



Nombre de la materia: Evaluación del ciclo de vida
Clave de la materia: 76989
Tipo de materia: Optativa
Créditos:
Fecha última de Revisión Curricular: Septiembre 2020
Materia y clave de la materia requisito: Ninguna

A) NOMBRE DEL CURSO: EVALUACIÓN DEL CICLO DE VIDA

Programa Sintético				
Evaluación del ciclo de vida				
Información general				
Tipo de propuesta curricular:	Nueva creación	<input checked="" type="checkbox"/>	Reestructuración	Ajuste
Tipo de materia:	Obligatorio	<input type="checkbox"/>	Optativa	<input checked="" type="checkbox"/> Complementaria
Materia compartida con otro PE o entidad académica	<input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Sí ¿Con qué PE se comparte? _____ ¿De qué semestre? _____ ¿De qué entidad académica? _____			
Elaborado por:	Madigan Martínez Parga Méndez			
Revisado por:				
Semestre	Horas de teoría por semana	Horas de práctica por semana	Horas trabajo adicional estudiante por semana	Créditos
	3	1	1	6
Objetivo general	Proporcionar al estudiante las herramientas y conocimientos que le permitan realizar el análisis de ciclo de vida de un producto o proceso, para contribuir en la solución de problemas ambientales, basado en el desarrollo de casos de estudio.			

Programa Sintético	
Objetivo específico	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar al alumno los conceptos básicos del análisis de ciclos de vida para identificar las diferentes etapas • Identificar y explicar los conceptos de la sustentabilidad en el diseño. • Desarrollar el alcance y objetivo de un caso de estudio de análisis de ciclo de vida. • Detectar casos de estudios donde se comprendan la integración del diseño en el hábitat del hombre. • Desarrollar el análisis de inventario de un caso de estudio de análisis de ciclo de vida. • Desarrollar la evaluación del impacto ambiental de un caso de estudio de análisis de ciclo de vida • Desarrollar la Interpretación de los resultados de un caso de estudio de análisis de ciclo de vida.
Competencia (s) profesional(es) específica(s) a la(s) que contribuye a desarrollar la materia	<ul style="list-style-type: none"> • Problematizar: Analizar con sentido crítico los problemas de la relación psicofísica entre el hombre y el objeto en diferentes contextos de uso. • Especificar: Precisar las características del objeto y procesos de diseño en lo físico, perceptual, simbólico y ambiental • Gestionar: Innovar tanto en lo incremental como en lo radical, los objetos y procesos del diseño industrial.
Desempeños de la competencia profesional específica a los que contribuye a desarrollar la materia	<ul style="list-style-type: none"> • Encontrar soluciones prácticas para desarrollar proyectos implementando el análisis de ciclo de vida en ellos para así poder reducir los problemas ecológicos y ambientales urbanos. • Aplicar temas y principios a los estudios ecológicos, urbanísticos y de construcción para la evaluación del ciclo de vida. • Desarrollar los conocimientos y habilidades que les permitan realizar propuestas de análisis de ciclo de vida en estructuras y productos con el empleo de criterios bioambientales, verdes, sustentables, orientados al manejo eficiente de recursos como el agua, la energía o los materiales y recursos, entre otros.
Competencia (s) profesional(es) transversal(es) a la(s) que contribuye a desarrollar la materia	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidades de pensamiento complejo que permitan aprender a aprender y adaptarse a los requerimientos del contexto cambiante • Responsabilidad social y sustentabilidad: Contribuir activamente en la identificación y solución de las problemáticas de la sustentabilidad social, económica, política y ambiental • Criterios, normas y principios necesarios para afrontar las disyuntivas y dilemas propios de su inserción en el mundo social y productivo.

