

Asignatura: **Mecánica de las Estructuras**

Código: 10-09002

RTF

8

Semestre: Cuarto

Carga Horaria

96

Bloque: Tecnologías Básicas

Horas de Práctica

32

Departamento: Estructuras

Correlativas:

- Análisis Matemático 2
- Estática

Contenido Sintético:

- 1-Elementos básicos de la teoría de la elasticidad.
- 2-Elementos básicos de la resistencia de materiales.
- 3-Esfuerzo axial.
- 4-Flexión recta.
- 5-Flexión oblicua y compuesta
- 6-Corte transversal.
- 7-Torsión.
- 8-Determinación de desplazamientos
- 9-Piezas comprimidas axialmente. Estabilidad del equilibrio

Competencias Genéricas:

- CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería
- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG7: Comunicarse con efectividad.

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

Competencias Específicas:

CE1-1-Comprender, analizar y controlar las propiedades físicas y químicas, así como las condiciones de uso racional de los materiales de construcción aplicados a obras de ingeniería y arquitectura.

CE1-2-Aplicar las herramientas para analizar y calcular tensiones, deformaciones y esfuerzos en secciones y estructuras de barras sometidas a cargas estáticas y dinámicas.

CE1-4-Aplicar los métodos aproximados para solución de las ecuaciones diferenciales de sólidos elásticos, como los métodos de Ritz y de Elementos Finitos.

CE1-5-Comprender y aplicar las herramientas para analizar y resolver estructuras laminares.

CE1-6-Planificar, proyectar, diseñar, dirigir, construir, mantener, rehabilitar y demoler obras de arquitectura, a partir del manejo de las herramientas tecnológicas y las técnicas constructivas correspondientes.

CE1-12-Proyectar, calcular, dirigir, construir y mantener estructuras metálicas, de madera y de hormigón armado, según la normativa vigente.

Presentación

Mecánica de las Estructuras es una asignatura común, con diferentes nombres y diferentes énfasis, a todas las carreras de ingeniería en el mundo. Son conocimientos bien establecidos hace tiempo. Una característica que la hace importante y difícil es que es la primera asignatura de la carrera donde se plantean modelos matemáticos del comportamiento mecánico de un sólido. Se centra en el elemento estructural "viga/columna", que es el más común dentro de las estructuras. La sencillez de la geometría permite plantear hipótesis de comportamiento que permiten obtener soluciones aproximadas de adecuada precisión del estado tensional y las deformaciones asociadas. Se busca mostrar la calidad de las hipótesis y su relación con modelos más detallados y complejos. Se intenta desarrollar una posición crítica del comportamiento de las vigas y desarrollar algunos criterios básicos de diseño y dimensionamiento de vigas. Esta asignatura, que pertenece al segundo año (4to cuatrimestre) de la carrera, que amalgama conocimientos de física, estática, en base a modelos matemáticos, es el basamento para estudiar métodos de análisis de estructuras de vigas (Análisis Estructural). Los criterios elementales para el dimensionamiento de vigas introducidos luego serán ampliados en los cursos específicos de estructuras de hormigón y metálicas. Por otro lado introduce el modelo más sencillo del comportamiento de un material (luego ampliado y detallado en la asignatura Elasticidad y Estructuras Laminadas) que permite comprender aspectos de asignaturas que le siguen como Mecánica de Suelos y Rocas y Tecnología de los Materiales. El enfoque práctico orientado a resolver problemas permite desarrollar las competencias propuestas. Se espera que el estudiante pueda, una vez comprendidos los aspectos principales del comportamiento, desarrollar estrategias que le permitan verificar, dimensionar elementos estructurales sencillos.

