concepto de base y dimensión de un espacio vectorial, cambio de base.
- Aplicar el concepto de espacio vectorial con producto interno y sus propiedades.
- Aplicar el concepto de base ortonormal, proceso de ortonormalización de Gram-Schmidt.
- Aplicar el concepto de gradiente.
- Aplicar el concepto de campos vectoriales.
- Aplicar el concepto de divergencia, rotacional, interpretación geométrica y física.

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Fundamentos matemáticos	1.1. Notación indicial 1.2. Operaciones de tensores 1.3. Métodos para el cálculo de valores y vectores propios 1.4. Gradiente, divergencia y rotacional 1.5. Teoremas de Green y Stokes. 1.6. Método numérico para la solución de polinomios.
2.	Aplicaciones de la física en la Ingeniería Civil	2.1. Principio de la Conservación de la cantidad de Movimiento lineal y angular 2.2. Principio de Conservación de la masa 2.3. Principio de Conservación de la energía.
3.	Estado de esfuerzos	3.1. Fuerzas de superficie y de cuerpo 3.2. Teorema de Cauchy 3.3. Tensor de esfuerzos 3.4. Esfuerzos y direcciones principales. 3.5. Representación gráfica del estado tridimensional y plano de esfuerzo.
4.	Estado de deformación	4.1. Descripción del movimiento. 4.2. Descripción matemática de la deformación. 4.3. Tensor de deformación para deformaciones infinitesimales y desplazamientos pequeños. 4.4. Deformaciones por rotación, deformación lineal y angular. 4.5. Deformaciones y direcciones principales.

		4.6. Ecuaciones de compatibilidad.
5.	Ecuaciones constitutivas	5.1. Ecuación generalizada de esfuerzo de Hooke 5.2. Aplicaciones a problemas de Elasticidad lineal 5.3. Ecuación de Navier-Cauchy 5.4. Ecuación de Navier-Stokes. 5.5. Aplicaciones a problemas de Mecánica de Fluidos.

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El docente debe:

Ser un conocedor de la materia para abordar los temas en forma clara y precisa, además debe conocer las áreas de aplicación de la materia en los campos de la Ingeniería Civil, para motivar al estudiante al aprendizaje de ésta.

Debe organizar actividades de aprendizaje que permitan el desarrollo de habilidades para trabajar en equipo, fomentar el aprendizaje autónomo e independiente del estudiante como un proceso continuo en su formación profesional.

- A partir del examen de diagnóstico debe diseñar estrategias didácticas que le permitan homogeneizar los conocimientos, siendo esta actividad previa al inicio del curso.
- Propiciar actividades de metacognición que le permitan la reflexión sobre el conocimiento adquirido y como éste influye en su aprendizaje.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes. Ejemplo: al socializar los resultados de las investigaciones y las experiencias prácticas solicitadas como trabajo extra clase.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral. Ejemplos: trabajar las actividades prácticas a través de guías escritas, redactar reportes e informes de las actividades de experimentación, exponer al grupo las conclusiones obtenidas durante las observaciones.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Cuando los temas lo requieran, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Propiciar el uso de las tecnologías de información y comunicación en el desarrollo de la asignatura (procesador de texto, hoja de cálculo, base de datos, Internet y otros).

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Actividades académicas dirigidas que incluyan (documentos escritos (ensayos, mapas de conceptos, mapas mentales, cuadros sinópticos).
- Entrega de problemario (Problemas propuestos en el aula y problemas resueltos por equipo en clase)
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de conceptos teóricos y declarativos.
- Autoevaluación.
- Coevaluación.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Fundamentos matemáticos

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Aplicar las bases de algebra lineal, notación indicial y cálculo tensorial para el estudio de la Mecánica de los Medios continuos.	<ul style="list-style-type: none">• Realizar un ensayo sobre la importancia de las matemáticas en la Ingeniería Civil• Aplicar e interpretar las operaciones entre vectores como una herramienta en la solución de problemas en la Ingeniería Civil.• Conocer la simbología y operaciones de los tensores de primer y segundo orden aplicando la notación indicial, se recomienda resolver ejercicios.• Aplicar los conceptos de cambio de base y aplicarlos en la solución de problemas.• Resolver problemas propuestos por el docente en clase en equipos formados por tres estudiantes.

Unidad 2: Aplicaciones de la Física en la Ingeniería Civil.

