

**PROGRAMA DE CURSO**  
**RIESGO EN INFRAESTRUCTURA CRÍTICA**

**A. Antecedentes generales del curso:**

Departamento	Civil					
Nombre del curso	Riesgo en Infraestructura Crítica					
Nombre del curso en inglés	<i>Risk of Critical Infrastructure</i>					
Código	CI7602	Créditos	6			
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	2	Trabajo personal	5
Carácter del curso	Obligatorio		Electivo de especialidad	X		
Requisitos	270 créditos.					

**B. Propósito del curso:**

El curso de Riesgo en Infraestructura Crítica tiene como objetivo que los estudiantes se familiaricen con los conceptos básicos de riesgo, confiabilidad y amenaza, y adquieran herramientas cuantitativas para i) identificar riesgo debido a amenazas naturales, humanas o sociales ii) evaluar impactos para escenarios de amenazas basados en modelos de pérdida simples y iii) realizar análisis de riesgo probabilístico para mostrar potencial de pérdidas o fallas en infraestructura crítica.

El curso aborda los conceptos de riesgo enfocándose en infraestructura crítica como redes de electricidad, agua, transporte, drenaje, hospitales, telecomunicaciones y combustible, para que los alumnos desarrollen la habilidad de hacer evaluaciones y análisis de riesgo.

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

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.

CE5: Administrar, operar, mantener y monitorear obras y sistemas, asegurando el mejoramiento continuo de su funcionamiento, logrando optimizar las distintas operaciones.

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.

CG6: Innovación

Concebir ideas viables y novedosas que generen valor para resolver necesidades latentes, materializadas en productos, servicios o en mejoras a procesos dentro de un sistema u

organización, considerando el contexto sociocultural y económico y los beneficios para el usuario.

### C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE4–CE5	RA1: Concluye cuándo es necesario realizar un análisis de riesgo, considerando para ello, los principios básicos de riesgo, amenazas, confiabilidad, falla, las condiciones de análisis y las diferencias entre la evaluación, administración y comunicación de riesgo.
	RA2: Elabora escenarios de amenaza basados en modelos de pérdida simples, para evaluar el impacto de ésta en la infraestructura crítica.
CE4	RA3: Maneja herramientas de evaluación de riesgo determinísticas y probabilísticas, considerando las condiciones de la amenaza y vulnerabilidad de la estructura, para cuantificar el impacto de las amenazas.
CE5	RA4: Realiza un análisis de riesgo probabilístico, con enfoque sistémico, considerando evidencias del potencial de pérdidas o fallas en infraestructura crítica frente a una amenaza natural, para proponer medidas de mitigación.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA5: Expone, en forma oral y escrita, un informe del análisis, considerando una descripción clara de las herramientas utilizadas y su justificación, interpretando de manera eficaz los resultados de dicho análisis.
CG6	RA6: Integra al análisis de riesgo una propuesta innovadora de solución y mitigación, considerando el contexto socioeconómico y el cómo mantener la infraestructura crítica operante para el usuario.