Contenidos

Unidad 1. Elementos Básicos de la Teoría de la Elasticidad

1. Tensiones en un plano. Componentes normal y rasante. Vector tensión.
2. Ecuaciones diferenciales de equilibrio de tensiones.
3. Transformación de tensiones en un problema bidimensional.
4. Reciprocidad de las tensiones tangenciales.
5. Tensiones principales. Círculo de Mohr.
6. Deformaciones normales y de corte.
7. Transformación de deformaciones en un problema bidimensional.
8. Ensayo de Tracción uniaxial. Diagramas esfuerzo-deformación. Ductilidad y fragilidad.
9. Módulo de elasticidad longitudinal, relación de Poisson. Ley de Hooke y Ley de Hooke generalizada.
10. Módulo de elasticidad transversal y volumétrico. Relación entre E y G y K.
11. Tensión equivalente y criterios de resistencia. Criterios de Rankine y Tresca

Unidad 2. Elementos Básicos de la Resistencia de Materiales

1. Objetivos de la Resistencia de Materiales
2. Concepto de pieza y estructura.
3. Principios de la Resistencia de Materiales (rigidez, superposición, Saint Venant)
4. Descomposición de la resultante sobre el plano de la sección. Esfuerzos fundamentales.
5. Relación entre esfuerzos y tensiones.
6. Ecuaciones de equilibrio de vigas, leyes de esfuerzos
7. Propiedades de secciones planas. Área, momentos estáticos, centro de gravedad, momentos de inercia, valores y direcciones principales.

Unidad 3. Esfuerzo Axil

1. Hipótesis básicas.
2. Distribución de tensiones y deformaciones en una pieza recta.
3. Desplazamientos de un sistema de dos barras.
4. Secciones compuestas de materiales diferentes

Unidad 4. Flexión recta.

1. Flexión pura recta.
2. Momento flector y curvatura. Tensiones.
3. Flexión simple.
4. Módulo resistente, rendimiento geométrico.
5. Flexión compuesta recta. Eje neutro.
6. Secciones de varios materiales.

Unidad 5. Flexión oblicua y compuesta.

1. Flexión pura y flexión simple oblicua
2. Distribución de tensiones. Inclinación del Eje neutro
3. Flexión compuesta oblicua. Tensiones. Eje neutro.
4. Centro de presiones. Núcleo central. Análisis de distintas secciones.
5. Secciones de varios materiales.

Unidad 6 Corte Transversal

1. Método de Collignon-Jourasky para determinar tensiones de corte
2. Tensiones de corte en secciones rectangulares.
3. Tensiones de corte en perfiles laminados.
4. Tensiones de corte en secciones de pared delgada cerradas simétricas
5. Centro de corte en secciones de pared delgada abiertas.

Unidad 7. Torsión.

1. Torsión en secciones circulares y anulares.
2. Torsión de Saint Venant (alabeo libre).
3. Analogía de la membrana
4. Torsión en secciones macizas no circulares.
5. Torsión en secciones de pared delgada cerradas. Flujo de corte.
6. Torsión en secciones de pared delgada abiertas.

Unidad 8. Determinación de desplazamientos.

1. Vigas sometidas a esfuerzos axiales. Condiciones de contorno. Aplicaciones.
2. Vigas en flexión simple. Condiciones de contorno.
3. Integración de la ecuación diferencial. Aplicaciones.
4. Vigas sometidas a torsión.

Unidad 9. Piezas comprimidas axialmente. Estabilidad del equilibrio.

1. Naturaleza del problema de la viga axialmente comprimida
2. Ecuación diferencial en barras comprimidas.
3. Carga crítica de pandeo de Euler para vigas simplemente apoyadas.
4. Pandeo en columnas con diferentes tipos de vínculos.
5. Tensiones críticas de pandeo. Esbeltez límite.
6. Columnas comprimidas excéntricamente.

