



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Estructuras de Acero
Clave de la asignatura:	ARC-1011
SATCA¹:	2-2-4
Carrera:	Arquitectura

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura permite al estudiante de arquitectura adquirir las competencias requeridas para diseño de miembros y conexiones en estructuras de acero. En el despliegue del curso se enfatiza en la normatividad reglamentaria y las especificaciones técnicas de diseño estructural en acero, lo que contribuye a que el estudiante desarrolle los criterios de diseño fundamentales para el ejercicio profesional.

Esta asignatura incluye los principios del diseño estructural en acero, los métodos de diseño particularizando en el diseño por factores de carga y resistencia; los procedimientos de diseño y especificaciones para miembros sujetos a tensión y compresión, vigas y conexiones estructurales, aplicando la reglamentación y códigos de diseño de construcción.

Se logra la integración de las competencias adquiridas, en el desarrollo de un proyecto estructural ejecutivo.

Se relaciona con las siguientes materias:

- Talleres de Diseño II al VI
- Talleres de construcción I y II
- Instalaciones en los Edificios I y II
- Estructuras I y Estructuras II
- Estructuras de Concreto
- Matemáticas (Sustento lógico matemático)

Intención didáctica

Como los temas que incluyen esta asignatura, tienen el propósito de lograr que el estudiante adquiera la competencia para diseñar en acero, su estudio debe basarse en el análisis y diseño de casos prácticos, en donde se comprenda la aplicación teórico-práctica.

El enfoque deberá centrarse en que el estudiante logre la comprensión de las especificaciones de diseño, para que las aplique correctamente, ya que de esto depende diseñar y dimensionar elementos estructurales y conexiones seguras, económicas y viables.

Esta asignatura se desarrolla en 6 temas, en donde se parte del conocimiento general, para llegar al análisis particular de los temas. La extensión y profundidad de los contenidos debe ser tal que el estudiante alcance la competencia deseada. Por lo tanto, todos los temas deben cubrirse de manera óptima.

Se sugieren actividades extra clase de investigación, para conocer las especificaciones y

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

los diferentes tipos de acero y perfiles estructurales
Elaborará modelos de estructuras y elementos estructurales, que le permitan ver los efectos que producen la aplicación de diferentes cargas y en diferentes posiciones y direcciones.
Realizara ejercicios de aplicación práctica, que le permitan visualizar la importancia de realizar un correcto diseño estructural en acero.
En la materia se facilita el desarrollo de competencias: instrumentales, interpersonales y sistémicas.
Planificar el desarrollo de la asignatura, programando las actividades que conlleven a ir construyendo la competencia a alcanzar.
Plantear las características de los problemas a resolver, de aplicación práctica.
Coordinar y evaluar el trabajo de los estudiantes en las diversas etapas de estructuración, análisis, diseño y dimensionamiento de los elementos estructurales.
Revisar y asesorar al estudiante en el desarrollo de la elaboración e integración de la memoria descriptiva de cálculo estructural del edificio de hasta cuatro niveles.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Chetumal del 19 al 23 de octubre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Acapulco, Campeche, Chetumal, Chihuahua II, Colima, Costa Grande, Durango, La Paz, Los Mochis, Nuevo Laredo, Pachuca, Querétaro, Tijuana y Zacatecas.	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: Acapulco, Campeche, Chetumal, Chihuahua II, Colima, Costa Grande, Durango, La Paz, Los Mochis, Nuevo Laredo, Pachuca, Querétaro, Tijuana y Zacatecas.	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: Acapulco, Cajeme, Chetumal, Chihuahua, Colima, Durango, La Paz, Los Cabos, Los Mochis, Nuevo Laredo, Pachuca,	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería en Logística, Ingeniería Civil y Arquitectura.