#### D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1	Principios de riesgo y confiabilidad	3 semanas
<b>Contenidos</b>		<b>Indicador de logro</b>	
1.1. Conceptos básicos de riesgo. 1.2. Identificación del riesgo. 1.3. Evaluación de riesgo. 1.4. Administración de riesgo. 1.5. Comunicación de riesgo. 1.6. Condiciones del análisis de riesgo. 1.7. Conceptos básicos de confiabilidad. 1.8. Definición de infraestructura crítica 1.9. Modelos de falla y fallas en infraestructura crítica. 1.10. Antecedentes de probabilidad.		El estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Maneja los principios básicos de riesgo, diferenciando amenaza, vulnerabilidad y probabilidad de ocurrencia.</li> <li>2. Diferencia entre la evaluación, administración y comunicación de riesgo.</li> <li>3. Utiliza las definiciones de confiabilidad, calidad, y falla para estructuras y sistemas de infraestructura crítica.</li> <li>4. Maneja los conceptos básicos de probabilidad, considerando los parámetros que definen un modelo probabilístico.</li> <li>5. Concluye cuándo se debe realizar un análisis de riesgo, a partir de las condiciones de la infraestructura crítica.</li> </ol>	
<b>Bibliografía de la unidad</b>		David J. Smith. <i>Reliability, Maintainability and Risk. Practical methods for engineers</i> . Elsevier, 8 <sup>th</sup> edition, 2011.	
Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2	Amenazas	2 semanas
<b>Contenidos</b>		<b>Indicador de logro</b>	
3.1. Identificación de amenazas. 3.2. Evaluación del impacto de una amenaza. 3.3. Vulnerabilidad. 3.4. Escenarios de pérdida. 3.5. Análisis preliminar de amenaza. 3.6. Estudio de operatividad de amenaza. 3.7. Amenazas a infraestructura crítica en Chile		Al término de la unidad el estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifica y categoriza amenazas, sus causas, efectos, nivel de riesgo y medidas de mitigación</li> <li>2. Evalúa el impacto de una amenaza, usando modelos de pérdida simple.</li> <li>3. Elabora escenarios de pérdida, considerando las características de la amenaza y de la infraestructura.</li> </ol>	
<b>Bibliografía de la unidad</b>		World Bank. <i>Urban Risk Assessments. An approach for understanding disaster &amp; climate risk in cities</i> . Finance, Economics and Urban Department, 2011.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA3	Herramientas de análisis de riesgo	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Herramientas de análisis. 4.2. Curvas de fragilidad. 4.3. Árbol de falla. 4.4. Árbol de eventos. 4.5. Análisis de causa-consecuencia. 4.6. Análisis de costo-beneficio. 4.7. Mapas de calor. 4.8. Distribuciones de probabilidad utilizadas en estudios de confiabilidad. 4.9. Análisis de escenarios probabilísticos. 4.10. Evaluación probabilística de riesgo.		Al término de la unidad el estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utiliza herramientas determinísticas y probabilísticas disponibles para evaluar riesgo</li> <li>2. Selecciona las herramientas adecuadas, considerando las condiciones de vulnerabilidad y amenaza para cuantificar el riesgo.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		Charles Yoe. <i>Principles of Risk Analysis</i> . CRC Press, Taylor & Francis Group, 2 <sup>nd</sup> edition, 2019.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA4, RA5, RA6	Análisis de riesgo en infraestructura crítica	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Infraestructura crítica y líneas de vida. 5.2. Análisis de riesgo por amenazas naturales. 5.3. Ejemplo de análisis de riesgo por amenaza sísmica.		El estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realiza un análisis probabilístico de riesgo, para infraestructura crítica, obteniendo potencial de pérdidas o fallas, de acuerdo a una amenaza dada.</li> <li>2. Analiza el riesgo de una amenaza natural en infraestructura crítica, utilizando herramientas determinísticas y probabilísticas.</li> <li>3. Integra al análisis de riesgo una propuesta innovadora de solución y mitigación, considerando el contexto socioeconómico.</li> <li>4. Propone medidas para mantener la infraestructura crítica operante para el usuario.</li> <li>5. Expone en forma oral y escrita un informe del análisis, considerando en la entrega de sus resultados una descripción clara de las herramientas utilizadas, con su respectiva justificación.</li> <li>6. Interpreta de manera eficaz los resultados de su análisis de riesgo.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		Diferentes artículos académicos (e.g., Abrahamson, N. (2000). State of the practice of seismic hazard evaluation. ISRM International Symposium, 19-24 November, Melbourne, Australia.)	

#### F. Estrategias de enseñanza:

La metodología de enseñanza considera:

- Clases expositivas.
- Aprendizaje basado en proyecto.
- Análisis de caso.
- Resolución de cuestionarios y ejercicios en clase que contribuirán a resolver un proyecto de análisis de casos especiales.

## G. Estrategias de evaluación:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ejercicios breves durante la clase</li> </ul>	Evalúa el RA1, RA2 y RA3
<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuestionarios breves o quiz al inicio de la clase para evaluar los aprendizajes de las clases anteriores</li> </ul>	Evalúa los RA1, RA2, RA3
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proyecto (análisis de riesgo)</li> </ul>	Evalúa los RA4, RA5, RA6

La ponderación de la calificación final considera: trabajos personales con un 60% de la nota final y un proyecto con un 40% de ponderación.

El trabajo personal será evaluado considerando los cuestionarios y ejercicios realizados en clase

Se asignará un proyecto por parejas en el que deberán analizar el riesgo de infraestructura crítica frente a una amenaza natural. El proyecto consistirá en la solución del problema y una presentación frente al grupo.

## H. Recursos bibliográficos:

### Bibliografía obligatoria:

- David J. Smith. Reliability, Maintainability and Risk. Practical methods for engineers. Elsevier, 8th edition, 2011.
- World Bank. Urban Risk Assessments. An approach for understanding disaster & climate risk in cities. Finance, Economics and Urban Department, 2011.
- Charles Yoe. Principles of Risk Analysis. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2nd edition, 2019.
- Norman Abrahamson. State of the practice of seismic hazard evaluation. ISRM International Symposium, 19-24 November, Melbourne, Australia, 2000.

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

Vigencia desde:	2019
Elaborado por:	Yolanda Alberto
Validado por:	CTD de Civil
Revisado por:	Área de Gestión Curricular