

Asignatura: **Estática**

Código: 10-09000

RTF

8

Semestre: Tercero

Carga Horaria

96

Bloque: Tecnologías Básicas

Horas de Práctica

32

Departamento: Estructuras

Correlativas:

- Física 1

Contenido Sintético:

- Principios fundamentales de la Estática.
- Estática de las Partículas.
- Estática de Cuerpos Rígidos.
- Fuerzas. Fuerzas Distribuidas. Centroides y Centros de Gravedad.
- Tipologías Estructurales. Equilibrio. Esfuerzos Internos.
- Principio de los Trabajos Virtuales.

Competencias Genéricas:

- CG1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.

Aprobado por HCD: 948-HCD-2023

RES: Fecha: 10/11/2023

Competencias Específicas Ingeniería Civil:

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.

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

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

CE1.13.: Proyectar, calcular, dirigir, construir, mantener y rehabilitar las estructuras de fundación para obras civiles y de arquitectura, incluidas sus obras complementarias, según la normativa vigente.

Competencias Específicas Ingeniería Ambiental:

CE1.1.: Aplicar las herramientas para analizar y calcular tensiones, deformaciones y esfuerzos en secciones y estructuras de barras sometidas a cargas estáticas.

CE1.3.: Planificar, diseñar, calcular, proyectar y construir obras e instalaciones para conducción, tratamiento, recuperación y disposición de efluentes cloacales en cualquier ámbito.

CE1.7.: Proyectar, calcular, dirigir y controlar la construcción de obras para tratamiento y disposición de efluentes urbanos, rurales e industriales en hormigón armado.

CE2.1.: Diseñar, proyectar, calcular, operar, mantener y controlar (incluyendo el análisis de riesgos) la construcción de obras hidráulicas, tales como presas de embalse, obras de riego, obras de saneamiento rural, obras fluviales y todas aquellas relacionadas con el aprovechamiento del recurso hídrico.

CE2.3.: Diseñar, proyectar, calcular, operar, mantener y controlar la construcción de obras para la remediación de pasivos ambientales, tales como los provenientes de canteras, actividad minera y las obras propias de la ingeniería ambiental.

## Presentación

Estática es una asignatura común a todas las carreras de Ingeniería, constituye una pieza fundamental en el desarrollo del análisis de estructuras bajo la acción de distintos tipos de cargas y, además, sirve de sustento para las siguientes asignaturas del área de estructuras de las distintas carreras de Ingeniería. El desarrollo de la asignatura comienza por enunciar y establecer los principios fundamentales, sobre los cuales estarán basados todos los desarrollos teóricos de la materia. Una vez establecidos los principios fundamentales, se avanza sobre, tal vez, una de las partes fundamentales de la materia y la cual será utilizada en el resto de las materias del área de estructuras. Esto es, el planteo de las condiciones que deben cumplirse para que una estructura se encuentre en equilibrio estático, estas condiciones primeramente son planteadas para partículas y cuerpos rígidos sencillos, para luego ser aplicadas a distintas tipologías estructurales típicas de obras civiles. Finalmente, se prosigue con la determinación de los esfuerzos internos que se desarrollan en las distintas tipologías estructurales, los cuales serán fundamentales para los procesos de diseño que se abordarán en las materias de diseño. El cierre de la asignatura se realiza

analizando técnicas energéticas que permiten la resolución de problemas con cargas móviles. La asignatura tiene un carácter eminentemente práctico y de aplicación, lo cual le imprime un dinamismo muy ameno para el estudiante. Se espera que el estudiante pueda, una vez comprendidos los aspectos principales de la asignatura, desarrollar estrategias que le permitan resolver problemas estáticos en distintas tipologías estructurales.

## Contenidos

### **Principios fundamentales de la Estática**

Esquema general de las distintas ramas de la Física. La mecánica y la Estática. Conceptos y Principios fundamentales de la estática. Escalares y vectores: unidades, sistemas de medición, escalas.