Metodología de enseñanza

El desarrollo general de la materia se cimenta en clases teórico-prácticas. Se utiliza la estrategia de “aula invertida” que requiere que los estudiantes vean el tema de la clase presencial previo a la misma, ya sea utilizando el material impreso o clases pregrabadas. Para las clases presenciales las estrategias de enseñanza que hemos seleccionado para llevar adelante nuestra propuesta son: exposición dialogada y resolución de problemas. Cada unidad se desarrollará a partir de un material bibliográfico obligatorio. El hecho (esperado) de que los estudiantes han tenido una primera lectura del texto antes de la clase, permite un avance más fluido y una discusión de las hipótesis presentadas y los conceptos desarrollados. Adicionalmente, dentro del material bibliográfico, los estudiantes disponen de ejercicios resueltos con complejidad creciente en cada tema, que les permiten afianzar los contenidos teóricos. Los alumnos deben resolver trabajos prácticos, con datos personalizados y resultados parciales conocidos, que favorecen el proceso de capacitación, de auto evaluación y acreditación de cada unidad. Los trabajos prácticos se orientan a: a) resolver ejemplos estándar que refuercen aspectos básicos b) resolver ejemplos que

requieran utilizar conceptos de mayor abstracción e impliquen la aplicación de los conceptos e ideas desarrolladas.

Evaluación

La evaluación se realizará a través de parciales a lo largo del semestre y la realización de actividades prácticas. Durante el desarrollo y evaluación de las actividades, el docente a cargo de las mismas evaluará el desempeño y desarrollo de competencias.

- Los estudiantes tendrán que elaborar un conjunto (10) de trabajos prácticos durante el cursado de la materia. Los trabajos serán grupales o individuales (con datos personalizados). Los alumnos podrán autoevaluarse a partir de conocer resultados parciales y tendrán siempre la posibilidad de concurrir a horarios de consulta en caso de no obtener los resultados correctos. Los estudiantes al finalizar cada práctico deberán expresar algunas conclusiones sobre el mismo. Deberán presentar el 80% de los mismos en tiempo y forma. Estos prácticos no serán corregidos ni tendrán nota. Eventualmente se realizará la presentación oral de trabajos prácticos en grupos.
- Dos Parciales con evaluación combinada de: teórico y práctico, el primero mediante cuestionarios de selección múltiple o mediante el desarrollo de un problema teórico y el segundo mediante resolución de ejercicios. Las fechas de los parciales se anuncian con el cronograma, disponible desde el primer día de clases. Los exámenes parciales se califican en una escala de 1 a 10 puntos. La aprobación exige un mínimo del 60% del contenido del parcial.
- Un coloquio final integrador en el que alumnos demuestren el conocimiento de las hipótesis utilizadas, las consecuencias de ellas, los desarrollos teóricos correspondientes y las bases para la aplicación a problemas prácticos.

Condiciones de aprobación

- Requisitos de promoción:

1. 80% de asistencia a las clases teórico/prácticas,
2. 80% de los trabajos prácticos presentados en tiempo y forma,
3. 2 parciales aprobados, una sola recuperación posible,
4. coloquio integrador aprobado, una recuperación posible.

Nota final: promedio de las notas de los parciales y el coloquio integrador.

- Requisitos para regularizar:

1. 80% de asistencia a las clases teórico/prácticas,
2. 80% de los trabajos prácticos presentados en tiempo y forma,
3. 1 parcial aprobado, una sola recuperación posible.

Actividades prácticas y de laboratorio

La asignatura no contempla actividades de laboratorio. Las actividades prácticas se realizan en forma individual e implican la resolución de ejercicios de cálculos de los distintos elementos analizados en la asignatura.

TPN° 1- Fundamentos de elasticidad: Determinación de componentes de tensiones en distintas direcciones, valores y direcciones principales. Aplicación de la Ley de Hooke generalizada y del principio de superposición.

TPN° 2- Propiedades de Secciones y Esfuerzo Axil: Determinación de propiedades de secciones simples y compuestas. Uso de Tablas de perfiles. Determinación de tensiones, elongaciones y rigideces de piezas sometidas a carga axial. Dimensionamiento de secciones a partir del concepto de tensión admisible.

