

PROGRAMA DE CURSO PROYECTO DE HORMIGÓN ARMADO

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Civil (DIC)					
Nombre del curso	Proyecto de hormigón armado	Código	CI5123	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Reinforced concrete project</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	2	Trabajo personal	5
Carácter del curso	Obligatorio	X	Electivo			
Requisitos	CI4211: Diseño sísmico de estructuras, CI4212: Diseño hormigón armado					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes apliquen los conocimientos de diseño, en el desarrollo de un proyecto real, que permita analizar y diseñar una estructura, a través de todas las etapas que contempla el diseño estructural. Asimismo, se contempla la generación de planos de diseños estructurales dentro del detallamiento de la estructura estudiada durante el semestre.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Concebir, formular y aplicar modelos para la resolución de problemas relacionados con obras y sistemas de ingeniería civil.

CE2: Interpretar y evaluar los métodos, herramientas y tecnologías utilizados y sus resultados, siendo estas computacionales, experimentales, numéricas o analíticas, en la resolución de problemas asociados a obras y sistemas de ingeniería civil.

CE4: Identificar e incorporar los elementos de incertidumbre inherentes a todo proyecto de ingeniería civil, en la concepción, diseño, ejecución y administración de los proyectos.

CEE6: Concebir, analizar, diseñar y construir infraestructura resiliente y sustentable, utilizando materiales tradicionales y nuevos.

CEE9: Desarrollar las distintas etapas de un proyecto de infraestructura, considerando factores de amenaza, riesgo y desempeño, utilizando distintas tecnologías de construcción.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE4, CEE9	RA1: Usa normativa chilena en el comportamiento de estructuras de hormigón armado y conceptos de estructuración a fin de poder concebir un modelo estructural, considerando el estado del arte del diseño sísmico.
CE1, CEE6	RA2: Concibe una estructura sismo resistente de hormigón armado, a partir de un proyecto de arquitectura, considerando criterios de estructuración y el marco normativo actual de edificios, a fin de hacer una propuesta estructural a un proyecto de edificación.
CE1, CE2	RA3: Modela su propuesta estructural, considerando criterios de estructuración de acuerdo a la normativa chilena, a fin de interpretar el comportamiento de la estructura sismo resistente de la edificación.
CE2, CE4	RA4: Diseña elementos estructurales, a partir de la interpretación de su modelo estructural, con el fin de diseñar elementos eficientes, factibles de construir, seguros y que se ajusten a la norma de un edificio.

Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	<p>RA5: Produce documentos técnicos, de carácter ingenieril (planos, cubicaciones, informes y memorias de cálculo, etc.) sobre el diseño estructural, considerando convenciones de escritura, tales como nomenclatura, formatos, convenciones gráficas con los que se reportan los diseños que dan solución específica a la estructura estudiada.</p> <p>RA6: Plantea soluciones y criterios estructurales, de forma clara, precisa y coherente, a través de una argumentación oral consistente, respaldada por conocimientos técnicos que dé cuenta de la comprensión del proceso de diseño.</p>
CG3	<p>RA7: Evalúa, de forma reflexiva, las características del problema, considerando las ventajas y alcances de las herramientas en el impacto de la propuesta de ingeniería a desarrollar y el uso de normativas disponibles para el proyecto definitivo.</p>
CG4	<p>RA8: Trabaja con su equipo, de manera organizada, considerando las capacidades y aptitudes de los miembros del equipo para cumplir con las metas planteadas, con el alcance y objetivos declarados al inicio del proyecto.</p>

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2, RA5, RA6, RA7, RA8	Criterios de estructuración	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>1.1. Criterios de estructuración en base a características de los edificios chilenos (por ejemplo, lecciones del terremoto del 2010).</p> <p>1.2. Tipos de estructuración de la edificación chilena y del mundo.</p> <p>1.3. Estado del arte en diseño.</p> <p>1.4. Bases de diseño de un edificio.</p> <p>1.5. Elementos estructurales, sistemas estructurales, estructuración, presideño de</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Identifica las distintas etapas que involucran el diseño de un edificio, desde su generación hasta su construcción. Determina los parámetros que caracterizan al edificio chileno, considerando, por ejemplo, las lecciones del terremoto 2010 y el estado de avance en el diseño actual. Determina los parámetros mínimos necesarios para generar las bases de diseño de un edificio (caracterización del suelo, identificación de la zona sísmica, elección de materiales). Se organiza con su equipo para desarrollar un 	

