

## 1. Datos Generales de la asignatura

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

## 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 asignatura, ayuda a comprender los fenómenos físicos que intervienen en los diversos problemas de la ingeniería.

Esta asignatura hace una relación entre las matemáticas y la mecánica, con un enfoque tensorial ayudando a comprender más fácilmente los fenómenos físicos que se estudian en las diferentes asignaturas de la carrera.

### Intención didáctica

El temario comprende cinco temas, en el tema 1 se estudia la notación indicial y las bases del cálculo tensorial, la cual tiene como finalidad proporcionar las bases en el manejo de las expresiones y operaciones de tensores que intervienen en las temas del estado de esfuerzo y deformación, siendo éste la base del desarrollo de la asignatura, debido a que los contenidos toman un significado en los temas posteriores.

En el tema 2 se estudia el estado de esfuerzos con el enfoque tensorial y vectorial, en el tema 3 se analiza la cinemática del movimiento de un medio continuo, determinando el campo vectorial de desplazamientos y campo tensorial de deformaciones para posteriormente aplicar los principios fundamentales de la física, por último en el tema 5 se estudian 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 del conocimiento en las asignaturas de Mecánica de Materiales e Hidráulica básica entre otras.

Los temas de estado de esfuerzo y de deformación se presentan en forma conceptual, sin mencionar el tipo de material que constituye la masa del sólido o fluido, en el último tema se establecen las Ecuaciones o Leyes Constitutivas.

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 software que contengan el círculo de Mohr, el cual representa una ayuda visual para la obtención de resultados para el estado plano y tridimensional de esfuerzo y deformación.

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Se sugiere realizar una actividad en el tema de ecuaciones constitutivas que relacione los temas anteriores aplicando los conceptos tratados en el 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. Participantes en el diseño y seguimiento curricular 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 las Carreras de Ingeniería Civil, Licenciatura en Biología y Arquitectura.
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 las Carreras de Ingeniería Civil, Licenciatura en Biología y Arquitectura.
Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, del 27 al 30 de noviembre de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Cd. Victoria, Chetumal, Chilpancingo, Durango, Huixquilucan, La Paz, Matamoros, Nogales, Oaxaca, Oriente del Estado de Hidalgo, Tapachula, Tehuacán, Tepic, Tuxtepec.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería en Logística, Ingeniería Civil y Arquitectura.
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chilpancingo, Durango y	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías,

	Tuxtepec.	Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.
Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiario, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).	Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

##### Competencia específica de la asignatura

Determina 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.

#### 5. Competencias previas

Aplica los principios y técnicas básicas del cálculo vectorial para resolver problemas de ingeniería del entorno

#### 6. Temario

No.	Nombre de 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.
2	Estado de esfuerzos	2.1. Fuerzas de superficie y de cuerpo. 2.2. Teorema de Cauchy. 2.3. Tensor de esfuerzos. 2.4. Esfuerzos y direcciones principales. 2.5. Representación gráfica del estado tridimensional y plano de esfuerzo.

3	Estado de deformación	<p>3.1. Descripción del movimiento.</p> <p>3.2. Descripción matemática de la deformación.</p> <p>3.3. Tensor de deformación para deformaciones infinitesimales y desplazamientos pequeños.</p> <p>3.4. Deformaciones por rotación, deformación lineal y angular.</p> <p>3.5. Deformaciones y direcciones principales.</p> <p>3.6. Ecuaciones de compatibilidad.</p>
4	Principios básicos de la mecánica	<p>4.1. Principio de la Conservación de la cantidad de Movimiento lineal y angular.</p> <p>4.2. Principio de Conservación de la masa.</p> <p>4.3. Principio de Conservación de la energía.</p>
5	Ecuaciones constitutivas	<p>5.1. Ecuación generalizada de esfuerzo de Hooke.</p> <p>5.2. Aplicaciones a problemas de Elasticidad lineal.</p> <p>5.3. Ecuación de Navier-Cauchy.</p> <p>5.4. Ecuación de Navier-Stokes.</p> <p>5.5. Aplicaciones a problemas de Mecánica de Fluidos.</p>

