

1. PRESENTACIÓN DEL ESPACIO CURRICULAR

Espacio curricular: Construcciones Metálicas y de Madera				
Código SIU-guaraní:		Horas Presenciales	90	Ciclo lectivo: 2024
Carrera:	Ingeniería Civil	Plan de Estudios		Ord 006/23
Dirección a la que pertenece		Ingeniería Civil	Bloque/ Trayecto	Tecnologías Aplicadas
Ubicación curricular:	7mo Semestre	Créditos 8	Formato Curricular	Taller
EQUIPO DOCENTE				
Cargo: Titular	Nombre: Francisco Crisafulli		Correo:francisco.crisafulli@ingenieria.uncuyo.edu.ar	
Cargo: Adjunto	Nombre: Gonzalo Torrisi		Correo:gonzalo.torrisi@ingenieria.uncuyo.edu.ar	
Cargo: JTP	Nombre: Raúl Zaradnik		Correo:raul.zaradnik@ingenieria.uncuyo.edu.ar	

Fundamentación
<p>La asignatura se ubica en el bloque de Tecnologías aplicadas, es decir que incluye los contenidos curriculares para la aplicación de las Ciencias Básicas de la Ingeniería y las Tecnologías Básicas y los fundamentos necesarios relacionados sismología, dinámica estructural y diseño sismorresistente.</p> <p>Es una asignatura relacionada directamente con el ejercicio profesional de la ingeniería civil y con el desarrollo de las competencias vinculadas a los alcances del título, en temas de ingeniería estructural.</p>

Aportes al perfil de egreso (De la Matriz de Tributación)	
Referencias: Alto : 3; Medio: 2; Bajo: 1	
CE - Competencias de Egreso Específicas	Aporte
CE-E 1.1 Planificar, diseñar, calcular, proyectar y construir obras civiles y de arquitectura, obras complementarias e instalaciones, de infraestructura, transporte y urbanismo, con aplicación de la legislación vigente.	3
CE-E-1.2 Diseñar, calcular, proyectar y construir obras e instalaciones de regulación, almacenamiento, captación, tratamiento, conducción y distribución de sólidos, líquidos y gases incluidos sus residuos, de aprovechamiento de la energía hidráulica, riego, desagüe y drenaje, de corrección y regulación fluvial y marítima, de saneamiento urbano y rural.	3
CE-E-1.3 Diseñar, calcular, proyectar y construir estructuras geotécnicas, obras viales, ferroviarias, portuarias, aeroportuarias y transportes. Obras de infraestructura como soporte a otras industrias (minería, petróleo, gas, energía). Obras de urbanismo en lo que se refiere al trazado urbano y organización de servicios públicos vinculados con la higiene, tránsito, vialidad, comunicaciones y energía.	2
CE-E 2.1 Proyectar, dirigir y controlar la construcción, rehabilitación y demolición de las obras indicadas en el AATT1.	1
CE-E 2.2 Planificar, dirigir y controlar el mantenimiento de las obras indicadas en el AATT1.	1
CE-E 3.1. Diseñar y calcular sistemas estructurales sismo-resistentes de las obras indicadas en el AATT1.	3

CE-E 5.1. Proyectar, dirigir y evaluar lo referido a la higiene y seguridad y a la gestión ambiental en lo concerniente a su actividad profesional.	1
CE-E 6.1. Certificar el funcionamiento y/o condición de uso o estado de lo mencionado anteriormente en lo concerniente a su actividad profesional.	1
CE-E 7.1. Realizar arbitrajes, pericias, tasaciones e informes técnicos referidos a las obras detalladas en el AATT1.	1
CE-GT Competencias Genéricas Tecnológicas	Aporte
CE-GT 1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería civil en los distintos ámbitos de su desempeño profesional.	3
CE-GT 2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería civil.	2
CE-GT 4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería civil.	3
CE-GT 5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas en la ingeniería civil.	1
CE-GSPA Competencias Sociales – Político - Actitudinales	Aporte
CE-GSPA 6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	2
CE-GSPA 7: Comunicarse en forma oral y escrita con efectividad manejando el vocabulario técnico pertinente.	2
CE-GSPA 8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.	1
CE-GSPA 9: Aprender en forma continua y autónoma participando activamente en la elaboración de los propios trayectos de aprendizaje y reconociendo la necesidad de perfeccionarse permanentemente, en un contexto de cambio tecnológico donde es necesaria la formación durante toda la vida.	1
CE-GSPA 10: Actuar con espíritu emprendedor detectando oportunidades en problemáticas inherentes a su especialidad.	1

