

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	<b>EDIFICACIONES SISMORESISTENTES</b>
<b>Clave de la asignatura:</b>	<b>CUG-1804</b>
<b>SATCA1:</b>	<b>3-3-6</b>
<b>Carrera:</b>	<b>Ingeniería Civil</b>

## 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<p>Esta asignatura aporta al estudiante de Ingeniería Civil la comprensión de los aspectos fundamentales del diseño sísmico y los aplica en un proyecto integrador de edificaciones de acero estructural y/o concreto reforzado.</p> <p>La importancia de esta asignatura radica en que se diseñan edificaciones con criterios sismoresistentes utilizando concreto reforzado y/o acero debido a que predomina una zona sísmica en la República Mexicana.</p>
<b>Intención didáctica</b>
<p>El contenido temático está organizado en cuatro temas:</p> <p>El tema uno trata sobre la revisión de la normativa vigente respecto de la construcción de edificaciones con concreto reforzado y acero estructural, haciendo énfasis en la clasificación de las estructuras, la seguridad estructural, los criterios de diseño estructural y el cálculo de las intensidades de las cargas vivas, muertas y accidentales para su aplicación en el análisis estructural.</p> <p>El tema dos trata sobre el diseño por sismo de las estructuras de concreto reforzado considerando dos métodos de enfoque: el diseño sísmico estático y el diseño sísmico dinámico simplificado basado, principalmente, en las recomendaciones del Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad y las Normas Técnicas Complementarias para Diseño Sísmico del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.</p> <p>En el tema tres se inicia la elaboración del proyecto integrador considerando aspectos del diseño sísmico para obtener los elementos mecánicos para el diseño de los elementos estructurales.</p> <p>El tema cuatro trata sobre el desarrollo de un proyecto integrador considerando el diseño de una edificación de acero y/o concreto reforzado mediante vigas y columnas, con su representación gráfica reflejada en planos estructurales y detalles de armados en los elementos que los conforman, respaldada por una memoria de cálculo estructural procesada en algún software de diseño estructural comercial o en versión educativa o mediante modelos elaborados en una hoja de cálculo electrónica, así como la memoria descriptiva del proceso constructivo.</p>

Se sugiere usar el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RCDF), así como sus normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto y de Estructuras Metálicas, las especificaciones del American Concrete Institute (ACI) y del American Institute for Steel Construction (AISC).

Se recomienda que para cada tema, el alumno lea e interprete el reglamento, posteriormente comentarlo y discutirlo con el catedrático, relacionando en todos los casos la teoría general y especificaciones del reglamento.

Esta asignatura se relaciona con asignaturas como Análisis estructural en los temas de rigidez y deformación.

La signatura implica el trabajo en equipo, la consulta de diversas fuentes, así como el uso de las TIC's y el manejo de un segundo idioma.

**3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa**

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Tehuacán. Octubre 2006.	Comisiones de la Academia de Ingeniería Civil.	Asignatura propuesta para el Modulo de Especialidad de la carrera de Ingeniería Civil, plan ICIV-2005-286
Instituto Tecnológico de Tehuacán Octubre de 2012	Comisiones de la Academia de Ingeniería Civil.	Asignatura propuesta para el Modulo de Especialidad de la carrera de Ingeniería Civil, plan ICIV-2010-208
Instituto Tecnológico de Tehuacán Enero 2016	Comisión de la Academia de Ingeniería Civil: Hernández Santiago Leopoldo, Lezama Castañeda Onésimo, López Sánchez Eduardo, Martínez Aquino Samuel A. E., Montiel Viveros Baldomero E. O.	Asignatura propuesta para el Modulo de Especialidad de la carrera de Ingeniería Civil, plan ICIV-2016-

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

<b>Competencia(s) específica(s) de la asignatura</b>
Diseña y construye edificaciones de concreto reforzado y/o acero estructural bajo criterios de diseño sísmico para diferentes tipos de solicitaciones de acuerdo a la normatividad y reglamentación vigente.