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1 Fundamentos matemáticos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Aplica las bases de cálculo vectorial, algebra lineal y análisis tensorial para el estudio de la Mecánica con el enfoque del medio continuo.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidades de gestión de información(habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>Solución de problemas</li> <li>Trabajo en equipo</li> <li>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>Habilidades de investigación</li> <li>Capacidad de aprender</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar una investigación y construir un mapa conceptual sobre la historia de la mecánica y surgimiento del enfoque del medio continuo.</li> <li>Resolver problemarios en donde realice operaciones entre vectores.</li> <li>Resolver ejercicios utilizando la notación indicial.</li> <li>Resolver un problemario donde aplique los conceptos de cambio de base como objetos tensoriales ortogonales en la solución de problemas.</li> <li>• Resolver problemas propuestos por el docente para los equipos formados.</li> </ul>
2 Estado de esfuerzos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Determina el tensor de esfuerzos asociado a un plano de corte, así como los esfuerzos y direcciones principales para el análisis e interpretación de los esfuerzos en un medio continuo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A través de la elaboración de un esquema gráfico (mapa de conceptos, mapa mental, cuadro sinóptico) explicar las diferencias entre fuerzas de superficie y fuerzas de cuerpo.</li> <li>Construir un modelo didáctico que le permita</li> </ul>

<p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de gestión de información(habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• • Capacidad de aprender</li> </ul>	<p>representar el estado de esfuerzos en un punto, así como determinar los esfuerzos normales y cortantes asociados a un plano de corte cualquiera.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolver problemas propuestos en clase</li> <li>• Utilizar software adecuado, para comprobar los resultados de problemas de estado de esfuerzo.</li> </ul>
3 Estado de deformación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Determina el campo de desplazamientos y el tensor de deformación, así como las deformaciones y direcciones principales para el estudio de las deformaciones y desplazamientos en un medio continuo.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de gestión de información(habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• • Capacidad de aprender</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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, desarrollando los tensores respectivos para su análisis.</li> <li>• Investigar los tipos de deformaciones y desplazamientos discutiéndolas en una plenaria, generando un resumen.</li> <li>• Resolver problemas para determinar las deformaciones y direcciones principales, apoyándose de un software educativo para comprobar los resultados.</li> </ul>
4 Principios básicos de la mecánica	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Conoce y describe los principios básicos de la mecánica clásica con un enfoque tensorial para aplicarlos en la solución de problemas de sólidos y fluidos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de gestión de información(habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• • Capacidad de aprender</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los principios básicos de la mecánica generando un mapa conceptual presentándolos por equipos en clase.</li> <li>• Construir un mapa conceptual en donde se expliquen los principios de la Conservación de las Cantidades de Movimiento Lineal y Angular, el Principio de Conservación de la Masa y Conservación de la Energía, en su enfoque tensorial para su aplicación.</li> <li>• Resolver un problemario en donde se apliquen los principios básicos de la Mecánica.</li> </ul>
5 Ecuaciones constitutivas	

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Establece las relaciones esfuerzo deformación en sólidos y fluidos para su aplicación en asignaturas posteriores</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas)</li> <li>Solución de problemas</li> <li>Trabajo en equipo</li> <li>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigar y construir un mapa de conceptos de las relaciones esfuerzo deformación en sólidos y fluidos.</li> <li>Investigar y construir un mapa de conceptos de las aplicaciones de las Leyes Constitutivas en problemas relacionados con la ingeniería civil</li> <li>Resolver un problemario de las aplicaciones de la Ley de Hooke para el estado de esfuerzo plano y estado de deformación plana.</li> </ul>

## 8. Prácticas

- Uso de software educativo, se sugiere el MDSOLIDS 4.1, el cuál presenta un laboratorio virtual para 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).

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

## 10. Evaluación por competencias

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje.

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.

## 11. Fuentes de información

- Chadwick, P. *Continuum Mechanics: Concise Theory and Problems*. Dover
- Gurtin Morton, E. *An Introduction to Continuum Mechanics*. Academic Press.
- Lai Michael, Rubin David, Krempl Erhard. *Introduction to Continuum Mechanics*. Third Edition, Butterword Heinemann, 1993.
- Malvern, Lawrence E. *Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium*. Prentice Hall.
- Eringen, Cemal. *Mechanics of Continua*. John Wiley & Sons.
- Olivilla Oliver, Xavier y de Saracibar Bosh, Carlos A. *Mecánica de Medios Continuos para Ingenieros*. México: Alfa Omega, 2002.
- Rubin, M. B. *Introduction to Continuum Mechanics*.
- Spencer, A. J. M. *Continuum Mechanics*. Dover
- Truesdell, C., and W. Noll, *The Non-linear Field Theories of Mechanics*, Springer-Verlag, New York, 1992.
- Timoshenko, S.P. and Goodier, J.N., *Theory of elasticity*, 3<sup>rd</sup>.ed., McGraw-Hill. New York, 1970
- Yih, C.S. *Fluid Mechanics, a Concise Introduction to the Theory*, McGraw Hill, 1969, West River Press, 1988.