UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO | FACULTAD DE INGENIERÍA

P1: PROGRAMA ESPACIO CURRICULAR

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: Titular	**Nombre: Daniel Bonilla**	Correo:daniel.bonilla@ingenieria.uncuyo.edu.ar		
Cargo: Adjunto	**Nombre: Eduardo Totter**	Correo:eduardo.totter@ingenieria.uncuyo.edu.ar		
Cargo: JTP	**Nombre: Daniel Quiroga**	Correo:eduardo.quiroga@ingenieria.uncuyo.edu.ar		

Fundamentación
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 con el diseño, cálculo y proyecto de estructuras metálicas y de madera. 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.

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 1.4. Medir, calcular y representar planialtimétricamente el terreno y las obras construidas y a construirse con sus implicancias legales.	1

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 4.1. Dirigir, realizar y certificar estudios geotécnicos para las obras indicadas en el AATT1, incluidas sus fundaciones.	1
CE-E 4.2. Caracterizar el suelo y las rocas para su uso en las obras indicadas en el AATT1.	1
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.	3
CE-GT 3: Gestionar, planificar, ejecutar y controlar 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.	2
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.	2
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.	2
CE-GSPA 10: Actuar con espíritu emprendedor detectando oportunidades en problemáticas inherentes a su especialidad.	2

Expectativas de logro
- Diseñar, calcular y proyectar estructuras metálicas y de madera vinculadas a proyectos civiles - Desarrollar habilidad para dimensionar y verificar estructuras de acero y madera, incluyendo sus componentes y detalles, aplicando la reglamentación vigente. - Comprender el comportamiento de estructuras tridimensionales, tales como naves industriales, edificios simples, puentes, que permitan definir los criterios de modelación y análisis. - Aplicar criterio ingenieril para definir la organización estructural, el diseño de miembros estructurales y el detallado. - Comunicarse en forma oral y escrita con efectividad, manejando el vocabulario técnico pertinente.

Contenidos mínimos
Construcciones metálicas. Tipologías. Materiales. Diseño por factores de carga y resistencia (LRFD). Acciones y combinaciones de carga. Estabilidad estructural. Verificación de elementos estructurales. Medios de unión y conexiones. Reglamentos. Construcciones de madera. Tipologías. Características madera maciza y laminada. Método de diseño. Verificación de miembros simples y compuestos. Medios de unión y conexiones. Reglamentos. Aspectos económicos y constructivos, montaje y control de calidad de construcciones metálicas y de madera.

Correlativas
Análisis Estructural I (correlativa débil)

2. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

RA1: Diseña, calcula y proyecta estructuras metálicas y de madera vinculadas a proyectos civiles

RA2: Desarrolla habilidad para dimensionar y verificar estructuras de acero y madera, incluyendo sus componentes y detalles, aplicando la reglamentación vigente.

RA3: Comprende el comportamiento de estructuras tridimensionales, tales como naves industriales, edificios simples, puentes, que permitan definir los criterios de modelación y análisis.

RA4: Aplica criterio ingenieril para definir la organización estructural, el diseño de miembros estructurales y el detallado.

RA5: Se **c**omunica en forma oral y escrita con efectividad, manejando el vocabulario técnico pertinente.

3. CONTENIDOS/SABERES (Organizados por unidades, ejes u otros)

UNIDAD 1: ESTRUCTURAS METÁLICAS – GENERALIDADES

1.A. Acero estructural para construcciones metálicas

Aceros estructurales, características de su comportamiento mecánico. Normas IRAM-IAS. Parámetros mecánicos Fy, Fu, εu y límite de los componentes químicos. Valores de E, G y γ. Perfiles y chapas: disponibilidad de la producción nacional y de importación. Condiciones de ductilidad, ensayo de Charpy.

1.B. Aspectos reglamentarios y constructivos

Reglamentación vigente para estructuras de metálicas. Productos de acero de uso estructural. Fabricación, montaje y control de calidad. Aspectos económicos.

UNIDAD 2: DISEÑO ESTRUCTURAL

2.A. Criterios de diseño

Proceso de diseño. Métodos de diseño: por tensiones admisibles y con factores de carga y resistencia (LRFD). Estados límites últimos y de servicio. Resistencia nominal y de diseño. Resistencia requerida, determinación para casos simpes (vigas, columnas, pórticos). Confiabilidad del método LRFD. Tipos de análisis estructural. Efectos de segundo orden.

2.B. Tipos estructurales. Arriostramientos

Tipos estructurales. Estructuras de alma llena y reticulados. Pórticos, pórticos con arriostramientos centrados y excéntricos. Arriostramientos para acciones laterales. Ejemplos para naves industriales, soportes de tanques y equipos, puentes simples, etc.