Expectativas de logro

- Comprender el fenómeno de los sismos y su efecto sobre las construcciones civiles.
- Reconocer el comportamiento de los distintos tipos estructurales y aplicar los criterios de diseño sismorresistente, según la reglamentación vigente.
- Desarrollar habilidad para realizar el análisis sísmico mediante cálculos manuales y utilizando programas de computación.
- Comunicarse en forma oral y escrita con efectividad, manejando el vocabulario técnico pertinente.

Contenidos mínimos

Nociones de sismología. Efectos de los sismos.

Dinámica estructural de sistemas de uno y múltiples grados de libertad. Métodos de análisis sísmico.

Conceptos de diseño sismorresistente. Sistemas estructurales sismorresistentes. Diseño por capacidad. Reglamentos. Aplicaciones prácticas en edificios, puentes y otras construcciones.

Correlativas

Análisis Estructural I (correlativa débil)

2. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

RA1: Comprende el fenómeno de los sismos y su efecto sobre las construcciones civiles.

RA2: Reconoce el comportamiento de los distintos tipos estructurales y aplicar los criterios de diseño sismorresistente, según la reglamentación vigente.

RA3: Desarrolla habilidad para realizar el análisis sísmico mediante cálculos manuales y utilizando programas de computación.

RA4: Se comunica en forma oral y escrita con efectividad, manejando el vocabulario técnico pertinente.

3. CONTENIDOS/SABERES



UNIDAD 1: NOCIONES DE SISMOLOGÍA

1.A. Terremotos

Generalidades. Teoría del mecanismo de los terremotos. Tipos de fallas. Ondas sísmicas y su propagación. Atenuación. Efectos de direccionalidad y amplificación. Efectos directos e indirectos producidos por los terremotos.

1.B. Medición de terremotos. Acelerogramas

Escalas de intensidad y magnitud. Medición instrumental. Registros de aceleración. Filtrado y corrección de línea de base. Aceleración, velocidad y desplazamiento máximo del terreno. Contenido de frecuencia, espectro de Fourier.

UNIDAD 2: FUNDAMENTOS DE DINÁMICA ESTRUCTURAL

2.A. Formulación del problema

Características básicas del problema dinámico. Grado de libertad dinámico. Condensación estática. Formulación de la ecuación de equilibrio dinámico para sistemas elástico-lineales. Matrices de rigidez, amortiguamiento y masa. Ejemplos de sistemas con 1 grado de libertad y n grados de libertad.

2.B. Cargas dinámicas

Tipos de cargas dinámicas. Ecuación de equilibrio dinámico para el caso de acción sísmica. Vector de influencia. Ejemplos para distintos tipos de estructura.

2.C. Estructuras inelásticas

Efectos de no linealidad estructural. No linealidad del material. Criterios y métodos de modelación. Matriz de rigidez. Ecuación de equilibrio dinámico para sistemas inelásticos.

UNIDAD 3: SISTEMAS DE UN GRADO DE LIBERTAD

3.A. Vibraciones libres

Sistemas con y sin amortiguamiento. Amortiguamiento crítico. Sistemas con amortiguamiento sub-crítico. Ecuaciones de movimiento para el caso de desplazamiento y/o velocidad inicial.

3.B. Vibraciones con carga armónica e impulsiva

Vibraciones forzadas con carga armónica. Ecuaciones de movimiento. Condición de resonancia. Carga impulsiva. Ecuación de movimiento para casos de pulsos simples (rectangular, triangular, senoidal). Concepto de espectro de choque.