<p>elementos estructurales.</p> <p>1.6. Determinación de pesos y cargas.</p>	<p>proyecto, reconociendo las capacidades y aptitudes de cada uno.</p> <p>5. Concibe un prediseño de un proyecto de arquitectura inicial, considerando los parámetros generales sobre los cuales basar su estudio.</p> <p>6. Produce planos preliminares con la estructuración concebida.</p>
Bibliografía de la unidad	[1], [2], [3],[4] [6], [7],[12]

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA3, RA5, RA7, RA8	Criterios de modelación e interpretación de resultados	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1. Modelamiento estructural. Iniciación programa de modelación.</p> <p>2.2. Definición de elementos estructurales.</p> <p>2.3. Definición de cargas estáticas y cargas sísmicas.</p> <p>2.4. Criterios de modelación.</p> <p>2.5. Parámetros globales de diseño sísmico de acuerdo a norma.</p> <p>2.6. Análisis global de la estructura: interpretación de resultados y conclusiones.</p>		<p>El/la estudiante.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Genera un modelo computacional que permita determinar el diseño de los elementos del edificio. 2. Analiza las ventajas y alcances de su modelo que representa su proposición estructural. 3. Aplica normativa de diseño sísmico (NCh 433 vigente) para el diseño de los elementos del edificio. 4. Interpreta los parámetros globales del edificio, por ejemplo, factores de reducción, corte mínimo o máximo, derivas de piso. 5. Evalúa, de forma reflexiva y a partir de las iteraciones dadas, las soluciones más eficientes para los elementos estructurales. 6. Trabaja en equipo en la confección de su modelo, reflexionando de manera conjunta y consensuada la solución obtenida. 	
Bibliografía de la unidad		[1], [2] [7], [10], [12]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA4, RA5, RA6, RA7, RA8	Análisis de elementos estructurales	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Elementos estáticos y sísmicos. 3.2. Análisis de vigas estáticas y sísmicas. 3.3. Análisis de losas estáticas. 3.4. Análisis de muros sísmicos. 3.5. Análisis de fundaciones. 3.6. Aplicación de la normativa chilena y el estado del arte en el análisis sísmico.		El/la estudiante. 1. Diseña los elementos estructurales en función del resultado obtenido en el modelamiento de la estructura, utilizando normativa vigente. 2. Diseña elementos estáticos y elementos sísmicos, usando normativas vigentes. 3. Produce, con su equipo, memorias o informes de los diseños, considerando convenciones de escritura, tales como nomenclatura, formatos, unidades, entre otros. 4. Evalúa las distintas alternativas de diseño más eficientes (por ejemplo, factor de utilización).	
Bibliografía de la unidad		[1], [2], [3], [4], [5], [7], [8], [13], [14]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA4, RA5, RA6, RA7, RA8	Diseño de elementos y elaboración de documentación técnica del proyecto estructural	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Diseño de losas tradicionales. 4.2. Diseño de vigas estáticas y sísmicas. 4.3. Diseño de muros sísmicos. 4.4. Diseño de fundaciones. 4.5. Documentación ingenieril (memorias, bases de cálculo, planos, cubicaciones).		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> 1. Evalúa, de forma reflexiva, la coherencia técnica del proyecto definitivo y su solución, en sus distintos elementos que lo componen. 2. Elabora los planos que detallan el diseño de armaduras en función de los análisis y diseños finales obtenidos. 3. Elabora documentos definitivos (planos, informes y memorias), que justifiquen su propuesta final de proyecto estructural. 4. Expone y defiende, en forma oral, junto con su equipo, su proyecto estructural desarrollado durante el semestre. 	
Bibliografía de la unidad		[1] , [2] , [3] , [4], [5] , [6] , [8] , [9]	