**5. Competencias previas**

<p>Se requieren las competencias básicas de las siguientes asignaturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dibujo de ingeniería civil: elaboración de planos constructivos y estructurales</li> <li>• Software de ingeniería civil: aplicación de programas para diseño y análisis estructural, hojas de cálculo electrónicas y procesadores de texto científico.</li> <li>• Análisis estructural avanzado: análisis de marcos planos y tridimensionales.</li> <li>• Mecánica de suelos aplicada: capacidad de carga admisible y análisis de asentamientos.</li> <li>• Diseño de elementos de concreto reforzado: diseño de vigas, losas y columnas.</li> <li>• Diseño de elementos de acero: diseño vigas, columnas, conexiones y placas.</li> <li>• Diseño estructural de cimentaciones: diseño de zapatas aisladas, corridas, losas de cimentación y contra-trabes.</li> <li>• Dinámica: conceptos sobre movimiento armónico simple.</li> <li>• Ecuaciones diferenciales: resolución de ecuaciones lineales de orden n.</li> </ul> <p>Métodos numéricos: solución de ecuaciones lineales</p>
---

**6. Temario**

No.	Temas	Subtemas
1	Seguridad estructural.	1.1 Generalidades. 1.2 Clasificación de las construcciones de acuerdo a reglamento. 1.3 Características generales de las edificaciones en relación a la seguridad estructural. 1.4 Criterios de diseño estructural y estructuración 1.5 Efectos de las cargas: vivas, muertas y accidentales. 1.6 Análisis de cargas 1.7 Predimensionamiento estructural
2	Diseño por sismo	2.1 Riesgo sísmico 2.2 Aspectos básicos de dinámica estructural 2.3 Condiciones de regularidad 2.4 Factor de comportamiento sísmico 2.5 Ductilidad, sobre-resistencia y amortiguamiento 2.6 Análisis sísmico estático 2.7 Introducción a la interacción suelo-estructura 2.8 Introducción al análisis sísmico dinámico
3	Proyecto integrador: diseño sísmico	3.1 Reducción de fuerzas sísmicas 3.2 Envoltentes de diseño

		3.3 Criterios para diseño de columnas por sismo 3.4 Unión viga-columna 3.5 Unión columna-cimentación.
<b>4</b>	Proyecto integrador: diseño de elementos y reportes técnicos	4.1 Diseño de la cimentación 4.2 Diseño de losas 4.3 Diseño de vigas 4.4 Diseño de columnas 4.5 Memoria de cálculo estructural 4.6 Memoria descriptiva 4.7 Planos estructurales y detalles

**7. Actividades de aprendizaje de los temas**

<b>Tema 1. Seguridad Estructural</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b>            Identificar la clasificación de las construcciones y las características de las edificaciones para evaluar la seguridad estructural, las cargas que actúan sobre estas, así como los criterios de diseño estructural, de estructuras de concreto y mampostería de acuerdo a reglamentos vigentes.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Comunicación oral y escrita en su propio lenguaje.</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li> </ul> <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar la clasificación de las construcciones generando una tabla comparativa.</li> <li>• Investigar, identificar y evaluar las diferentes acciones (cargas) que actúan sobre las estructuras utilizando una tabla comparativa.</li> <li>• Investigar e identificar los criterios de diseño estructural, para su aplicación generando un reporte escrito</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario.</li> </ul> <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidad de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.</li> </ul>	
--	--

<p><b>Tema 2. Diseño Por Sismo</b></p>	
<p>Específica(s): Conocer y aplicar los criterios de diseño por los métodos estático y dinámico para el análisis sísmico que establecen los reglamentos.</p> <p>Genéricas:</p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Comunicación oral y escrita en su propio lenguaje.</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li> </ul> <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario.</li> </ul> <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidad de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar e identificar los diferentes tipos de análisis para el diseño por sismo generando un reporte escrito.</li> <li>• Investigar y conocer los métodos estático y dinámico de análisis sísmico para su aplicación en la revisión y diseño de estructuras de concreto y acero estructural generando un reporte escrito.</li> </ul>