Programa Sintético		
Unidades	Unidades	Contenido
	1. Introducción al análisis del ciclo de vida y sostenibilidad	Introducción al análisis del ciclo de vida Evaluación ambiental de procesos y productos. Análisis del ciclo de vida
	2. Aplicación de análisis del ciclo de vida	Herramientas para la aplicación análisis del ciclo de vida Presentación de herramienta informática Ejemplo de aplicación de la herramienta informática
	3. Ejemplos de evaluación ambiental de infraestructuras	Pavimentos en zonas de baja intensidad de tráfico (industriales y urbanos) Otros ejemplos de la literatura
	4. Evaluación de la sostenibilidad. Decisiones multicriterio	Parámetros para la evaluación de la sostenibilidad Ejemplos de parámetros en infraestructuras
	5. Análisis de valor y teoría de la utilidad multiatributo	Antecedentes, elementos y tipos de decisión Selección de variables y jerarquización Métodos de ponderación Métodos de valoración, agregación y decisión
	6. Modelos de Evaluación de la Sostenibilidad	Planteamiento general de modelos abiertos Ponderación, valoración y agregación Análisis de resultados Planteamiento probabilista
	7. Herramienta abierta para la Evaluación de la Sostenibilidad	Introducción a la herramienta Procedimiento de utilización Información y resultados
	8. Ejemplos de evaluación de la sostenibilidad de infraestructuras	Tuberías de saneamiento Estructuras de hormigón (anexo 13 de la EHE-O8) Otros ejemplos

Programa Sintético			
Método y practica	Método	La exposición del profesor con métodos audiovisuales, en aulas equipadas con equipo de computación software y hardware. El profesor proporcionará la bibliografía y temas desde el inicio del curso.	
	Prácticas		
Método de evaluación	Examen parcial	20%	Examen parcial de la Unidad 1 y 2
		20%	Examen parcial de la Unidad 3 a 5
		20%	Examen parcial de la Unidad 6 a 8
		40%	Presentación final de análisis de caso
	Examen final	El examen final consistirá en la elaboración de una investigación donde se evaluará la eficiencia de un edificio según los temas vistos en el curso. Tal evaluación tendrá una ponderación del 40% de la calificación final de la materia.	
Otras actividades			

Bibliografía y recursos digitales	Bibliografía	
		<p>Balkema, A. J., Preisig, H. A., Otterpohl, R., & Lambert, F. J. . (2002). Indicators for the sustainability assessment of wastewater treatment systems. <i>Urban Water</i>, 4(2), 153–161. doi:10.1016/s1462-0758(02)00014-6</p> <p>Campos-Guzmán, V., García-Cáscales, M. S., Espinosa, N., & Urbina, A. (2019). Life Cycle Analysis with Multi-Criteria Decision Making: A review of approaches for the sustainability evaluation of renewable energy technologies. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i>, 104, 343–366. doi:10.1016/j.rser.2019.01.031</p> <p>Carlos Romero. Análisis de las Decisiones Multicriterio. Primera edición. Madrid: Isdefe - Ingeniería de Sistemas, 1996. ISBN 84-89338-14-0.</p> <p>DONG, C., ZHANG, C., & WANG, B. (2003). Integration of Green Quality Function Deployment and Fuzzy Multi-Attribute Utility Theory - Based Cost Estimation for Environmentally Conscious Product Development. <i>International Journal of Environmentally Conscious Design & Manufacturing</i>, 11(1), 12–28.</p> <p>European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability. International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. First edition. Luxembourg.: Publications Office of the European Union, 2010. ISBN 978-92-79-19092-6.</p> <p>Geneletti, D., & Ferretti, V. (n.d.). Multicriteria analysis for sustainability assessment: concepts and case studies. <i>Handbook of Sustainability Assessment</i>, 235–264. doi:10.4337/9781783471379.00019</p> <p>Gervásio, H., & Simões da Silva, L. (2012). A probabilistic decision-making approach for the sustainable assessment of infrastructures. <i>Expert Systems with Applications</i>, 39(8), 7121–7131. doi:10.1016/j.eswa.2012.01.032</p> <p>Gjorv, O. E. (2018). Concrete Technology for a Sustainable Development in the 21st Century. In <i>Concrete</i></p>

