

### *Plan Anual de Actividades Académicas*

**Apellido y nombre del Profesor de la Cátedra: Marcos R. Blanc**

**Departamento: Ingeniería Civil**

**Asignatura: Elasticidad y Plasticidad**

**Prof. Adjunto Interino: Miqueas Denardi**

#### **Planificación de la asignatura**

- **Fundamentación de la materia dentro del plan de estudios.**

La Teoría de la Elasticidad, es una parte de la Mecánica de los sólidos deformables, al igual que la Resistencia de Materiales. Ambas abordan el estudio de la resistencia (estado de tensiones) y la rigidez (estado de deformaciones) de cuerpos sólidos deformables sometidos a la acción de sistemas de fuerzas en equilibrio estático.

La Resistencia de Materiales limita su campo de aplicación a ciertos tipos de elementos estructurales (vigas, columnas, etc.) sustentados de ciertas maneras predeterminadas (apoyos simples, articulaciones, empotramientos, etc.) y sometidas a ciertos tipos de acciones (fuerzas puntuales y repartidas, generalmente, y otras acciones definidas de forma adecuada). Esta restricción previa en cuanto a las geometrías, condiciones de apoyo y acciones consideradas permite la formulación de ciertas hipótesis de partida y de un planteamiento simplificado apto para la resolución analítica de multitud de problemas "cotidianos" de ingeniería estructural.

La Teoría de la Elasticidad, por su parte, afronta el problema "mecánico" en su forma más general en cuanto a geometrías, condiciones de contorno y tipos de acciones consideradas. Esto conlleva un rigor que precisa de un planteamiento matemático que impide obtener soluciones analíticas salvo para un número limitado de casos, requiriendo el uso de métodos numéricos aproximados (diferencias finitas, elementos finitos, etc.) para la resolución de la mayor parte de problemas de interés práctico.

- **Propósitos u objetivos de la materia.**

- **Objetivo general**

El objetivo principal de la asignatura es que al finalizar y aprobar el curso el alumno haya adquirido los conceptos fundamentales de la Teoría de la Elasticidad y Plasticidad, y sea capaz de aplicar los mismos en la modelación y diseño estructural, de manera de poder determinar los esfuerzos a los que se encuentra sometido un elemento estructural, así como las tensiones y deformaciones en dichos elementos.

- **Objetivos específicos.**

**Objetivos conceptuales:**

- Adquirir y comprender conceptos y principios teóricos del análisis del campo tensión - deformación de los sólidos continuos.
- Desarrollar su capacidad para determinar tensiones y deformaciones y para analizar, diseñar y verificar estructuras.
- Adquirir dominio en la aplicación de los distintos métodos de resolución de problemas tensionales.
- Trabajar con modelos y simulaciones de casos reales de la práctica ingenieril y la aplicación computacional del MEF para el diseño y análisis estructural.
- Comprender la importancia de los métodos numéricos y en especial el de Elementos Finitos como la mejor opción disponible para el análisis de medios continuos.

- Integrar los conocimientos teóricos adquiridos en la aplicación práctica.
- Desarrollar la capacidad de relacionar nuevos conceptos con los ya adquiridos en otras asignaturas del área del análisis de las estructuras, e integrar temas aprendidos aisladamente.

**Objetivos procedimentales. Que el alumno logre:**

- Abordar problemas de la práctica ingenieril a partir de desarrollar conductas para: enfrentar, analizar, reflexionar, construir hipótesis, modelar, identificar y utilizar herramientas y métodos de resolución, implementar y operar, analizar y validar
- Conocer y valorar la importancia del pensamiento tecnológico como medio enriquecedor de las capacidades del ser humano.
- Desarrollar su capacidad para la investigación en el campo disciplinar de la materia.
- Aprender la necesidad de un aprendizaje continuo a lo largo de toda la vida profesional.
- Expresar y comunicar sus ideas utilizando la terminología adecuada y fundamentar criterios personales.

**Objetivos actitudinales. Que el alumno sea capaz de:**

- Trabajar en equipos en la resolución de problemas tecnológicos.
- Planificar el desarrollo del trabajo.
- Reconocer la relación entre ciencia, tecnología y la evolución de la sociedad.
- Desarrollar un sistema de valores personales.
- Aprender el contexto global y social de la ingeniería.
- Comprender los usos de la ingeniería moderna.
- Desarrollar actitud crítica ante diferentes tipos de soluciones.
- Aprender la necesidad de un aprendizaje continuo a lo largo de toda la vida profesional.
- Conducirse ética y profesionalmente.