TPN° 3- Tensiones en Flexión Simple: Determinación de tensiones en distintos puntos de una sección simple y compuesta, tensiones máximas y mínimas. Dimensionamiento de secciones a partir del concepto de tensión admisible.

TPN° 4- Tensiones en Flexión oblicua y compuesta: Posición del centro de presiones, determinación de la línea neutra. Trazado del diagrama de tensiones. Dimensiones del núcleo central.

TPN° 5- Tensiones de Corte: Tensiones de corte en secciones rectangulares. Tensiones de corte en perfiles y secciones abiertas de pared delgada. Posición del centro de corte.

TPN° 6- Torsión en secciones circulares y anulares: Determinación de tensiones y rotaciones relativas de ejes sometidos a torsión. Dimensionamiento en base al concepto de tensión admisible y/o rotación relativa admisible.

TPN° 7- Torsión en secciones de pared delgada, abiertas y cerradas: Determinación de tensiones de corte, rigidez torsional y rotaciones relativas en perfiles comerciales y secciones abiertas. Determinación de tensiones de corte, rigidez torsional y rotaciones relativas en secciones cerradas unicelulares.

TPN° 8- Cálculo de desplazamientos: Determinación de la función desplazamiento en vigas de un tramo, bajo distintas cargas y condiciones de contorno por integración de la ecuación diferencial.

TPN° 9- Pandeo: Determinación de cargas críticas en columnas uniformemente comprimidas. Dimensionamiento y verificación de secciones.

TPN° 10- Pandeo: Efectos no-lineales. Determinación de tensiones máximas en columnas comprimidas con carga excéntrica (flexocomprimidas). Determinación de la excentricidad máxima permitida.

Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje

CG 1- Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería

- Identificar una situación problemática y organizar los datos pertinentes al problema.

Identificar las hipótesis cinemáticas de comportamiento

Identificar las limitaciones de las hipótesis en función de la geometría y del estado de carga

Entender la forma de aplicación de las cargas

Entender las condiciones de borde cinemáticas y de fuerzas

- Desarrollar criterios para la evaluación de las alternativas y seleccionar la más adecuada en un contexto particular.

Aplicar los criterios de resistencia y rigidez

Utilizar el concepto de tensión admisible

Utilizar el concepto de rigidez mínima admisible

Verificar un elemento estructural

Dimensionar un elemento estructural

Controlar, evaluar y ajustar el proceso de resolución del problema.

Generar diversas alternativas de solución a un problema ya formulado.

Reconocer la influencia de la geometría de la sección en la rigidez y resistencia a distintos esfuerzos

CG 4- Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería

- Identificar y seleccionar de manera efectiva las diferentes formulaciones y herramientas para solucionar un problema

Proponer la o las formulaciones a utilizar según el problema

Reconocer la similitud de la situación planteada con problemas vistos en clase

Combinar diferentes soluciones para dar respuesta a un problema combinado

Interpretar los resultados obtenidos de la aplicación de las diferentes formulaciones vistas en clase

Emplear de manera correcta soluciones tabuladas sobre deflexión de vigas y propiedades geométricas de la sección

CG7: Competencia para comunicarse con efectividad.

Utilizar el lenguaje técnico apropiado

Describir los pasos de un proceso de diseño y verificación

Expresar las conclusiones de un problema

CE1-2-(Alto) Aplicar las herramientas para analizar y calcular tensiones, deformaciones y esfuerzos en secciones y estructuras de barras sometidas a cargas estáticas y dinámicas.

- Saber las hipótesis cinemáticas de comportamiento, sus consecuencias y limitaciones

Saber interpretar las hipótesis básicas de barras sometidas a esfuerzo axial

Saber interpretar las hipótesis básicas de barras sometidas a esfuerzo de torsión.

Saber interpretar las hipótesis básicas de vigas sometidas a flexión.

Saber los conceptos de tensiones, deformaciones y ley constitutiva

Saber interpretar y explicar la distribución de tensiones y deformaciones a partir de cada hipótesis.