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Aplicar los Principios de la Conservación de la Cantidad de Movimiento Lineal y Angular, Principios de Conservación de la Masa y de la Energía en problemas relacionados con la Ingeniería Civil.	<ul style="list-style-type: none">• A través de la elaboración de un esquema gráfico (mapa de conceptos, mapa mental, cuadro sinóptico) explica los principios de la Conservación de las Cantidades de Movimiento Lineal y Angular en sus formas local y global, Principio de Conservación de la Masa y Conservación de la Energía.• Resuelve problemas relacionados con la Ingeniería Civil en donde se apliquen los Principios de Conservación.

Unidad 3: Estado de esfuerzos

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Determinar el esfuerzo total y sus componentes en un plano de corte,	<ul style="list-style-type: none">• A través de la elaboración de un esquema gráfico (mapa de conceptos, mapa mental,

<p>esfuerzos normales y cortantes asociados a un sistema de ejes arbitrario, esfuerzos y direcciones principales, así como su representación gráfica.</p>	<p>cuadro sinóptico) explica las diferencias entre fuerzas de superficie y fuerzas de cuerpo, mencionando sus aplicaciones en la Ingeniería Civil.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construye un modelo didáctico que le permita representar el estado de esfuerzos en un punto, así como determinar los esfuerzos normales y cortantes asociados a un plano de corte cualquiera. • Resuelve problemas propuestos en clase • Utiliza software educativo disponible en la red, para comprobar los resultados de problemas de estado plano de esfuerzo.
---	--

Unidad 4: Estado de deformación

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Determinar los desplazamientos producidos por la rotación, deformación lineal y angular, así como las deformaciones y direcciones principales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En grupo a partir de las pre-concepciones de los estudiantes y apoyo del docente se establece la descripción material y espacial de un medio continuo. • Se pide investigar los tipos de deformaciones y desplazamientos que se presentan en los diversos campos de la Ingeniería Civil y las aplicaciones se discuten en una plenaria. • Se resuelven problemas para determinar las deformaciones y direcciones principales y se auxilia de un software educativo para comprobar los resultados.

Unidad 5: Ecuaciones Constitutivas

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Establecer las relaciones esfuerzo-deformación para sólidos y fluidos para su aplicación en las áreas de Ingeniería Civil.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A través de un esquema gráfico, se pide encontrar el tipo de deformación que se produce por la aplicación de fuerzas. • Se discute en clase las relaciones entre los esfuerzos y las deformaciones, estableciendo las relaciones entre éstas. • Se resuelven problemas en donde se apliquen las ecuaciones constitutivas para sólidos y fluidos.

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Sadd Martin H. (2005)., *Elasticity: Theory and Numerics*. Butterworth-Heinenann Publications, USA
2. Lai, Michael, Rubin, David, Krempl, Erhard. *Introduction to Continuum*
3. *Mechanics*. Pergamon Press.
4. Gurtin Morton, E. *An Introduction to Continuum Mechanics*. Academic Press.
5. Chadwick, P. *Continuum Mechanics: Concise Theory and Problems*. Dover
6. Spencer, A. J. M. *Continuum Mechanics*. Dover
7. Rubin, M. B. *Introduction to Continuum Mechanics*.
8. Malvern, Lawrence E. *Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium*.
9. Prentice Hall.
10. Eringen, Cemal. *Mechanics of Continua*. John Wiley & Sons.
11. Olivilla Oliver, Xavier y de Saracibar Bosh, Carlos A. *Mecánica de Medios*
12. *Continuos para Ingenieros*. México: Alfa Omega, 2002.
13. <<http://em-ntserver.unl.edu/NEGAHBAN/Em325/>> Department of Engineering Mechanics, University of Nebraska, Lincoln, NE 68588-0526, last modified at: 9:42 AM, Monday, March 13, 2000.
14. <<http://www.engapplets.vt.edu/Mohr/java/nsfapplets/MohrCircles2-3D/Theory/theory.htm>> Fecha desconocida. Círculo de Mohr para problemas en dos y tres dimensiones.

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Uso de software educativo, se sugiere el MDSOLIDS 3.1, el cuál presenta un laboratorio virtual con actividades lúdicas para el aprendizaje de los estados de esfuerzos y deformaciones.
- Construcción de modelos físicos con fines didácticos para comprobar los resultados de los modelos matemáticos.
- Reportes escritos de problemas utilizando Applets Java de Mecánica (círculo de Mohr para el estado tridimensional y plano de esfuerzos y deformaciones).