▪ **Contenidos.**

**Contenidos mínimos:**

Tensiones y deformaciones. Elasticidad bidimensional. Elasticidad tridimensional. Estudio de placas y membranas. Aplicación de los elementos finitos en la modelación y resolución de estructuras. Teoría de la plasticidad.

**Programa analítico**

**1. PRESENTACIÓN, OBJETIVOS Y REPASO.**

Presentación de la asignatura, objetivos y criterios de evaluación.

Vectores: definición. Operaciones: suma, productos escalar y vectorial. Notación indicial. Operadores: delta de Kronecker, símbolo de permutación. Cambio de base.

Matrices: definición. Operaciones: suma, producto por un escalar, producto matricial, propiedades. Matriz traspuesta, propiedades. Matriz inversa. Determinante.

Análisis vectorial: Campo escalar. Campo vectorial. Gradiente. Divergencia de un campo vectorial. Teorema de la divergencia. Tensores. Propiedades. Autovalores y autovectores.

**2. TEORÍA DE LA ELASTICIDAD.**

Estado de deformación tridimensional: tensor de deformaciones.

Relación entre desplazamientos y deformaciones. Ecuaciones de compatibilidad.

Estado de tensión tridimensional. Estado tensional del punto: tensor de tensiones. Ecuaciones de equilibrio y de contorno. Resolución general de los problemas elásticos.

**3. ELASTICIDAD BIDIMENSIONAL.**

Estados planos de tensión y de deformación. Función de Airy. Procesos de resolución: vigas de gran altura; tubos de pared gruesa.

**4. ESTUDIO DE PLACAS Y MEMBRANAS.**

Teoría general de las placas planas delgadas: placa rectangular, procesos de

resolución. Placa circular, casos axilimétricos. Membranas planas. Placas planas gruesas. Estructuras laminares: conceptos generales, hipótesis básicas y esfuerzos característicos. Comportamiento membranar en cáscaras de rotación con carga continua. Tanques para gas y líquidos. Cúpulas delgadas. Placas curvas de revolución: cáscaras con simetría rotacional y rigidez a flexión. Planteo general para tubos, cúpulas y depósitos.

#### **5. ELASTICIDAD TRIDIMENSIONAL.**

Planteo general. Torsión. Teoría de Saint Venant. Secciones circulares y elípticas. Analogía de la membrana. Sección rectangular delgada. Tubos de pared delgada.

#### **6. ELEMENTOS FINITOS.**

Concepto del método y aplicaciones. Noción de discretización de medios continuos. Planteo general del método. Aplicación a sistemas bajo estado plano de tensiones y deformaciones. Elementos finitos planos triangulares. Planteo matricial del método.

#### **7. TEORÍA DE LA PLASTICIDAD.**

Criterios de plasticidad. Conceptos y leyes fundamentales. Cuerpo perfectamente plástico. Teoremas fundamentales, carga límite. Tensiones residuales. Cuerpo elastoplástico y cuerpo rígido plástico. Aplicaciones a las placas, cáscaras y discos.

##### **▪ Metodología de Enseñanza.**

La metodología a utilizar para el aprendizaje de la asignatura viene sugerida por los objetivos de la misma. La integración entre teoría y práctica, la participación activa de los alumnos en el desarrollo de las clases, la interdisciplinariedad, el trabajo grupal, la incorporación al aula de equipos informáticos, son algunas cualidades importantes que se han de tener en cuenta en el proceso educativo, como consecuencia lógica de los objetivos formulados y para el logro de los mismos.

Los alumnos deberán leer previamente el material para su discusión en clase, el cual tendrán disponible conjuntamente con el cronograma de clases al inicio del cuatrimestre. Algunas de las estrategias de enseñanza a utilizar son las técnicas de grupos más conocidas: seminario, taller, grupos de discusión, técnica de resolución de problemas, etc. No obstante, algunos tópicos que resultan más arduos y difíciles de comprender por parte del alumno, serán desarrollados mediante la técnica de la exposición dialogada.

Se tenderá a que los alumnos se acostumbren a hacer por sí mismos todo lo que puedan y deban hacer, después de haberles facilitado las herramientas necesarias para ello. Se hará uso de la tecnología disponible (computadoras, calculadoras gráficas, etc.) dentro y fuera de la clase.