### **Estática de las Partículas**

Fuerzas en el plano. Resultante de un sistema de fuerzas. Descomposición de una fuerza en sus componentes. Componentes rectangulares de una fuerza. Equilibrio de una partícula. Diagrama de Cuerpo Libre. Fuerzas en el espacio. Componentes rectangulares de una fuerza en el espacio. Equilibrio de una partícula en el espacio.

### **Estática de Cuerpos Rígidos**

Fuerzas externas e internas. Principio de transmisibilidad. Fuerzas equivalentes. Momento de una fuerza con respecto a un punto y a un eje dado. Teorema de Varignon. Componentes rectangulares del momento de una fuerza. Momento de un par. Descomposición de una fuerza en una fuerza y un par. Reducción de un sistema de fuerzas a una fuerza y un par. Sistemas equivalentes de fuerzas. Equilibrio de un cuerpo rígido. Reacciones en puntos de apoyo y conexiones para una estructura 2D y 3D.

### **Fuerzas Puntuales y Distribuidas. Centroides y Centros de Gravedad**

Centro de gravedad de un cuerpo bidimensional y tridimensional. Centroides de áreas, líneas y volúmenes. Primeros momentos de áreas, líneas y volúmenes. Placas, alambres y volúmenes compuestos. Determinación de centroides por integración. Teoremas de Pappus-Guldinus. Cargas distribuidas en vigas. Fuerzas sobre superficies sumergidas.

### **Tipologías Estructurales. Equilibrio. Esfuerzos Internos**

Reticulados: Hipótesis, Método de los Nudos y Método de Ritter. Cables: Fuerzas concentradas y distribuidas, cables como elementos de sujeción de estructuras isostáticas. Pórticos Planos: Definición, determinación y trazado de los esfuerzos internos. Relaciones entre la carga, el esfuerzo de corte y el momento flector. Emparrillados planos: Definición, determinación y trazado de esfuerzos internos. Relación entre los pórticos planos y emparrillados planos.

### **Principio de los Trabajos Virtuales**

Trabajo de una fuerza y de un par de fuerzas. Principio de los Trabajos Virtuales: Aplicaciones del principio del trabajo virtual en estructuras isostáticas simples. Líneas de influencia de reacciones y esfuerzos internos: Trazado de líneas de influencia por el principio de trabajos virtuales.

## Metodología de enseñanza

El desarrollo general de la materia se sustenta en clases teórico-prácticas. Se utiliza la estrategia de “aula invertida”, la cual requiere que los estudiantes vean el tema de la clase presencial previo a la misma, ya sea utilizando el material impreso o clases pregrabadas. En las clases presenciales las estrategias de enseñanza seleccionadas para llevar adelante la propuesta son: exposición dialogada y resolución de problemas. Cada unidad se desarrollará a partir de un material bibliográfico obligatorio. Los estudiantes al haber tenido una primera lectura del material bibliográfico 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 alumnos disponen de ejercicios resueltos con complejidad creciente en cada tema, que les permiten afianzar los contenidos teóricos-prácticos desarrollados. Los alumnos deben resolver trabajos prácticos, los cuales favorecen el proceso de capacitación, de auto evaluación y acreditación de cada unidad. Los trabajos prácticos se orientan a: i) resolver ejemplos estándar que refuercen aspectos básicos; ii) resolver ejemplos que requieran utilizar conceptos de mayor abstracción e impliquen la aplicación de los conceptos e ideas desarrolladas; iii) responder preguntas conceptuales que afianzan los conceptos fundamentales utilizados en la materia.

## 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 alumnos tendrán que elaborar un conjunto (4) de trabajos prácticos durante el cursado de la materia. Los trabajos serán grupales o individuales. 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 alumnos al finalizar cada práctico deberán expresar algunas conclusiones sobre el mismo. Deberán presentar el 80% de los mismos en tiempo y forma. Eventualmente se realizará la presentación oral de trabajos prácticos en grupos.
- Dos Parciales con evaluación combinada de: teórico y práctico, el primero mediante el desarrollo de preguntas teóricas y el segundo mediante resolución de ejercicios. Las fechas de los parciales se anuncian con el cronograma de clases, disponible desde el 1<sup>er</sup> 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

No hay actividades laboratorio

Las actividades prácticas se realizan en forma individual o grupal.

