

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Estructuras II
<b>Clave de la asignatura:</b>	ARC-1014
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	2-2-4
<b>Carrera:</b>	Arquitectura

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

En esta materia se posibilita la adquisición de bases sólidas científico-tecnológicas referentes a los conceptos de la estática de cuerpos rígidos, los esfuerzos y deformaciones que se presentan en los elementos estructurales de una estructura, como lo son viga o marcos, que es el esqueleto resistente de las obras que se proyecten, logrando una actuación en el ejercicio de la profesión con iniciativa, flexibilidad y autonomía.

Es muy importante porque se abordan temas que permiten comprender el análisis estructural, que es la base para lograr un diseño resistente, viable y económico.

Estructuras II en unión con Estructuras I que le antecede, ayudan a que el estudiante comprenda el comportamiento de una estructura ante las acciones a las que estará sometida durante su vida útil, para que de esta manera pueda seleccionar los materiales y procedimientos más adecuados a utilizar, para optimizar recursos y cuidar el medio ambiente.

Se aplican los conceptos de la Estática de cuerpos rígidos para el análisis del comportamiento de los elementos de una estructura al estar sometida a las diferentes acciones durante su vida útil, identificando las condiciones críticas de la misma, para posteriormente clasificar y crear el esqueleto resistente con el material más adecuado.

El análisis estructural se realiza con fundamento en la reglamentación y normatividad vigente, y sienta las bases para posteriormente diseñar los elementos estructurales.

La relaciona con las asignaturas de:

- Talleres de Diseño II al VI
- Talleres de construcción I y II
- Estructuras de Concreto.
- Estructuras de Acero.
- Matemáticas Aplicadas a la arquitectura.

### Intención didáctica

Como en esta asignatura se ven las bases del conocimiento teórico-práctico-analítico de las estructuras, se analizarán los diferentes esfuerzos en los elementos estructurales, mediante la aplicación métodos manuales y computacionales. Además, se observarán los efectos que producen las cargas, aplicando cargas a modelos de vigas y marcos.

El enfoque deberá centrarse en el análisis de los esfuerzos y deformaciones que pueden presentarse en los elementos estructurales al aplicarle las diferentes cargas.

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

Se tratarán casos prácticos reales, para que el alumno logre comprender, la importancia de considerar adecuadamente todas las variables que están involucradas en el análisis de las estructuras.

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 están enunciados en temario. Para que la asignatura satisfaga el propósito de que el alumno alcance la competencia correspondiente, todos los temas deben cubrirse.

Se sugieren actividades extra clase de investigación, para conocer diferentes los diferentes métodos que existen para de obtener los esfuerzos y deformaciones en los elementos 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 análisis estructural.

Realizara visitas a obras en construcción, tanto en concreto armado como en acero, llevando el seguimiento en bitácora conceptual y fotográfica.

En la materia se facilita el desarrollo de competencias: instrumentales, interpersonales y sistémicas.

El papel del docente será e el planificar el trabajo de la materia, plantear las características de los problemas a resolver, coordinar y evaluar el trabajo de los estudiantes en las diversas etapas de estructuración, pre dimensionamiento, modelación y obtención de cargas de la estructura.

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Cd Juárez, del 27 al 30 de noviembre de 2012	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Querétaro, Pachuca, Tijuana, Nvo. Laredo, Los Mochis, Tepic, Zacatecas, La Paz, Cajeme, Chihuahua II, Acapulco, Durango, Los Cabos, Chetumal, Parral	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería en Logística, Arquitectura e Ingeniería Civil del SNIT

### 4. Competencia(s) a desarrollar

#### Competencia(s) específica(s) de la asignatura

Analiza y calcula sistemas estructurales para determinar los esfuerzos y deformaciones, por métodos tradicionales y aplicando software, determinando las reacciones que se utilizaran en el diseño, con base a la reglamentación y normatividad estructural vigente, de tal manera que se garanticen la resistencia, viabilidad, economía y funcionalidad de la estructura