- Calcular la distribución de tensiones normales y de corte en las secciones de barras y vigas bajo solicitaciones conocidas, además de los casos de inestabilidad de forma

Entender la distribución de tensiones normales: axial y/o flexión

Entender la distribución de tensiones de corte: por corte y por torsión

Identificar las secciones críticas de un elemento estructural.

Identificar los puntos críticos en una sección transversal

Calcular las propiedades de la sección transversal

Analizar el estado plano de tensiones que puede estar sometido una pieza

Calcular la carga crítica por inestabilidad de vigas-columnas.

- Calcular desplazamientos y deformaciones en las secciones de barras y vigas bajo solicitaciones conocidas.

Evaluar las deformaciones a partir del estado tensional.
Calcular los desplazamientos y giros.

CE1-1-(Medio) Comprender, analizar y controlar las propiedades físicas y químicas, así como las condiciones de uso racional de los materiales de construcción aplicados a obras de ingeniería y arquitectura

- Comprender, analizar y controlar las propiedades físicas y químicas

Reconocer valores razonables de las propiedades físicas (módulo de elasticidad, tensión de fluencia, tensión límite de proporcionalidad, densidad, etc)

- Analizar y controlar las condiciones de uso racional de los materiales de construcción aplicados a obras de ingeniería y arquitectura

Reconocer que el costo de una estructura es proporcional a su peso.
Dimensionar en base a un peso mínimo

CE1-5-(Medio) Comprender y aplicar las herramientas para analizar y resolver estructuras laminares.

Aplicar técnicas aproximadas para la determinación de tensiones de corte en perfiles y secciones de chapa doblada

CE1-6-(Medio) Planificar, proyectar, diseñar, dirigir, construir, mantener, rehabilitar y demoler obras de arquitectura, a partir del manejo de las herramientas tecnológicas y las técnicas constructivas correspondientes

- Diseñar obras de arquitectura a partir del manejo de herramientas tecnológicas

Utilizar planillas de cálculo y aplicar utilitarios para sistematizar el análisis

CE1-12-(Medio) Proyectar, calcular, dirigir, construir y mantener estructuras metálicas, de madera y de hormigón armado, según la normativa vigente

Dimensionar secciones a partir del criterio de tensión máxima admisible

Dimensionar secciones a partir del criterio de desplazamiento máximo

CE1-4-(Bajo) Aplicar los métodos aproximados para solución de las ecuaciones diferenciales de sólidos elásticos, como los métodos de Ritz y de Elementos Finitos

Comparar soluciones fidedignas obtenidas usando el MEF con las soluciones aproximadas utilizadas en la asignatura, particularmente en tensiones de corte debido a esfuerzos de corte y torsión

Bibliografía

Con los contenidos necesarios para el seguimiento de la asignatura

- Cervera M. y Blanco E. [Resistencia de Materiales](#). Ed. CIMNE, Barcelona, 2015.
- Flores F. [Notas de Clase de Mecánica de las Estructuras I](#), FCEFYN-UNC, 2019.

Bibliografía complementaria:

- Gere J. y Goodno B. [Mecánica de Materiales](#), 8va edición. Ed. CENGAGE Learning, 2016.
- Beer F. y Johnston R. [Mecánica de Materiales](#), 8va edición. Ed. Mc Graw Hill, 2021

- Hibbeler R. C. Mecánica de Materiales, 9na edición. Ed. Pearson, 2017
- Arthur P. Boresi and Richard J. Schmidt, John. [Advanced Mechanics of Materials](#), 6ta edición. Ed. Wiley & Sons, 2003.
- Popov E. [Introducción a la Mecánica de Sólidos](#), Ed. Limusa, 1982.
- Feodosiev V.I. [Resistencia de Materiales](#), Ed. Sapiens, 1976.
- Stiopin P.A. [Resistencia de materiales](#), Ed. Mir, 1985