TPN° 1- Equilibrio y Cálculo de Reacciones de Apoyo

TPN° 2- Cables y Reticulados

TPN° 3- Pórtico Plano y Emparrillado Plano

TPN° 4- Trabajos Virtuales y Líneas de Influencia

## Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje

### Desagregado de Competencia:

CG1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

CG1.a. Capacidad para identificar y formular problemas.

CG1.a.2. Ser capaz de identificar y organizar los datos pertinentes al problema.

CG1.a.3. Ser capaz de evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis.

CG1.a.4. Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.

CG1.b. Capacidad para realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada.

CG1.b.1. Ser capaz de generar diversas alternativas de solución a un problema ya formulado.

CG1.d. Capacidad para controlar y evaluar los propios enfoques y estrategias para abordar eficazmente la resolución de los problemas.

CG1.d.2. Ser capaz de establecer supuestos, de usar técnicas eficaces de resolución y de estimar errores.

CG1.d.3. Ser capaz de monitorear, evaluar y ajustar el proceso de resolución del problema.

CG1.d.4. Ser capaz de usar lo que ya se conoce; identificar lo que es relevante conocer, y disponer de estrategias para adquirir los conocimientos necesarios.

### Resultados de Aprendizaje:

- Conoce y domina los principios fundamentales de la estática.
- Reconoce hipótesis planteadas y sus limitaciones.
- Compone y descompone fuerzas en el plano y en el espacio.
- Utiliza diagramas de cuerpo libre en forma efectiva.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de partículas.
- Resuelve apropiadamente problemas de estática de partículas.
- Determina momento de una fuerza con respecto a un punto y con respecto a un eje en forma apropiada.
- Reduce un sistema de fuerzas a un sistema fuerza-par.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías

estructurales analizadas.

- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Analiza los resultados obtenidos en función de los conceptos fundamentales que deben cumplirse.

### **Desagregado de Competencia:**

CG4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.

CG4.a. Capacidad para identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles.

CG4.a.2. Ser capaz de conocer los alcances y limitaciones de las técnicas y herramientas a utilizar y de reconocer los campos de aplicación de cada una de ellas y de aprovechar toda la potencialidad que ofrecen.

CG4.b. Capacidad para utilizar y/o supervisar la utilización de las técnicas y Herramientas.

CG4.b.2. Ser capaz de interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas.

CG4.b.3. Ser capaz de combinarlas y/o producir modificaciones de manera que optimicen su utilización.

### **Resultados de Aprendizaje:**

- Compone y descompone fuerzas en el plano y en el espacio.
- Utiliza diagramas de cuerpo libre en forma efectiva.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de partículas.
- Resuelve apropiadamente problemas de estática de partículas.
- Determina momento de una fuerza con respecto a un punto y con respecto a un eje en forma apropiada.
- Reduce un sistema de fuerzas a un sistema fuerza-par.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Utiliza en forma apropiada el Método de los Nudos para la resolución de problemas de reticulados.
- Utiliza en forma apropiada el Método de Ritter para la resolución de problemas de reticulados.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Aplica en forma correcta el Principio de los Trabajos Virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula la línea de influencia para reacciones y esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

### **Desagregado de Competencia:**

CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.

CG7.a. Capacidad para seleccionar las estrategias de comunicación en función de los objetivos y de los interlocutores y de acordar significados en el contexto de intercambio.

CG7.a.5. Ser capaz de usar eficazmente las herramientas tecnológicas apropiadas para la comunicación.

CG7.b. Capacidad para producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas.

CG7.b.1. Ser capaz de expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita.

CG7.b.2. Ser capaz de identificar el tema central y los puntos claves del informe o presentación a realizar.

CG7.b.4. Ser capaz de utilizar y articular de manera eficaz distintos lenguajes (formal, gráfico y natural).

CG7.b.5. Ser capaz de manejar las herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones.

CG7.b.7. Ser capaz de identificar las ideas centrales de un informe que se leyó o de una presentación a la cual se asistió.