### 5. Competencias previas

- Dominio de lenguaje estructural
- Conocimiento de materiales de construcción
- Conocimiento de las diferentes acciones a las que se somete la estructura en su vida útil.
- Conocimiento de sistemas estructurales en lo general
- Dominio de las formas y propiedades elástico- geométricas de las secciones transversales de los

elementos estructurales.  
El dominio de los temas de las matemáticas aplicadas a la arquitectura

## 6. Temario

No.	Nombre de temas	Subtemas
1	Acciones	1.1. Permanentes 1.2. Variables 1.3 Accidentales 1.4 Cargas sobre vigas, de un proyecto arquitectónico
2	Deformación y esfuerzos en vigas	2.1 Concepto de deformaciones lineales y angulares en vigas 2.2 Obtención de las deformaciones y de la elástica por doble integración elemental 2.3 Obtención de las deformaciones y de la elástica por superposición de efectos 2.4 Análisis por medio de software
3	Vigas estáticamente indeterminadas	3.1 Calculo de elementos mecánicos en vigas hiperestáticas de un claro por superposición de efectos 3.2 Calculo de elementos mecánicos en vigas continuas por superposición de efectos 3.3 Calculo de elementos mecánicos en vigas continuas por métodos iterativos (Cross, Kani). 3.4 Trazo de diagramas de cortante, momento flexionante y deformaciones 3.5 Análisis por medio de software
4	Análisis estructural de casa habitación de hasta cuatro niveles	4.1 Estructuración del proyecto arquitectónico 4.2 Elección de los sistemas constructivos y elementos estructurales 4.3 Pre dimensionamiento de los elementos estructurales (losa, vigas, columnas) 4.4 Distribución y bajada de cargas a los elementos estructurales de sustentación 4.5 Análisis de las vigas isostáticas e hiperestáticas que resulten
5	Análisis de marcos de 1 a 4 niveles	5.1 Acciones que actúan sobre marcos de edificios: permanentes, variables y accidentales (viento y sismo) 5.2 Tipos de marcos y pórticos: simétricos y asimétricos 5.3 Estructuración y bajada de cargas en un proyecto arquitectónico de un edificio de 4 niveles. 5.4 Análisis de marcos para resistir cargas verticales, por métodos iterativos (Cross, Kani) 5.5 Análisis de marcos para resistir cargas horizontales (viento y sismo), por métodos iterativos (Cross, Kani, Portal)

		5.6 Trazo de diagramas de cortante y momento flexionante en vigas y columnas
6	Análisis estructural de un edificio de cuatro niveles	6.1 Estructuración del proyecto arquitectónico de un edificio de 4 niveles 6.2 Elección de los sistemas constructivos y elementos estructurales 6.3 Pre dimensionamiento de los elementos estructurales (losa, vigas, columnas) 6.4 Distribución y bajada de cargas a los elementos estructurales de sustentación 6.5 Análisis de los dos marcos ortogonales que resulten con mayores cargas verticales, considerando las accidentales producidas por viento y sismo. 6.6 Trazo de diagramas de cortante y momento flexionante en vigas y columnas

### 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1 Acciones	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza y desarrolla estudios de bajadas de cargas para determinar los pesos incidentes en cada elemento estructural de un sistema constructivo para su adecuado diseño.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>Habilidades interpersonales</li> <li>Capacidad de trabajo interdisciplinario</li> <li>Capacidad de adaptarse a trabajar bajo presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efectuar una investigación documental sobre la reglamentación y normatividad vigente sobre la consideración de las acciones permanentes, variables y accidentales.</li> <li>Caracterizar el sistema estructural y constructivo conveniente para una casa habitación de dos niveles</li> <li>Definir los elementos estructurales básicos que integran la estructura de una casa habitación de dos niveles.</li> <li>Aplicar el dimensionado previo de los elementos estructurales, para determinar las cargas unitarias de los elementos estructurales</li> <li>Realizar una bajada de cargas preliminar, en un proyecto de casa habitación de hasta dos niveles</li> </ul>
2 Deformación y esfuerzos en vigas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Interpreta y calcula los esfuerzos en vigas isostáticas e hiperestáticas de un claro sujetas a diferentes tipos de cargas para determinar las diferentes deformaciones a lo largo del claro de la viga, de acuerdo a criterios estructurales establecidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visualizar el comportamiento elástico de vigas de un claro mediante la preparación de modelos</li> <li>Distinguir los distintos tipos de vigas y cargas que actúan en vigas isostáticas e hiperestáticas <ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar, en tablas, un formulario de formaciones y reacciones en vigas</li> <li>Calcular la pendiente y deflexión en vigas utilizando los métodos de doble integración</li> </ul> </li> </ul>