	Parral, Querétaro, Tepic, Tijuana y Zacatecas.	
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Pachuca.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.
Tecnológico Nacional de México, Ciudad de México, del 21 al 23 de noviembre de 2018	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Huichapan, Campeche, Pachuca, Zacatecas, Parral, Jiquilpan, Cd. Guzmán, Nuevo Laredo, Querétaro, La Paz, Los Mochis, Chetumal, Acapulco, Occidente del Estado de Hidalgo, Villa Guerrero, Tláhuac, El Grullo, Tijuana, Zitácuaro, Gustavo A. Madero II, Reynosa, Fresnillo, Colima, Jocotitlán, Campeche, Chihuahua II, Valle de Bravo, Ixtapaluca.	Reunión de Trabajo para el proceso de evaluación y acreditación del Plan de Estudios de Arquitectura.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura

Analiza y calcula las cargas, reacciones y deformaciones de un sistema constructivo para proponer su solución con base a una estructura de acero, seleccionando los perfiles, métodos de sujeción de elementos portantes, entrepisos y cubiertas, respetando la legislación y normativa vigente y los criterios estéticos, funcionales, económicos y de seguridad

5. Competencias previas

- Conoce y domina los métodos de análisis estructural para los elementos estructurales.
- Conoce e interpreta el esfuerzo y deformación axial y cortante
- Conoce e interpreta los diagramas de cortante y momento flexionante que son producidos por las cargas aplicadas en los elementos estructurales, para considerar estos valores en el diseño de los mismos

6. Temario

No.	Nombre de temas	Subtemas
1	Consideraciones generales del diseño	1.1. Propiedades mecánicas de los aceros 1.2. Tipos de estructuras de acero 1.3 Proceso del diseño estructural 1.4 Factores de seguridad y de carga 1.5 Método elástico 1.6 Método plástico 1.7 Introducción a los Estados de Diseño 1.8 Investigación de especificaciones de sistemas y perfiles estructurales de vanguardia
2	Miembros sujetos a tensión	2.1 Tipos de miembros a tensión 2.2 Esfuerzos permisibles 2.3 Área neta y diseño para área neta 2.4 Relación de esbeltez, nomenclatura y conceptos a utilizar 2.5 Soluciones típicas para miembros a tensión 2.6 Ejemplos de aplicación
3	Esfuerzo y deformación bajo carga axial	3.1 Esfuerzo axial 3.2 Esfuerzo cortante 3.3 Deformación axial 3.4 Relación de Poisson y Ley de Hooke
4	Miembros sujetos a compresión	4.1 Tipos de columnas, condiciones de apoyo de los extremos de columnas, determinación de factor de longitud efectiva 4.2 Pandeo de piezas, estados de equilibrio, Fórmula de Euler, pandeo elástico e inelástico 4.3 Esfuerzos permisibles en columnas de acero. 4.4 Relaciones espesor/esbeltez 4.5 Fórmulas empíricas (línea recta, parabólica, Gordon-Rankine) para diseño de columnas de acero 4.6 Soluciones típicas para columnas. (Axial y con Momento) 4.7 Diseño de columnas con las fórmulas de la AISC (ASD O LRFD) 4.8 Placas de base (axial y con momento) 4.9 Ejemplos de aplicación
5	Diseño de vigas por Teoría Plástica	5.1 Acción plástica de vigas 5.2 La articulación plástica 5.3 El módulo plástico 5.4 Análisis plástico por el Método de Equilibrio 5.5 Criterio de análisis plástico por el Método de Trabajo 5.6 Requerimientos de la AISC para diseño plástico

6	Conexiones estructurales	6.1 Criterios para conexiones remachadas, atornilladas y soldadas 6.2 Eficiencia y diseño de conexiones 6.3 Modos de falla de las conexiones remachadas 6.4 Modos de falla en tornillos de alta resistencia 6.4 Ventajas y desventajas de las uniones soldadas
7	Proyecto estructural	7.1 Revisión del proyecto del edificio de hasta cuatro niveles (analizado en la materia de Estructuras II) 7.2 Revisión de la bajada de cargas 7.3 Cálculo y diseño estructural en acero, de los elementos estructurales del edificio 7.4 Integración y conclusión de la memoria descriptiva de cálculo estructural 7.5 Elaboración del plano estructural ejecutivo del proyecto, incluyendo cimentación adecuada y datos técnicos requeridos

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1 Consideraciones generales de diseño	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Distingue e identifica la reglamentación, normatividad y especificaciones, del AISC E IMCA y las propiedades mecánicas de los diferentes aceros para realizar diseños con base a estructuras de acero de proyectos arquitectónicos. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica Habilidades interpersonales Trabajo en equipo Capacidad de trabajo interdisciplinario 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar una investigación exhaustiva acerca de las propiedades mecánicas de los diferentes tipos de acero y de los códigos de diseño Analiza e interpreta los distintos tipos de estructuras de acero, para comprender sus alcances y limitaciones Analizará el proceso de diseño y diferenciará los métodos de diseño estructural en acero Definirá los estados límites de diseño en acero
2 Miembros sujetos a tensión	
Competencias	Actividades de aprendizaje