3.C. Vibraciones con acción sísmica

Procedimientos numéricos para la resolución de la ecuación. Aplicación de programas de computación para el caso de sistemas inelásticos. Ejemplos.

UNIDAD 4: ESPECTROS

4.A. Espectros de respuesta

Concepto de espectro. Cálculo de espectros. Espectros de desplazamiento, velocidad y aceleración. Diferentes formas de representación de los espectros. Introducción a los espectros de respuesta no lineal.

4.B. Espectros al diseño

Espectros de diseño. Relación entre espectros de aceleración y desplazamiento. Espectros de piso y su aplicación.

UNIDAD 5: ANÁLISIS DINÁMICO DE SISTEMAS DE VARIOS GRADOS DE LIBERTAD

5.A. Planteo del problema y ecuaciones

Ecuaciones de movimiento. Análisis modal. Autovalores y autovectores del sistema. Amortiguamiento, matriz de amortiguamiento de Rayleigh.

5.B. Aplicación al análisis sísmico

Tipos de análisis. Análisis modal espectral, reglas de superposición modal: SRSS, CQC. Análisis modal temporal e integración directa de la ecuación de movimiento.

UNIDAD 6: DISEÑO SISMORRESISTENTE

6.A. Conceptos generales y métodos

Ductilidad y disipación de energía. Conceptos de igual desplazamiento e igual energía. Factores de reducción de fuerza y de amplificación de desplazamientos. Diseño por capacidad. Aspecto conceptuales y métodos de aplicación. Métodos de diseño basado en fuerzas y en desplazamientos.

6.B. Sistemas innovadores de protección sísmica

Aislación sísmica y disipación adicional de energía. Tipos de dispositivos. Efecto en la respuesta estructural. Ejemplos simples de aplicación de aislamiento sísmico.

UNIDAD 7: EDIFICIOS SISMORRESISTENTES

7.A. Diseño y análisis

Materiales y tipos estructurales. Configuración estructural. Criterios fundamentales para el diseño sismorresistente. Modelos con diafragmas rígidos. Proceso de diseño. Efectos de torsión en edificios. Concepto de centro de rigidez. Control de desplazamiento. Irregularidad estructural en planta y en elevación.

7.B Aplicaciones con programas computacionales

Aplicación del método estático y dinámico. Ejemplos. Introducción al análisis no lineal de edificios sismorresistentes.

4. MEDIACION PEDAGOGICA (metodologías, estrategias, recomendaciones para el estudio)

El método de enseñanza a implementar tiene por objetivos (i) lograr la integración efectiva de conocimientos teóricos y prácticos y (ii) desarrollar en los estudiantes capacidad para enfrentar y resolver problemas de diseño ingenieril. Dado el carácter de la asignatura, el estudio de la normativa vigente reviste suma importancia, resultando necesario que los estudiantes conozcan los aspectos conceptuales en los que se fundamentan los códigos y adquiera habilidad para su interpretación y aplicación a distintos casos. Es por ello que, no solo se permite, sino que se estimula la consulta de los distintos reglamentos durante las clases y las evaluaciones.

Las actividades académicas se desarrollarán en forma presencial, usando como apoyo pedagógico la plataforma Aula Abierta, donde los estudiantes disponen del material didáctico, trabajos prácticos e información actualizada semanalmente sobre el desarrollo del curso. Además, la plataforma se usa para las consultas.

Los contenidos del programa se desarrollan usando distintos recursos pedagógicos, según convenga para cada caso, tales como: clases presenciales, guías de estudio y ejercicios resueltos que sirvan de orientación a los estudiantes para resolver los prácticos. Además, se incluyen actividades de aprendizaje (optativas), que requieren la resolución de problemas de ingeniería estructural, con el objetivo de fomentar el autoaprendizaje y la autoevaluación.