<p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la practica</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Capacidad de trabajo interdisciplinario</li> <li>• Capacidad de adaptarse a trabajar bajo presión</li> </ul>	<p>y, con el uso de tablas, aplicando el método de superposición de efectos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la pendiente, deflexión y reacciones, empleando el método de superposición</li> <li>• Determinar la pendiente, deflexión y reacciones, empleando software demostrativo</li> </ul>
3 Vigas estáticamente indeterminadas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpreta y analiza los conceptos y diagramas de fuerza cortante y momento flexionante, para realizar el análisis de las vigas continuas que permitirán diseñar los diferentes elementos estructurales</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la practica</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Capacidad de trabajo interdisciplinario</li> <li>• Capacidad de adaptarse a trabajar bajo presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los conceptos básicos de rigidez, factor de distribución y factores de distribución para aplicar en el método de Cross.</li> <li>• Obtener los cortantes y momentos de continuidad en vigas continuas por el método de Cross u otro método iterativo</li> <li>• Trazado e interpretación de los diagramas de momento y cortante</li> <li>• Aplicar programas de software para el análisis de vigas continuas.</li> </ul>
4 Análisis estructural de casa habitación de hasta cuatro niveles	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elabora un análisis estructural de una casa habitación de hasta cuatro niveles para seleccionar los elementos y el sistema constructivo de acuerdo a los criterios estructurales vigentes.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la practica</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Capacidad de trabajo interdisciplinario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciar la memoria de cálculo de la casa habitación de dos niveles, para que, en la materia de Concreto, se diseñen los elementos analizados.</li> <li>• Realizar la estructuración de una casa habitación de dos niveles, identificando los elementos estructurales: muro de carga, traveses, losas y columnas.</li> <li>• Seleccionar los sistemas constructivos y la estructura a emplear y realizar la bajada de cargas hacia los elementos estructurales de sustentación: traveses y columnas.</li> <li>• Analizar las traveses resultantes, isostáticas e hiperestáticas, de un claro y continuas; utilizando el método de Cross.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de adaptarse a trabajar bajo presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar programas de software para el análisis de vigas continuas.</li> <li>• Trazo de los diagramas de cortante y momento, ubicando los valores significativos a utilizar en el diseño.</li> </ul>
<b>5 Análisis de marcos de 1 a 4 niveles</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza y calcula un sistema de marcos para su uso en el diseño posterior de los elementos estructurales en proyectos arquitectónicos de planta libre.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Capacidad de trabajo interdisciplinario</li> <li>• Capacidad de adaptarse a trabajar bajo presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir marcos simétricos y asimétricos</li> <li>• Explicar la reglamentación y normatividad vigente, para las cargas accidentales o laterales: viento y sismo</li> <li>• Analizar marcos sin desplazamiento lateral empleando el método de Cross o Kani u otro método iterativo</li> <li>• Resolver marcos asimétricos aplicando el método del Portal</li> <li>• Emplear en combinación los métodos de Cross o Kani y del Portal para determinar las reacciones en pórticos y marcos con desplazamiento lateral</li> <li>• Con los datos obtenidos explicar el trazado de los diagramas de cortante y momento flexionante en trabes y columnas</li> <li>• Aplicar programas de software para la solución de marcos y pórticos.</li> </ul>
<b>6 Análisis estructural de un edificio de cuatro niveles</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elabora un análisis estructural de un edificio de cuatro niveles para proponer una solución estructural viable que cumpla con los criterios y normativa vigente.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Capacidad de trabajo interdisciplinario</li> <li>• Capacidad de adaptarse a trabajar bajo presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciar la memoria de cálculo del edificio de hasta cuatro niveles, para que en la materia de Concreto y/o acero, se diseñen los elementos analizados.</li> <li>• Realizar la estructuración de un proyecto arquitectónico de un edificio de hasta cuatro niveles</li> <li>• Determinar los sistemas constructivos a utilizar, para determinar los pesos unitarios y realizar la transmisión de cargas a las vigas o trabes y columnas</li> <li>• Analizar al menos dos marcos ortogonales por el método de Cross o Kani, en combinación con el método de l Portal, para la obtención de los cortantes y momentos flexionantes en las trabes y columnas</li> <li>• Determinar los esfuerzos y deformaciones en los elementos de marcos utilizando programas de cómputo</li> </ul>