<b>Tema 3. Proyecto integrador: diseño sísmico</b>	
<p><b>Específica(s):</b>            Aplicar los criterios que establecen los reglamentos para el diseño sísmico de edificaciones</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Comunicación oral y escrita en su propio lenguaje.</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li> </ul> <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario.</li> </ul> <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidad de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar la edificación a desarrollar como proyecto integrador.</li> <li>• Aplicar los criterios para la obtención y reducción de las fuerzas sísmicas.</li> <li>• Investigar y conocer los efectos que provoca la acción de las cargas laterales para una mejor comprensión ante la aplicación de estas sobre las edificaciones generando un reporte escrito.</li> <li>• Conocer la forma de reforzar las uniones viga-columna y columna-cimentación para su correcto diseño y generar un reporte escrito.</li> <li>• Aplicar el método estático de análisis sísmico sobre una edificación generando el reporte correspondiente.</li> <li>• Aplicar el método dinámico de análisis sísmico sobre una edificación.</li> </ul>

<b>Tema 4. Proyecto Integrador: diseño de elementos y reportes técnicos</b>	
<p><b>Específica(s):</b>            Aplicar un sistema estructural de estructuras de concreto y acero estructural para desarrollar un diseño antisísmico para edificaciones, aplicando los requisitos que establecen los reglamentos y las normas técnicas complementarias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar mediante trabajo en equipo un proyecto integrador de edificación.</li> <li>• Aplicar los criterios del reglamento y las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de</li> </ul>

<p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Comunicación oral y escrita en su propio lenguaje.</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li> </ul> <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario.</li> <li>• Competencias sistémicas</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidad de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.</li> </ul>	<p>concreto y estructuras de acero, para el diseño de las mismas generando un ensayo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el análisis y diseño de los elementos estructurales de la edificación de concreto reforzado y/o acero estructural de acuerdo a un proyecto arquitectónico existente para su estructuración bajo los criterios de diseño sísmico, elaborando la memoria de cálculo y los planos estructurales correspondientes.</li> <li>• Utilizar software educativo o profesional para el análisis y diseño de los elementos estructurales.</li> </ul>
--	--

## 8. Práctica(s)

<p>Elaboración de reportes sobre visitas a obras de edificación en proceso.</p> <p>Elaboración de modelos computarizados realizados en hojas de cálculo electrónicas o en un lenguaje de programación para diseñar elementos de concreto y acero estructural.</p> <p>Elaborar un proporcionamiento de concreto de alta resistencia y comportamiento durable para el diseño estructural de concretos de altas especificaciones atendiendo al aspecto de seguridad estructural.</p> <p>Efectuar el ensaye de una probeta de acero estructural para obtener los parámetros mecánicos.</p>
--

## 9. Proyecto de asignatura

**OBJETIVO:** Diseñar los elementos estructurales significativos de una edificación de concreto reforzado y acero estructural para un proyecto real de un hospital de especialidades, que considera una altura no menor de 30 m, desarrollados en una superficie no menor de 750 m<sup>2</sup>, en un suelo tipo II, a construirse en una ciudad de la zona sísmica C ó D.