<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Analiza y calcula miembros de sujeción a tensión para seleccionar los sistemas adecuados para cada estructura de acero, respetando la normatividad vigente. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas Capacidad de aplicar los conocimientos en la practica Habilidades interpersonales Trabajo en equipo Capacidad de trabajo interdisciplinario 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar el comportamiento estructural de miembros a tensión. Aplicar los códigos y métodos de diseño vigentes Analizar soluciones típicas para miembros a tensión. Diseñar miembros a tensión
3 Esfuerzo y deformación bajo carga axial	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Analiza y calcula esfuerzos y deformaciones simples para diseñar adecuadamente los elementos estructurales que garanticen su seguridad, construcción y costo. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Interpreta y analiza información producto de la investigación Desarrolla un juicio critico Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica Capacidad de adaptarse a trabajar bajo presión 	<ul style="list-style-type: none"> Definir el concepto de esfuerzo normal y de corte. Resolver problemas asociados a esfuerzo por carga axial. Solucionar problemas que involucren esfuerzo de corte Interpretar la ley de Hooke y su relación con el módulo de elasticidad. Obtendrá deformaciones en elementos cargados axialmente Utilizará software de aplicación en la determinación de esfuerzos y deformaciones simples. Efectuará prácticas de laboratorio
4 Miembros sujetos a compresión	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Analiza y calcula miembros sujetos a compresión para seleccionar los sistemas adecuados para cada estructura de acero, respetando la normatividad vigente. <p>Genéricas:</p>	<ul style="list-style-type: none"> Caracterizar los tipos de columnas y su comportamiento Examinar los conceptos de falla de pandeo elástico e inelástico, estabilidad, carga crítica y relación de esbeltez Aplicar las formulas empíricas para el análisis de columnas de acero Identificar los perfiles estructurales apropiados para columnas

<ul style="list-style-type: none"> Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas Capacidad de aplicar los conocimientos en la practica Habilidades interpersonales Trabajo en equipo Capacidad de trabajo interdisciplinario 	<ul style="list-style-type: none"> Diseñar miembros sujetos a compresión, conforme a los códigos vigentes Determinar el dimensionado de placas de base
---	--

5 Diseño de vigas por teoría plástica

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Aplica la teoría plástica para el cálculo y diseño de vigas de acero considerando los códigos AISC. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas Capacidad de aplicar los conocimientos en la practica Habilidades interpersonales Trabajo en equipo Capacidad de trabajo interdisciplinario 	<ul style="list-style-type: none"> Trazar la distribución de esfuerzos de una sección rectangular y de una sección asimétrica con respecto a su eje de flexión Especificar en una viga estructural las secciones donde se producen articulaciones plásticas atendiendo a la sección del momento plástico. Calcular el módulo de sección para diferentes secciones transversales de acero estructural, para calcular el factor de forma tomando en cuenta el módulo e sección elástica. Evaluar los momentos plásticos que se presentan en las vigas continuas, empleando el método de equilibrio. Determinar los momentos plásticos que se presentan en las vigas y marcos hiperestáticos por el método del trabajo virtual Diseñar vigas y marcos hiperestáticos con apego los códigos del AISC para el diseño plástico

6 Conexiones estructurales

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Identifica, calcula y diseña los diferentes tipos de conexiones, para determinar sus ventajas y desventajas y seleccionar la más conveniente para un determinado sistema estructural. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas 	<ul style="list-style-type: none"> Investigar y describir los diferentes tipos de conexiones, características y comportamientos, mediante exposiciones en el aula Evaluar las ventajas y desventajas de los distintos tipos de conexiones estructurales Elaborar un cuadro sinóptico de diseños de conexiones trabe-columna, soldadas, atornilladas y remachadas Relacionar la eficiencia y diseño de conexiones