A través de trabajos prácticos, se capacita a los estudiantes para que analicen problemas reales, similares a situaciones de la práctica profesional, cuya resolución implica la aplicación de conocimientos y habilidades adquiridos en distintos temas de la asignatura y también de otras asignaturas (como Álgebra, Física Estabilidad I y Análisis Estructural I). Se busca con ello, que los estudiantes desarrollen capacidad de enfrentar y solucionar problemas con criterios interdisciplinarios, favoreciendo el trabajo en equipo. Se incluye un trabajo integrador, que se desarrolla desde el primer día del curso hasta el final de este, en grupos de 3 o 4 alumnos, en el cual deben analizar la estructura de un edificio sometido a la acción sísmica.

Las actividades prácticas permiten que el estudiante desarrolle las competencias necesarias para la identificación y solución de problemas abiertos de ingeniería (entendiendo como tal a aquellas situaciones reales o hipotéticas cuya solución presenta distintas alternativas válidas y requiere de la aplicación de los conocimientos de las ciencias básicas y de las tecnologías) y para enfrentar tareas de diseño estructural de estructuras sismorresistentes.

5. INTENSIDAD DE LA FORMACION PRACTICA

Ámbito de formación práctica	Carga horaria	
	Presencial	No presencial
Formación Experimental	5	5
Resolución de problemas Abiertos de Ingeniería	15	22
Actividades de proyecto y diseño	20	30
Práctica profesional Supervisada		
Carga horaria total	40	60

6. SISTEMA DE EVALUACIÓN

6.1. Criterios de evaluación

Las evaluaciones se planifican y diseñan con el objetivo de comprobar que el estudiante demuestra habilidad para enfrentar problemas de análisis estático y dinámico de estructuras y de diseño sismorresistente. Para ello, debe evaluar racionalmente distintas alternativas de solución, aplicar juicio crítico e integrar conocimientos de distintas áreas de la ingeniería estructural. Las evaluaciones no representan una prueba sobre la capacidad de retención del estudiante, por lo que se permite la consulta del reglamento de aplicación.

Es importante considerar que la asignatura pertenece al bloque de Tecnologías Aplicadas y sus contenidos se relacionan directamente con actividades reservadas al título de ingeniero civil, en lo que respecta al diseño y cálculo estructural. De modo que la acreditación de la asignatura implica también validar las habilidades y capacidades del futuro ingeniero para desarrollar actividades profesionales cuyo ejercicio puede *“comprometer el interés público poniendo en riesgo de modo directo la salud, la seguridad, los derechos, los bienes o la formación de los habitantes”* (Art. 43, Ley 24591).

Para la aprobación de las evaluaciones el estudiante debe demostrar:

- Comprensión conceptual de las ecuaciones de la dinámica estructural para sistemas de 1 gdl y de N gdl, de sismología y de los criterios de diseño sismorresistente.
- Habilidad para aplicar las ecuaciones de la dinámica a problemas de la ingeniería estructural.
- Capacidad para integrar conocimientos de física, estática y análisis estructural con los contenidos propios de la asignatura.

- Habilidad para resolver numéricamente problemas de dinámica estructural y de diseño sismorresistente, y para utilizar correctamente las unidades correspondientes a cada variable.
- Capacidad para interpretar y analizar la validez de los resultados numéricos obtenidos, aplicando para ello juicio crítico.
- Capacidad para interpretar y aplicar la reglamentación INPRES-CIRSOC 103 a estructuras simples y edificios (se permite la consulta del reglamento durante las evaluaciones).
- Aptitudes para desempeñarse satisfactoriamente en el mundo del trabajo (ejercicio profesional de la ingeniería). Esto incluye análisis de alternativas, evaluación comparativa de ventajas y desventajas para adoptar soluciones y capacidad de expresión oral y escrita, (uso de lenguaje técnico adecuado, correcta redacción, gráficos y esquemas explicativos, etc.)

6.2. Condiciones de regularidad

Para obtener la regularidad es necesario:

- Presentar y aprobar todos los trabajos prácticos.
- Aprobar las dos evaluaciones parciales durante el cursado.
- Cumplir con el 75% de asistencia a las clases.