**Fundamentación:** En base a los reglamentos de construcción y las normas técnicas complementarias para edificaciones de concreto reforzado, de estructuras metálicas, para diseño por sismo, diseño por viento y cimentaciones, determinar las dimensiones de los elementos estructurales significativos (cimentación con zapatas aisladas ligadas con contratraves, columnas principales (una de concreto reforzado y otra de acero estructural), trabes principales y secundarias (una de concreto reforzado y la otra de acero estructural), sistema de losa (losa maciza, losa artesonada o losacero), aplicando los criterios de la metodología por resistencia última (método plástico) para aplicarse en el diseño de elementos de concreto reforzado y por factores de carga y resistencia para acero estructural, elaborando la memoria de cálculo en una hoja de cálculo con procesamiento matemático numérico y algebraico para visualizar las expresiones que se involucran en el desarrollo de la memoria; así mismo, aplicar el software correspondiente para el análisis estructural por cargas verticales y horizontales que les ayude a obtener las fuerzas mecánicas que actuarán en los elementos a diseñar y/o revisar. Al final, se recomienda verificar las dimensiones encontradas de los elementos con ayuda del software para análisis y diseño de estructuras, a través de la variación de parámetros de cálculo apegados a las normativas vigentes. Se recomienda el uso de SAP 2000 para este propósito. Deberán elaborar los planos estructurales con detallado de los armados (para el caso de concreto reforzado) y de conexiones (en el caso de acero estructural) con ayuda de un software CAD.

**Planeación:** Se recomienda que, al inicio del curso, los alumnos acudan a las empresas constructoras o despachos de proyectistas para que obtengan un proyecto ejecutivo de la construcción de un hospital de especialidades, para que durante el semestre, se vaya desarrollando a la par de las explicaciones de la metodología de diseño que se debe aplicar. Deberán reportarse avances semanales del proceso de cálculo del proyecto. El proyecto deberá realizarse en el semestre, conteniendo la memoria descriptiva del proyecto, la memoria de cálculo del mismo, la memoria descriptiva de la obra y los planos estructurales que deriven del proyecto.

**Ejecución:** el alumno deberá analizar los elementos que integran el proyecto para establecer la propuesta de estructuración más eficiente que permita generar un esqueleto estructural tridimensional que conlleve a la generación de los marcos tridimensionales (o bidimensionales) para ser analizados estructuralmente de forma iterativa o matricialmente apoyados con un software para diseño; es importante, elaborar el análisis sísmico correspondiente (estático o dinámico) que permita estimar las fuerzas laterales; así mismo, se deberá aplicar el análisis por viento a la estructura para conocer las fuerzas de empuje y de succión que pudieran presentarse en la edificación. Con ayuda de modelos computacionales desarrollados en hojas de cálculo con procesamiento matemático y programación computacional, desarrollar los diseños de los elementos más significativos para generar los planos estructurales y los croquis de detalle.

**Evaluación:** cada equipo de trabajo formado por un máximo de 5 alumnos, elaborará una presentación ante el grupo en una plenaria para explicar el desarrollo de diseño de los

elementos estructurales que conforman el proyecto, presentando disponibilidad para contestar las preguntas que plantee la plenaria. Esto permitirá considerar algunos aspectos que requieran corrección y mejorar el trabajo de diseño del proyecto.

## 10. Evaluación por competencias

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

Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas de las mismas evaluándolos mediante rúbricas.

Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos evaluándolos mediante rúbricas.

Exposición de proyectos y cálculos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos utilizando listas de cotejo.

Evaluación sumativa mediante la presentación del proyecto integrador.

## 11. Fuentes de información

1. **American Concret Institute**, *Reglamento para las construcciones de concreto estructural y comentarios ACI 318-99*, IMCYC, México (2014)
2. **Chopra Anil K.**, *Dinámica de estructuras*, Ed. Pearson, México (2014)
3. **Gómez Chávez Salvador Ismael**, *Análisis sísmico moderno con ética aplicada*, Ed. Trillas, México (2014)
4. **González Cuevas, Robles**, *Aspectos fundamentales del concreto reforzado*, Ed. Limusa Noriega Editores, México (2002)
5. **CFE** Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, *Diseño por Sismo*, Edición 2008, México (2008)
6. **CFE** Programa de Diseño Sísmico PRODISIS 2008, México (2008)
7. Reglamento de construcciones para el D.F. y Normas Técnicas complementarias, México (2004)
8. **Segui, William T.**, *Diseño de estructuras de acero con LRFD*, Ed. Thomson, México (2014)
9. Wilson y Winter, *Diseño de estructuras de concreto*, Ed. Mc Graw Hill, México (2002)