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la practica • Habilidades interpersonales • Trabajo en equipo • Capacidad de trabajo interdisciplinario 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los modos de falla de las conexiones soldadas, atornilladas y remachadas • Observar las Normas AISC para conexiones remachadas y atornilladas y las Normas AWS para conexiones soldadas
7 Proyecto estructural	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analiza, calcula y diseña las cargas, reacciones y deformaciones de un proyecto arquitectónico para determinar el sistema estructural de acero que cubra los requerimiento y normativas vigentes, elaborando su memoria de cálculo y los planos correspondientes. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas • Capacidad de aplicar los conocimientos en la practica • Habilidades interpersonales • Trabajo en equipo • Capacidad de trabajo interdisciplinario 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar el proyecto propuesto considerando los criterios de diseño apropiados • Revisar la estructuración del proyecto del edificio de hasta cuatro niveles, analizado en la materia de Estructuras II Revisar el análisis y la bajada de carga • Diseñar los elementos estructurales del proyecto, seleccionando los perfiles de acero adecuados • Elaborar e integrar la memoria descriptiva de cálculo estructural del proyecto del edificio • Dibujar el plano estructural completo, incluyendo la cimentación correspondiente, con información técnica necesaria • Aplicar software para el análisis y diseño estructural

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Resolución de problemas en grupo • Tutorías grupales • Recopilación de tablas de especificaciones técnicas, en diferentes empresas que producen y/o distribuyen perfiles estructurales, que incluyan datos técnicos, medidas y costo por kilogramo. • Visita a obras de estructuras con acero • Prácticas en el centro de cómputo empleando software actualizado para análisis y diseño estructural, en los temas que aplique • Elaboración de maquetas o modelos 3D virtuales que permitan ver el efecto de las cargas verticales y laterales en los diferentes elementos estructurales • Integración de la memoria descriptiva del cálculo estructural en acero, del edificio de hasta cuatro niveles, incluyendo la elaboración del plano estructural ejecutivo
--

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:

1.-Consideraciones generales de diseño:

- Revisión de las investigaciones realizadas, mediante exposiciones de los estudiantes, para evaluar el alcance de los conocimientos adquiridos
- Revisión de la comprensión de los alcances y limitaciones de los distintos tipos de estructuras de acero
- Revisión de la comprensión de los diferentes métodos de diseño estructural en acero, así como los estados límite de diseño

2.- Miembros sujetos a tensión

Evaluar la comprensión y aplicación de los conocimientos adquiridos en la solución de ejercicios de diseño de miembros a tensión

Evaluar la comprensión del método LRFD en el diseño de miembros a tensión.

3.- Miembros sujetos a compresión

Revisar y evaluar la compresión en el diseño de vigas, aplicando la teoría plástica, considerando los códigos AISC

Evaluar la habilidad en el diseño de placas de base, aplicando las especificaciones correspondientes.

4.- Diseño de vigas por teoría plástica

Revisar y evaluar la comprensión del método de equilibrio y el método del trabajo virtual, en el diseño de vigas y marcos hiperestáticos, con apego a los códigos del AISC para el diseño plástico

5.- Conexiones estructurales



Revisar la investigación realizada, acerca de los diferentes tipos de conexiones, incluyendo sus ventajas y desventajas, para comprobar su comprensión y profundidad, mediante exposición de los estudiantes.

Revisar la elaboración del cuadro sinóptico, de diseños de los diferentes tipos de conexiones trabe-columna

Revisar y evaluar la comprensión de la elección de la conexión conveniente, para un sistema estructural determinado.

Evaluar los criterios de diseño para las diferentes conexiones estructurales.

6.- Proyecto estructural

Revisar y evaluar la elaboración e integración de la memoria de cálculo estructural en acero para el edificio de hasta cuatro niveles

Revisar y evaluar la elaboración del plano estructural ejecutivo

11. Fuentes de información

1. Bresler-Lin-Scalzi. Diseño de Estructuras de Acero. Editorial LIMUSA
2. E. Lothers, John. Diseño de Estructuras Metálicas. Editorial Prentice Hall
3. Jack C. Diseño de Estructuras Metálicas. Editorial Mc Graw Hill
4. Sánchez Ochoa, Jorge. Cálculo estructural en acero. Editorial Trillas, México
5. Mc Cormac. Diseño de estructuras de acero, método LRFD. Editorial Alfaomega
6. Specification for structural steel building. March 2005. ANSI/AISC 360-05. An American National Standar
7. Manual AISC-American Institute for Steel Construction
8. Instituto Mexicano de la Construcción en Acero, A.C. Manual de construcción en acero. Editorial Limusa. México.
9. Normas Técnicas Complementarias del RCDF, para el diseño de estructuras metálicas
10. Reglamento y normas técnicas de construcción de la entidad federativa correspondiente