E. Estrategias de enseñanza – aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- **Clases expositivas:** se presentan en cada sesión de clases los contenidos y el propósito de aprendizaje para la clase; los y las estudiante analizan los conceptos fundamentales tratados y luego aplica dichos aprendizajes a ejemplos nuevos o problemas que se le presentan.
- **Resolución de problemas:** a partir de ejemplos de problemas que se le presentan a los y las estudiantes analizan aspectos conceptuales y prácticos asociados al diseño o verificación de la estructura, proponiendo soluciones a los problemas que se le plantean.
- **Análisis de literatura especializada:** en el contexto de una participación activa de los y las estudiantes revisan y leen textos profesionales y normativos para extraer conceptos, y fórmulas, aplicables a la construcción y diseño de soluciones asociados al diseño de la estructura a estudiar.

Se definen al principio del semestre los grupos de trabajo y se le asignan las características del edificio y tema de estudio estructural a desarrollar.

Se presentan por capítulos los temas de estudio y estos se evalúan en base a Informes. Se

evalúan presentaciones durante el semestre del tema Estructural, siendo el examen la presentación final del proyecto.

F. Estrategias de evaluación:

Al inicio del semestre se presentarán al curso las estrategias de evaluación propuestas, indicando tipos, cantidad y ponderaciones de las evaluaciones.

Para esta propuesta se podrían considerar las siguientes instancias de evaluación:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
<ul style="list-style-type: none"> Tareas (informes donde se evalúa el trabajo en equipo, la documentación técnica exigida) 	Unidad 1: Evalúa los RA1, RA2, RA5, RA6, RA7, RA8. Unidad 2: Evalúa los RA3, RA5, RA7, RA8. Unidad 3: Evalúa los RA4, RA5, RA6, RA7, RA8. Unidad 4: Evalúa los RA4, RA5, RA6, RA7, RA8.
<ul style="list-style-type: none"> Elaboración y presentación de los planos de estructura. 	Evalúa los RA3, RA5, RA8.
<ul style="list-style-type: none"> Estado de avance (donde se evalúa cómo va el desarrollo del proyecto en cuanto a su estructuración y modelo utilizado) 	Evalúa los RA3, RA6.
<ul style="list-style-type: none"> Examen (presentación oral) 	Evalúa los RA5, RA6, RA8.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- [1] Jack Moehle, Seismic Design of Reinforced Concrete Buildings.
- [2] Paulay-Priestley, Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Building, 1991.
- [3] Bungale S Taranath, Reinforced Concrete Design of Tall Buildings, 2010
- [4] James K. Wight, Reinforced Concrete, Mechanics and Design, 7ª edición, 2015
- [5] Arthur H. Nilson, Diseño de Estructuras de Concreto.
- [6] Meli Piralla, Diseño Estructural.
- [7] Rene Lagos C., Seismic Performance of Concrete Building Chile, 16WCEE-2017.
- [8] Alfonso Larraín V., Manual Hormigón, 2ª edición.
- [9] Gerdau Aza, Manual de Armaduras de refuerzo para Hormigón.
- [10] Nch433 of 96 Mod. 2012 Diseño Sísmico de Edificios.
- [11] Farzad Naeim, The Seismic Design Handbook-Springer US (2001),
<https://www.dropbox.com/s/7yka1wftmmywlj7/The%20Seismic%20Design%20Handbook-Springer%20US%20%282001%29.pdf?dl=0>
- [12] NIST GCR 11-917-11 Rev. 1, 2014, Jack Moehle.

[13] Hahn, “Vigas continuas, pórticos y placas”, 1966 <https://www.dropbox.com/sh/n9cuy0zugzfq8zr/AABQ4PYIb7RToPeIFQ6m95Kea?dl=0>

[14] Stiglat y Wippel “PLACAS”, 1968. <https://www.dropbox.com/sh/6no0ozejq747r2j/AACsigAQgUxfPxUdP3EKI932a?dl=0>

Bibliografía complementaria:

Designing Tall Buildings Structure as Architecture, Mark Sarkisian, 2012.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde	Otoño 2021
Elaborado por:	Andrés Larraín, Tomas Yáñez, Juan Mendoza Valenzuela
Validado por:	Revisión académicos par: académicos del área de EGC CTD Ingeniería Civil
Revisado por:	Área de Gestión Curricular