2.C. Estabilidad estructural

El fenómeno de pandeo. Pandeo de barras y placas. Clasificación de secciones: compacta, no compacta y con elementos esbeltos.

UNIDAD 3: ACCIONES

3.A. Acciones y combinación de acciones

Clasificación: permanentes, variables, accidentales. Combinación de acciones y factores de carga según el método LRFD.

3.B. Determinación de acciones

Determinación de acciones según los Reglamentos: CIRSOC 101: Cargas y sobrecargas gravitatorias, CIRSOC 102: Viento, CIRSOC 104: Nieve y hielo.

UNIDAD 4: BARRAS TRACCIONADAS

Área bruta, área neta, área neta efectiva. Estados límite: fluencia, fractura, bloque de corte. Resistencia de diseño. Perfiles, barras armadas y barras macizas.

UNIDAD 5: UNIONES

5.A. Uniones abulonadas

Tipos de bulones, agujeros, ajuste. Separaciones máximas y mínimas. Estados límites últimos. Resistencia de diseño en uniones tipo aplastamiento y uniones de deslizamiento crítico

5.B. Uniones soldadas

Tipos de cordones. Soldadura: a tope de penetración parcial y completa, soldadura de filete y soldadura de tapón o muesca. Nomenclatura. Área efectiva. Limitaciones. Determinación de la resistencia de diseño.

UNIDAD 6: VIGAS Y OTRAS BARRAS FLEXIONADAS

6.A. Flexión simple

Vigas. Distintas tipologías: vigas de alma llena y alveolares, reticulados, vigas de chapa plegada, vigas livianas en celosía. Parámetros seccionales. Flexión simple. Estados límites últimos. Resistencia de diseño para estado límite de plastificación, de pandeo lateral torsional, de pandeo local del ala y de pandeo local del alma. Estado límite de servicio.

6.B. Esfuerzo de corte

Resistencia de diseño para estados límites últimos por acción del esfuerzo de corte. Alma sin y con rigidizadores transversales. Requerimientos para rigidizadores.

UNIDAD 7: COLUMNAS Y OTRAS BARRAS COMPRIMIDAS

7.A. Barras prismáticas simples. Pandeo flexional

Resistencia de diseño a compresión para pandeo flexional. Método de la longitud efectiva: factor k en columnas, reticulados y pórticos. Método de análisis directo: conceptos básicos. Resistencia de diseño a compresión para pandeo torsional y flexotorsional en secciones compactas, no compactas. Criterio general para la evaluación de resistencia en secciones con elementos esbeltos.

7.B. Barras armadas

Clasificación. Procedimiento de cálculo. Especificaciones constructivas. Barras armadas sometidas a compresión y flexión.

UNIDAD 8: BARRAS SOMETIDAS A SOLICITACIONES COMBINADAS Y FUERZAS CONCETRADAS

8.A. Solicitaciones combinadas

Barras solicitadas a flexión y fuerza axial. Diagrama de interacción. Barras sometidas a torsión y torsión combinada con flexión, corte y fuerza axial.

8.B. Fuerzas concentradas

Alas y almas con fuerzas concentradas. Estados límites. Flexión local del ala. Fluencia local del alma. Pandeo localizado del alma. Pandeo lateral del alma. Pandeo por compresión del alma.

UNIDAD 9: ESTRUCTURAS DE MADERA

9.A. Generalidades

Empleo de la madera en la construcción. Propiedades físicas de la madera. Secado. Dimensiones comerciales. Maderas disponibles en el mercado. Reglamento CIRSOC 601-2013. Criterio de diseño. Tensiones de referencia de diseño y ajustadas. Factores de ajuste

9.B. Aplicaciones tecnológicas

Madera aserrada, laminada, contrachapeada y tableros de madera aglomerada. Fabricación y control de calidad.

9.C. Barras de madera sometidas a flexión

Vigas, aspectos generales. Ecuaciones de diseño para flexión y corte. Control de la estabilidad de la viga. Verificación de las condiciones de servicio: deformaciones y vibraciones. Deformaciones instantáneas y diferidas. Contraflecha.

9.D. Barras de madera sometidas a esfuerzos normales y combinación de esfuerzos

Miembros comprimidos simples y compuestos. Ecuaciones de diseño. Pandeo, factor de estabilidad. Disposiciones constructivas. Miembros traccionados. Miembros sometidos a carga axial y flexión.

UNIDAD 10: MEDIOS DE UNIÓN EN ESTRUCTURAS DE MADERA

10.A. Aspectos generales y constructivos

Uniones con elementos de fijación tipo clavija: bulones, tirafondos, tornillo y clavos. Aspectos constructivos.

10.B. Cálculo de uniones

Criterios de cálculo. Modos de falla. Determinación de la resistencia. Valores de diseño de referencia.