### **Resultados de Aprendizaje:**

- Realiza apropiadamente los Trabajos Prácticos.
- Expresa los resultados de las distintas evaluaciones en un lenguaje técnico pertinente.
- Grafica diagramas de cuerpo libre y diagrama de esfuerzos internos en forma correcta.
- Explica apropiadamente los conceptos teóricos abordados en la materia.
- Resume apropiadamente las principales conclusiones de cada Trabajo Práctico.
- Utiliza gráficos, desarrollos matemáticos y aspectos conceptuales en forma efectiva para la explicación de los distintos conceptos desarrollados en la asignatura.
- Desarrolla respuestas precisas y concisas, a los cuestionamientos teóricos solicitados.
- Documenta en forma pertinente las determinaciones realizadas en las distintas resoluciones abordadas en la asignatura.

### **Desagregado de Competencias Específicas para Ingeniería Civil:**

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.

CE1.1.1. Ser capaz de comprender todas las propiedades físicas involucradas en Estática de Partículas.

CE1.1.2. Ser capaz de comprender todas las propiedades físicas involucradas en Estática de Cuerpo Rígido.

CE1.1.3. Ser capaz de analizar la interacción de los distintos conceptos físicos en la resolución de problemas de Estática.

### **Resultados de Aprendizaje:**

- Conoce y domina los conceptos fundamentales de la estática.
- Conoce y domina los principios fundamentales de la estática.
- Reconoce hipótesis planteadas y sus limitaciones.
- Utiliza diagramas de cuerpo libre en forma efectiva.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de partículas.
- Determina momento de una fuerza con respecto a un punto y con respecto a

- un eje en forma apropiada.
- Reduce un sistema de fuerzas a un sistema fuerza-par.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Analiza los resultados obtenidos en función de los conceptos fundamentales que deben cumplirse.

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.

CE1.2.1. Ser capaz de analizar problemas de Estática de Partículas.

CE1.2.2. Ser capaz de analizar problemas de Estática con distintos tipos de cargas aplicadas.

CE1.2.3. Ser capaz de analizar problemas de Estática de Cuerpo Rígido.

CE1.2.4. Ser capaz de calcular reacciones de apoyo para las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE1.2.5. Ser capaz de calcular diagramas de esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE1.2.6. Ser capaz de aplicar el principio de trabajos virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE1.2.7. Ser capaz de calcular líneas de influencias a las distintas tipologías estructurales analizadas.

### **Resultados de Aprendizaje:**

- Compone y descompone fuerzas en el plano y en el espacio.
- Utiliza diagramas de cuerpo libre en forma efectiva.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de partículas.
- Resuelve apropiadamente problemas de estática de partículas.
- Determina momento de una fuerza con respecto a un punto y con respecto a un eje en forma apropiada.
- Reduce un sistema de fuerzas a un sistema fuerza-par.
- Determina centroides de figuras geométricas en forma apropiada y aplica este concepto en forma efectiva.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Aplica en forma correcta el Principio de los Trabajos Virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula la línea de influencia para reacciones y esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE1.5.: Comprender y aplicar las herramientas para analizar y resolver estructuras laminadas.

CE1.5.1. Ser capaz de comprender la influencia de la deformada en el planteo de las ecuaciones de equilibrio.

### **Resultados de Aprendizaje:**

- Calcula estructuras de cables bajo diferentes tipos de cargas en forma apropiada.

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

CE1.12.1. Ser capaz de analizar estructuras de distintas tipologías típicas de obras civiles.

#### **Resultados de Aprendizaje:**

- Plantea apropiadamente el equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Aplica en forma correcta el Principio de los Trabajos Virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula la línea de influencia para reacciones y esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE1.13.: Proyectar, calcular, dirigir, construir, mantener y rehabilitar las estructuras de fundación para obras civiles y de arquitectura, incluidas sus obras complementarias, según la normativa vigente.

CE1.13.1. Ser capaz de analizar estructuras de distintas tipologías típicas de obras civiles.

#### **Resultados de Aprendizaje:**

- Plantea apropiadamente el equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Aplica en forma correcta el Principio de los Trabajos Virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula la línea de influencia para reacciones y esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

#### **Desagregado de Competencias Específicas para Ingeniería Ambiental:**

CE1.1.: Aplicar las herramientas para analizar y calcular tensiones, deformaciones y esfuerzos en secciones y estructuras de barras sometidas a cargas estáticas.