Se utilizarán, entre otras, las siguientes técnicas:

- Exposición oral.
- Exposición audiovisual.
- Aula taller.
- Resolución de ejercicios en clase.
- Resolución de ejercicios fuera de clase.
- Lecturas obligatorias.
- Trabajos prácticos con ayuda de paquetes computacionales.

#### **Actividades y responsabilidades del equipo docente:**

La misión de la Universidad compromete al profesor universitario a promover en los alumnos en forma deliberada y sistemática el desarrollo de algunas actitudes y valores entre los que destacan la honestidad y la responsabilidad; y de algunas habilidades como las capacidades de análisis, de síntesis, de evaluación, de trabajar en equipo y de aprender por cuenta propia, con el fin de que todo esto forme parte importante de un sello especial que distinga a los egresados tecnológicos. La única forma de conseguirlo es siendo uno mismo como docente, responsable y honesto para poder exigir lo mismo en reciprocidad a nuestros alumnos, lo cual incluye entre otras:

- Establecer las políticas del curso, comunicarlas a todo el grupo y cumplirlas con precisión.

- Aplicar los reglamentos con justicia.
- Comprometerse a trabajar con calidad durante todo el curso en el más amplio sentido de la palabra, es decir, desde la puntualidad y la asistencia hasta la elaboración de material didáctico.
- Conocer la cátedra y dictar las clases teórico-prácticas de la asignatura de acuerdo a la planificación y cronograma aprobados.

#### **Actividades y responsabilidades del alumno:**

Para alcanzar cada uno de los objetivos, el alumno debe asumir las siguientes actitudes:

- Estudiar el material propuesto con antelación y estar preparado para su discusión en clase.
- Elaborar con la mejor calidad sus tareas y exámenes.
- Dedicarle al aprendizaje del curso las horas que le sean necesarias, incluyendo asistencia al aula, estudio individual o en grupos, resolución de ejercicios, y cuando sea necesario procurar la ayuda personal de los docentes.
- Pensar libre e independientemente.
- Tomar responsabilidad por sus propias acciones.
- Involucrarse en el proceso social de confrontar clarificar su comprensión de los temas de estudio.
- Desarrollar la habilidad de trabajar efectiva e intensamente.
- Considerar de manera cuidadosa y respetuosa las ideas de los otros.
- Valorar a los compañeros y profesores como colegas útiles en su propio proceso de aprendizaje y formación.
- Evaluar su propio progreso de manera efectiva.
- Juzgar la calidad de su trabajo tanto por su esfuerzo como por los logros alcanzados.

Así mismo, es responsabilidad de cada estudiante colaborar para mantener un ambiente adecuado en el aula. Como muestra de cortesía, se solicita:

- Arribar a clase a horario y permanecer en ella durante todo el desarrollo de la misma.
- Ser cordiales y respetuosos con sus compañeros como con los docentes.
- Evitar hablar durante la exposición del docente, ya que es una distracción tanto para los demás estudiantes como para el propio docente.
- Mantener los celulares en silencio durante las clases para evitar distracciones.

- **Recursos didácticos a utilizar como apoyo a la enseñanza.**

Los recursos didácticos a utilizar en la cátedra son:

- Computadora, paquetes computacionales (Abaqus, Matlab, etc.).
- Cañón proyector.
- Pizarra.
- Internet.

- **Metodología de Evaluación.**

Siguiendo los lineamientos del diseño curricular vigente se hará una evaluación continua e integral del alumno, abarcando contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales.

Comprenderá los tipos de evaluaciones que se detallan seguidamente:

- Asistencia y participación en clases (virtuales y/o presenciales). Se evaluará mediante la observación en clase.
- Pruebas cortas: Coloquios y pruebas escritas de selección múltiple (múltiple choice) de corta duración.
- Resolución de ejercicios seleccionados de las guías de ejercicios o de la bibliografía propuesta.
- Evaluaciones Parciales: Pruebas escritas teórico-prácticas de carácter integrador que abarcan dos o tres unidades temáticas.
- Evaluación integradora: Prueba oral que abarca la totalidad de la asignatura.
- Examen Final: prueba escrita teórico práctica que abarca la totalidad de la asignatura.

### **Criterios de calificación**

- Asistencia y Participación en clase.