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 (en formato pdf) 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, que se resuelven en grupos de 3 o 4 personas, 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 Estabilidad I y II 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 del mismo, en el cual deben diseñar, analizar y dimensionar la estructura de una nave industrial.

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.

5. INTENSIDAD DE LA FORMACION PRACTICA

Ámbito de formación práctica	Carga horaria	
	Presencial	No presencial
Formación Experimental	8	8
Resolución de problemas Abiertos de Ingeniería	15	22
Actividades de proyecto y diseño	20	30
Práctica profesional Supervisada		
Carga horaria total	**43**	**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 diseño de estructuras de acero y de madera. 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 de los reglamentos 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 los criterios de organización estructural y de los procedimientos de diseño y verificación de estructuras de acero (método LRFD) y de madera (diseño por tensiones admisibles).
- Habilidad para realizar análisis de cargas, combinaciones de cargas y determinar la resistencia requerida en elementos estructurales sometidos a distinto tipo de solicitaciones (vigas, columnas, pórticos, etc.)
- Conocimiento de todos los estados límites a considerar en el diseño y compresión de los mecanismos de resistencia asociados a los estados límites últimos.
- Capacidad para integrar conocimientos de física, estática, resistencia de materiales y análisis estructural con los contenidos propios de la asignatura.
- Habilidad para resolver numéricamente problemas de diseño de estructuras de acero y de madera, 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 CIRSOC (se permite la consulta del reglamento durante las evaluaciones).
- Actitudes 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.)

El examen final es la instancia para acreditar (aprobar) la asignatura y 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.

6.2. Condiciones de regularidad

Para obtener la regularidad es necesario:

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

6.3. Condiciones de promoción

La asignatura no puede aprobarse por promoción directa.

6.4. Régimen de acreditación

La asignatura se aprueba mediante examen final, para lo cual 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 DE LOS REGLAMENTOS, TABLAS DE PERFILES, CALCULADORA, PAPEL Y ELEMENTOS DE ESCRITURA.

Programa de examen

Bolilla 1: Temas: 1A – 2B – 3A – 4B – 6B – 7A – 9A y C – 10 B
Bolilla 2: Temas: 1B – 3B - 4C – 5 - 6A – 8A – 9B y D – 10A
Bolilla 3: Temas: 2A - 4 – 4A - 4B – 8B – 7B – 9C y D –10 A
Bolilla 4: Temas: 2B – 3B - 4C- 6A – 7A– 8A – 9B y C – 10 B
Bolilla 5: Temas: 2C – 4B – 5 – 6B – 7B – 8B - 9C –10 B
Bolilla 6: Temas: 1A – 3B - 4C – 6A – 7A – 8A – 9B -10 A
Bolilla 7: Temas: 2A – 4B - 5 – 6B – 7B – 8B – 9C y D –10A
Bolilla 8: Temas: 1A - 2B – 4A – 5 – 6B - 8B – 9B y C–10B
Bolilla 9: Temas: 2C – 3B – 4C - 6B – 7B - 8A – 9C y D –10A

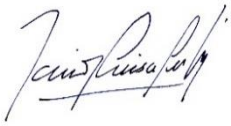
7. BIBLIOGRAFIA

Título	Autor /es	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles	Sitios digitales
CIRSOC 301. Reglamento argentino de Estructuras de Acero para Edificios.		INTI	2018	2	Aula Abierta
CIRSOC 101. Reglamento argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras		INTI	2005	2	Aula Abierta
CIRSOC 102. Reglamento argentino de acción del viento sobre las construcciones		INTI	2005	2	Aula Abierta
CIRSOC 104. Reglamento argentino de acción de la nieve y		INTI	2005	2	Aula Abierta

del hielo sobre las Construcciones					
CIRSOC 601. Reglamento argentino de estructuras de madera		INTI	2013	2	Aula Abierta
Steel Structures. Design and Behaviour.	Salmon, C. G., Johnson, J. E. y Malhas, F.	Harper Collins	2009	4	----------
Estructuras metálicas. Proyecto por estados límites	Troglia, G.	ACDEC	2001	4	----------
Estructuras de acero: comportamiento y LRFD	Vinnakota, S.	McGraw Hill	2006	4	----------
Wood Engineering and Construction Handbook	Faherty, K. y Williamson, T	McGraw-Hill Education	1998	1	----------
Guía de Estudio: Método LRFD, Organización estructural, Acciones, Clasificación de secciones, Tracción, Flexión, Compresión, Solicitaciones combinadas, Cargas concentradas, Medios de unión, Estructuras de madera.	Docentes de la asignatura		2017-2023	----------	Aula Abierta
Diseño sismorresistente de construcciones de acero. 5ta Ed	Crisafulli, F. J.	Alacero	2018	----------	Aula Abierta

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