CE1.1.1. Ser capaz de analizar problemas de Estática de Partículas.

CE1.1.2. Ser capaz de analizar problemas de Estática con distintos tipos de cargas aplicadas.

CE1.1.3. Ser capaz de analizar problemas de Estática de Cuerpo Rígido.

CE1.1.4. Ser capaz de calcular reacciones de apoyo para las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE1.1.5. Ser capaz de calcular diagramas de esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE1.1.6. Ser capaz de aplicar el principio de trabajos virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE1.1.7. Ser capaz de calcular líneas de influencias a las distintas tipologías estructurales analizadas.

### **Resultados de Aprendizaje:**

- Compone y descompone fuerzas en el plano y en el espacio.
- Utiliza diagramas de cuerpo libre en forma efectiva.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de partículas.
- Resuelve apropiadamente problemas de estática de partículas.
- Determina momento de una fuerza con respecto a un punto y con respecto a un eje en forma apropiada.
- Reduce un sistema de fuerzas a un sistema fuerza-par.
- Determina centroides de figuras geométricas en forma apropiada y aplica este concepto en forma efectiva.
- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Aplica en forma correcta el Principio de los Trabajos Virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula la línea de influencia para reacciones y esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE1.3.: Planificar, diseñar, calcular, proyectar y construir obras e instalaciones para conducción, tratamiento, recuperación y disposición de efluentes cloacales en cualquier ámbito.

CE1.3.1. Ser capaz de analizar estructuras de distintas tipologías típicas de obras civiles.

### **Resultados de Aprendizaje:**

- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Aplica en forma correcta el Principio de los Trabajos Virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula la línea de influencia para reacciones y esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE1.7.: Proyectar, calcular, dirigir y controlar la construcción de obras para tratamiento y disposición de efluentes urbanos, rurales e industriales en hormigón armado.

CE1.7.1. Ser capaz de analizar estructuras de distintas tipologías típicas de obras civiles.

**Resultados de Aprendizaje:**

- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Aplica en forma correcta el Principio de los Trabajos Virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula la línea de influencia para reacciones y esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE2.1.: Diseñar, proyectar, calcular, operar, mantener y controlar (incluyendo el análisis de riesgos) la construcción de obras hidráulicas, tales como presas de embalse, obras de riego, obras de saneamiento rural, obras fluviales y todas aquellas relacionadas con el aprovechamiento del recurso hídrico.

CE2.1.1. Ser capaz de analizar estructuras de distintas tipologías típicas de obras civiles.

**Resultados de Aprendizaje:**

- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Aplica en forma correcta el Principio de los Trabajos Virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula la línea de influencia para reacciones y esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

CE2.3.: Diseñar, proyectar, calcular, operar, mantener y controlar la construcción de obras para la remediación de pasivos ambientales, tales como los provenientes de canteras, actividad minera y las obras propias de la ingeniería ambiental.

CE2.3.1. Ser capaz de analizar estructuras de distintas tipologías típicas de obras civiles.

**Resultados de Aprendizaje:**

- Plantea apropiadamente equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula y traza diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de

- esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Aplica en forma correcta el Principio de los Trabajos Virtuales a las distintas tipologías estructurales analizadas.
  - Calcula la línea de influencia para reacciones y esfuerzos internos para las distintas tipologías estructurales analizadas.

## Bibliografía

- Beer, Johnston y Mazurek. “Mecánica Vectorial para Ingenieros: Estática”. Editorial Mc Graw Hill, Méjico DF, Méjico, 2013.
- Fliess. “Estabilidad I”. Editorial Kapelusz, Buenos Aires, Argentina, 1970.
- Hibbeler, R. C. “Ingeniería Mecánica: Estática”. Pearson Prentice Hall, Méjico DF, Méjico, 2013.
- Warnholtz y Ochat. “Apuntes de Clases: Estática”. Córdoba, Argentina, 2013.