La asistencia regular y la participación en clase son vitales para un correcto aprendizaje y ser exitosos en el curso. Para hacer esta valoración se tendrán en cuenta cuestiones tales como:

- Si el alumno estudió y leyó el material previamente asignado.
- Si trajo el material necesario para trabajar en clase: libro de texto, calculadora, etc.
- Si participó activamente en clase leyendo el material o realizando la ejercitación requerida.
- Si se mostró estar atento en clase y mentalmente alerta.
- Si respondió satisfactoriamente a las preguntas que se le hicieron.

La asistencia y participación en clase se calificará con un puntaje máximo de 10 puntos.

### **Evaluaciones Parciales y Evaluación Integradora.**

Se tomarán 2 evaluaciones parciales y una evaluación integradora. Se las evaluará con un puntaje máximo de 10 puntos cada una. Todos ellos tendrán una segunda opción (recuperatorio). La nota de parciales será el promedio de todas las evaluaciones.

### **Trabajos Prácticos**

Los trabajos prácticos serán evaluados con un puntaje máximo de 10. Entre todas las calificaciones se tomará la media aritmética (promedio).

### **Regularización y promoción**

Los requisitos para promocionar la asignatura son los siguientes:

- Calificación no menor que 6 en las evaluaciones parciales y el examen integrador, ya sea en 1ra. o 2da. opción.
- Calificación no menor que 6 en al menos el 80\% de los trabajos prácticos.
- Nota final mayor o igual que 7.
- Cumplir con los requisitos de asistencia exigidos por la reglamentación de la Universidad.

Los requisitos para regularizar la asignatura son los siguientes:

- Calificación no menor que 4 en las evaluaciones parciales y el examen integrador, ya sea en 1ra. o 2da. Opción
- Calificación no menor que 6 en al menos el 80\% de los trabajos prácticos.
- Nota final mayor o igual que 4.
- Cumplir con los requisitos de asistencia exigidos por la reglamentación de la Universidad

Finalmente, quienes no alcancen con los requisitos para regularizar o promocionar, tendrán desaprobada la cursada

### **Autoevaluación**

La autoevaluación de la cátedra se realizará de manera continua a través de los resultados de las evaluaciones y trabajos desarrollados por los alumnos, a través de preguntas y finalmente se complementará esta evaluación con las encuestas institucionales.

### **Honestidad e integridad académica**

Cualquier acto de deshonestidad académica, implicará la desaprobación de la cursada.

Se consideran faltas graves de deshonestidad académica, entre otros a los siguientes actos:

- Usar cualquier tipo de ayuda extra no permitida en cualquier evaluación.
- Expresar las palabras, ideas o trabajos de otros como propios en cualquier trabajo presentado.
- Copiar o permitir copiar a otro estudiante durante un examen
- Alterar o modificar respuestas en cualquier evaluación ya corregida, y reclamar por ello.
- Falsear o intentar falsear registros de asistencias.

#### **▪ Articulación horizontal y vertical con otras materias**

Por estar en el último año de la carrera posee una articulación natural con todas las asignaturas del área estructuras. Se estudian, utilizando los métodos de la elasticidad, elementos estructurales ya vistos y analizados en asignaturas tales como: Estabilidad,



Olivella X. O., Agelet de Saracibar Bosh C. Mecánica de medios continuos para ingenieros, CPET.(2002).

Amar Khennane, Finite Element Analysis Using MATLAB and Abaqus. School of Engineering and Information Technology at the University of New South Wales, Canberra, Australian Capital Territory, Australia. (2013).

Vieira Chaves E. W. Problemas resueltos de mecánica del medio continuo, Universidad Castilla - La Mancha. Ciudad Real.(2011).

### **Comentario final**

Se desea que durante el curso los alumnos aprendan de la mejor manera posible los conceptos involucrados y al mismo tiempo, que cada uno de estos contribuya en forma decidida con la formación integral que se pretende para todos los egresados. Se asume el compromiso para ello, y se pretende el mismo compromiso por parte de los alumnos. Se espera, además, recibir de parte de los alumnos las críticas, sugerencias y comentarios, que hagan entender mejor sus puntos de vista y necesidades. Se podrán cometer errores en muchas cosas, pero siempre se tendrán los oídos atentos a cualquier planteo que se haga franca y abiertamente. Se intentará tener un contacto fluido con los alumnos y que desde el primer día de clase todos (docentes y estudiantes) se reconozcan como parte de un solo equipo de trabajo y aprendizaje. Es un placer compartir muchas horas de reflexión constructiva con los alumnos, y estar a disposición para todo lo que contribuya a sus procesos personales de aprendizaje y formación.

---