6.3. Condiciones de promoción

Para obtener la promoción directa es necesario cumplir con los siguientes requisitos:

- Cumplir con el 75% de asistencia a las clases.
- Desarrollar y aprobar todos los trabajos prácticos en tiempo y forma.
- Aprobar las dos evaluaciones parciales con nota igual o mayor a 8. En caso de aprobar sólo uno de los parciales con una nota comprendida entre 6 y 8, se podrá rendir el recuperatorio para mantener la posibilidad de promocionar.
- Aprobar la evaluación final (presentación de los dos trabajos prácticos integradores).

6.4. Régimen de acreditación

La asignatura se aprueba mediante promoción directa o por examen final. Para poder acceder a la instancia de examen final es necesario obtener la condición de estudiante regular). Solo podrán rendir el examen final los estudiantes libres en la condición de "Libre por pérdida de regularidad (LPPR)".

El examen final se desarrollará con la modalidad de evaluación escrita y oral, abarcando aspectos teóricos, conceptuales y prácticos (con resolución numérica de ejercicios) de los temas incluidos en los contenidos de este programa.

PARA RENDIR EL EXAMEN FINAL ES OBLIGATORIO QUE LOS ESTUDIANTES TENGAN LA CARPETA DE TRABAJOS PRÁCTICOS COMPLETA. ADEMÁS, DEBEN DISPONER DEL REGLAMENTO, CALCULADORA, PAPEL Y ELEMENTOS DE ESCRITURA.

Programa de examen

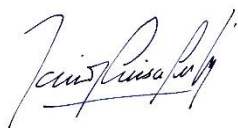
- Bolilla 1: Temas: 1A - 3B - 4B - 5B - 6B
- Bolilla 2: Temas: 2B - 3A - 5A - 6A - 7
- Bolilla 3: Temas: 1B - 2A - 4A - 5A - 6B - 7A
- Bolilla 4: Temas: 2B - 3B - 4B - 5B - 6A - 7B
- Bolilla 5: Temas: 1B - 2A - 3C - 4A - 5B - 6B
- Bolilla 6: Temas: 1A - 3C - 4A - 5A - 6A - 7A
- Bolilla 7: Temas: 2B - 3A - 4B - 5B - 6A - 7B
- Bolilla 8: Temas: 1B - 3C - 4A - 5ª - 6B - 7A
- Bolilla 9: Temas: 1B - 2B - 3B - 5A - 6A - 7B

7. BIBLIOGRAFIA

Título	Autor /es	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles	Sitios digitales
Dynamics of Structures of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineer	Chopra, A.,	Pearson	2006	6	-----
Dynamics of Structures	Clough, R. W. y Penzien, J.,	Mc Graw Hill Inc.	1975	3	-----
Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings	Paulay, T. y Priestley, M. J. N.,	John Willy & Sons, Inc.	1992	2	-----
The Seismic Design Handbook	Naeim, F.,	Van Nostrand Reinhold	1989	4	-----
Diseño sismorresistente de construcciones de acero. 5ta Ed	Crisafulli, F. J.	Alacero	2018	-----	Aula Abierta
INPRES-CIRSOC 103. Reglamento argentino para construcciones sismorresistentes. Parte 1.	INPRES	INTI		-----	www.inpres.gob.ar
Guías de Estudio: Nociones de sismología Espectros de respuesta y diseño Sistema de N grados de libertad. Análisis modal Diseño sismorresistente Edificios sismorresistentes	Crisafulli, F. J.	-----	2018-2024	-----	Aula Abierta
FEMA 356: Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings	FEMA	FEMA	2006	-----	www.fema.gov

7.1. Recursos digitales del espacio curricular (enlace aula virtual y otros)

En el espacio de la asignatura en Aula Abierta los estudiantes disponen de bibliografía, guías de estudio, trabajos prácticos, tablas auxiliares, etc. Además, este espacio se usa para la entrega de trabajos prácticos y como canal de comunicación con los estudiantes.



Francisco J. Crisafulli

DOCENTE RESPONSABLE A CARGO

Fecha: febrero 2024

V°B° DIRECTOR/A DE CARRERA

Fecha