### 8. Práctica(s)

- Elaboración de modelos para visualizar los efectos de las cargas sobre las vigas continuas y marcos.

- Análisis de esfuerzos y deformaciones en vigas isostáticas e hiperestáticas por métodos manuales y computacionales
- Análisis estructural de marcos bajo cargas gravitacionales y accidentales, por métodos manuales y computacionales
- Uso de software para el análisis estructural en temas que aplique.
- Integración de la memoria de cálculo de la casa habitación y del edificio, con los análisis de vigas y columnas, para su conclusión en Estructuras de Concreto y Estructuras de Acero

## 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

Acciones

1.- Revisión de las investigaciones realizadas, mediante exposiciones de los alumnos, para evaluar el alcance de los conocimientos adquiridos

Revisión de la comprensión del objetivo del diseño estructural y de los elementos y sistemas constructivos.

Estructuración de un proyecto arquitectónico de casa habitación de dos niveles, para realizar la transmisión de cargas a los elementos estructurales de sustentación, vigas y columnas.

2.- Deformaciones y esfuerzos en vigas

Evaluar la comprensión de los conceptos de deformaciones lineales y angulares, mediante el cálculo de un modelo, donde se observen físicamente.

Calculo de reacciones en vigas hiperestáticas de un claro y continuas, por métodos analíticos manuales y con el uso de software.

3.- Vigas estáticamente indeterminadas

Desarrollar ejercicios de cálculo de reacciones, trazo de diagramas de cortante y de momento flexionante en vigas isostáticas e hiperestáticas reales.

Evaluar la comprensión practica de los conceptos estudiados teóricamente, mediante la presentación de modelos en donde se observen los efectos de la aplicación de cargas.

#### 4.- Análisis estructural de casa habitación de dos niveles

Revisar la estructuración de la casa habitación, los sistemas constructivos y estructurales seleccionados, para el análisis de la estructura.

Revisar el desarrollo del análisis de las vigas resultantes en la casa habitación, así como el trazo de los diagramas de cortante y momento flexionante

Revisar y evaluar la integración de la memoria estructural de la casa habitación, para su conclusión en Estructuras de Concreto.

#### 5.- Análisis de marcos de 1 a 4 niveles

Revisar la investigación realizada, para comprobar su comprensión y profundidad, mediante exposición de los alumnos, en relación a los temas de cargas accidentales, como viento y sismo.

Revisar la elaboración de modelos para visualizar físicamente las deformaciones que producen las cargas verticales y laterales en los elementos de un marco

Revisar el desarrollo de ejercicios de análisis estructural de marcos simétricos, por medio de métodos analíticos y con la aplicación de software, así como el trazo de los diagramas de cortante y momento flexionante, tanto en vigas como en columnas

Revisar el desarrollo de ejercicios de análisis estructural de marcos asimétricos, por medio de métodos analíticos y con la aplicación de software, así como el trazo de los diagramas de cortante y momento flexionante

#### 6.- Análisis estructural de un edificio de cuatro niveles

Revisar la estructuración de un edificio de hasta 4 niveles, los sistemas constructivos y estructurales seleccionados, para el análisis de la estructura.