Programa Sintético

		<p>Technology for a Sustainable Development in the 21st Century. https://doi.org/10.1201/9781482272215</p> <p>Halog, A., & Manik, Y. (2011). Advancing Integrated Systems Modelling Framework for Life Cycle Sustainability Assessment. <i>Sustainability</i>, 3(2), 469–499. doi:10.3390/su3020469</p> <p>Hauschild, M. Z., Goedkoop, M., Guinée, J., Heijungs, R., Huijbregts, M., Joliet, O., ... Pant, R. (2012). Identifying best existing practice for characterization modeling in life cycle impact assessment. <i>The International Journal of Life Cycle Assessment</i>, 18(3), 683–697. doi:10.1007/s11367-012-0489-5</p> <p>Heijungs, R., Huppes, G., & Guinée, J. B. (2010). Life cycle assessment and sustainability analysis of products, materials and technologies. Toward a scientific framework for sustainability life cycle analysis. <i>Polymer Degradation and Stability</i>, 95(3), 422–428. doi:10.1016/j.polymdegradstab.2009.11.</p> <p>ILCD (International Reference Life Cycle Data System) handbook. General guide for Life Cycle Assessment-Detailed guidance.</p> <p>Inyim, P., Pereyra, J., Bienvenu, M., & Mostafavi, A. (2016). Environmental assessment of pavement infrastructure: A systematic review. <i>Journal of Environmental Management</i>, 176, 128–138. doi:10.1016/j.jenvman.2016.03.042</p> <p>ISO 14040:2006 NMX-SAA-14044-IMCN-2008. Gestión Ambiental-Análisis de Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia.</p> <p>ISO 14044:2006 NMX-SAA-14044-IMCN-2008. Gestión Ambiental-Análisis de Ciclo de Vida. Requisitos y Directrices. Geotermia (2011). Centro de Investigación en Energía, UNAM.</p> <p>Jayal, A. D., Badurdeen, F., Dillon, O. W., & Jawahir, I. S. (2010). Sustainable manufacturing: Modeling and optimization challenges at the product, process and</p>
--	--	--

Programa Sintético

- system levels. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2(3), 144–152. doi:10.1016/j.cirpj.2010.03.006
- Kloepffer, W. (2008). Life cycle sustainability assessment of products. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 13(2), 89–95. doi:10.1065/lca2008.02.376
- Lundie, S., Peters, G. M., & Beavis, P. C. (2004). Life Cycle Assessment for Sustainable Metropolitan Water Systems Planning. *Environmental Science & Technology*, 38(13), 3465–3473. doi:10.1021/es034206m
- Mark Goedkoop, An De Schryver, Michiel Oele, Sipke Durksz y Douwe de Roest. *SimaPro 7 - Introduction into LCA. Report version 4.5. Amersfoort, Holanda: Pré Consultants, 2010.*
- Mark Goedkoop, An De Schryver, Michiel Oele, Douwe de Roest, Marisa Vieira y Sipke Durksz. *SimaPro 7*
- Moretti, L., Di Mascio, P., & D'Andrea, A. (2013). Environmental Impact Assessment of Road Asphalt Pavements. *Modern Applied Science*, 7(11). doi:10.5539/mas.v7n11p1
- Mulder, K. Desarrollo sostenible para ingenieros [en línea]. Reimpresión de la primera edición. Barcelona: Edicions UPC, 2007 [Consulta: 22/09/2016]. Disponible a: <<http://hdl.handle.net/2099.3/36831>>. ISBN 9788483018927.
- Navarro, I. J., Yepes, V., & Martí, J. V. (2019). A Review of Multicriteria Assessment Techniques Applied to Sustainable Infrastructure Design. *Advances in Civil Engineering*, 2019, 1–16. doi:10.1155/2019/6134803
- Ross, A. M. (2006). *Managing Unarticulated Value: Changeability in Multi-Attribute Tradespace Exploration.*
- Sakai, K., & Noguchi, T. (2012). The Sustainable Use of Concrete. In *The Sustainable Use of Concrete.*