Revisar el desarrollo del análisis de los marcos, por cargas verticales y laterales, así como el trazo de los diagramas de cortante y momento flexionante, tanto en vigas como en columnas.

Revisar y evaluar la integración de la memoria estructural del edificio de hasta cuatro niveles, para su conclusión en Estructuras de Concreto y/o Estructuras de Acero

### 11. Fuentes de información

1. Heinrich Engel, Sistema de Estructuras, Ed. Blume
2. Salvador y Séller, Estructuras para Arquitectos, Ed. La Isla.
3. Torrojas, Eduardo, Razón y Ser de Los Tipos Estructurales, Ed. Instituto Técnico de La Construcción y del Cemento, Madrid.
4. Curt Siegal, Formas Estructurales de la Arquitectura Moderna, Ed. CECSA.
5. Warner Rosenthal, La Estructura, Ed. Blume
6. Fisher, Robert, Paredes, Ed. Blume
7. White, Gergel y Sexsmith, Ingeniería Estructural. Introducción a Los Conceptos de Análisis y Diseño, Ed Limusa.
8. Heinrich Engel, Cálculo y Diseño de Estructuras de Edificios. Ed. Blume
9. Comisión Federal de Electricidad, Manual de Diseño de Obras Civiles (sismo y viento)
10. Instituto de Ingeniería UNAM, Manual de Diseño por Sismo. (Normas Técnicas Complementarias del R.C.D.F)
11. Bazan y Meli, Manual de Diseño Sísmico de Edificios, Ed. Instituto de Ingeniería UNAM.
12. Heinrich Engel, Diseño y Construcciones de Estructuras de Mampostería, Ed. Blume
13. Gómez Tremari, Raúl, Diseño Estructural Simplificado, Ed. U. de G.
14. Meli Piralla, Roberto, Diseño Estructural, Ed. UNAM.
15. Reglamento de Construcción de la localidad.
16. Reglamento del A.C.I., Ed. IMCYC.

17. Martínez Casillas, Rubén M., Sistemas Estructurales para Arquitectos, Ed. I.T.Q.
18. Fitzgerald, W. Robert, Mecánica de Materiales, Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A.
19. Beer, Ferdinand y Johnston Russell E. Jr., Mecánica Vectorial para Ingenieros, Ed. Mc Graw Hill.
20. Popov, Egor P., Mecánica de Materiales, Ed. Limusa.
21. R.C. Hibbeler, Análisis Estructural, Ed. P.H.H
22. F.J. Lardner, R.R. Archer, Mecánica de Sólidos, Ed. Mc Graw Hill.
23. Nash, William A., Resistencia de Materiales, Ed. Mc Graw Hill
24. L. Meriam, Estática, Ed. Reverté, S.A.
25. Carmona y Pardo, Mario de Jesús, Estática en Arquitectura, Ed. Trillas.
26. Sierra, Daniel, Irigoyen R., Pedro, Resistencia de Materiales, Ed. Diana.
27. Gómez Tremari, Raúl, Resistencia de Materiales, Ed. U. de G.
28. Gere-Timoshenko, Mecánica de Materiales, Ed. Grupo editorial Latinoamericana
29. Normas Técnicas Complementarias al Reglamento de Construcción del Distrito Federal, versión octubre del 2004
- 30.- Beer y Johnston, Mecánica vectorial para ingenieros: Estática, cuarta edición, Mc Graw Hill, México D.F.,
- 31.- Beer y Johnston, Mecánica de materiales, cuarta edición, Mc Graw Hill, México D.F.,
- 32.- Hibbeler Russell, Mecánica para ingenieros: Estática, CECSA, México, D.F., 2004
- 33.- Hibbeler Russell C., Mecánica de materiales, quinta reimpression, CECSA,, México, D.F., 2004
- 34.- Mariam James L, Mecánica para ingenieros, Estática, tercera edición, Reverte, 2005
- 35.- Castillo Basurto, Estática para ingenieros y arquitectos, Trillas, México, D.F., 2006
- 36.- Singer y Pytel, Resistencia de materiales, cuarta edición, Alfa omega, México, D.F.; 2004