Programa Sintético		
		<p>https://doi.org/10.1201/b12355</p> <p>Scientific Applications International Corporation (SAIC). Life cycle assessment principles and practice. Reston, VA, Estados Unidos, 2006.</p> <p>Sergio Barba-Romero Casillas y Jean-Charles Pomerol. Multicriterion Decision in Management: Principles and Practice.</p> <p>Sahely, H. R., Kennedy, C. A., & Adams, B. J. (2005). Developing sustainability criteria for urban infrastructure systems. Canadian Journal of Civil Engineering, 32(1), 72–85. doi:10.1139/I04-072</p> <p>Softcover reprint of the original 1st ed. 2000. Springer, 2012. ISBN 978-1461370086.</p> <p>World Commission on Environment and Development. Our common future. Oxford: Oxford University, 1987. ISBN 019282080X.</p> <p>Zoccali, P., Moretti, L., Di Mascio, P., Loprencipe, G., D'Andrea, A., Bonin, G., ... Caro, S. (2018). Analysis of natural stone block pavements in urban shared areas. Case Studies in Construction Materials, 8, 498–506. doi:10.1016/j.cscm.2018.04.004</p>
	Recursos digitales	<p>Proyecto sobre cultura y sustentabilidad en Iberoamérica http://www.oei.es/icsi/documentos.htm</p> <p>Derechos culturales y derechos de propiedad intelectual http://www.biotech.bioetica.org/docta5.htm</p> <p>Patrimonio cultural, valoración de bienes muebles y sustentabilidad http://espanol.geocities.com/kolodion/patri_asp_econom.pdf</p>

B) CONTENIDOS Y MÉTODOS POR UNIDADES Y TEMAS

Unidad 1. Introducción al análisis del ciclo de vida y sostenibilidad		6h
Tema 1.1 Introducción al análisis del ciclo de vida		3h
Subtema	1.1.1 Introducción	

	<ul style="list-style-type: none"> 1.1.2 Desarrollo Sostenible Y Sostenibilidad <ul style="list-style-type: none"> 1.1.2.1. Antecedentes Y Desarrollo Histórico 1.1.2.2. Aplicación al sector de la construcción e infraestructuras 1.1.3 Ciclo de vida de procesos y productos <ul style="list-style-type: none"> 1.1.3.1. Relevancia del concepto 1.1.3.2. Aplicación a infraestructuras 	
Tema 1.2 Evaluación ambiental de procesos y productos. Análisis del ciclo de vida		3h
Subtema	<ul style="list-style-type: none"> 1.2.1 Definición de análisis de ciclo de vida 1.2.2 Etapas principales 1.2.3 Diagrama de flujo e inventario de ciclo de vida. <ul style="list-style-type: none"> 1.2.3.1. Asignación de impactos 1.2.4 Evaluación de impactos de ciclo de vida <ul style="list-style-type: none"> 1.2.4.1. Clasificación. Categorías de impacto 1.2.4.2. Caracterización 1.2.4.3. Normalización, agrupación y ponderación 1.2.4.4. Tipos de modelos y metodologías 1.2.5 Huellas de carbono y de agua <ul style="list-style-type: none"> 1.2.5.1. Huella de Carbono 1.2.5.2. Huella de Agua 	

Bibliografía y recursos digitales	Bibliografía	<p>1.1 Introducción al análisis del ciclo de vida</p> <p>ISO 14040:2006 NMX-SAA-14044-IMCN-2008. Gestión Ambiental-Análisis de Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia.</p> <p>ISO 14044:2006 NMX-SAA-14044-IMCN-2008. Gestión Ambiental-Análisis de Ciclo de Vida. Requisitos y Directrices. Geotermia (2011). Centro de Investigación en Energía, UNAM</p> <p>ILCD (International Reference Life Cycle Data System) handbook. General guide for Life Cycle Assessment-Detailed guidance.</p> <p>Mulder, K. Desarrollo sostenible para ingenieros [en línea]. Reimpresión de la primera edición. Barcelona: Edicions UPC, 2007 [Consulta: 22/09/2016]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36831>. ISBN 9788483018927.</p>
	Recursos digitales	<p>1.2 Evaluación ambiental de procesos y productos. Análisis del ciclo de vida</p> <p>European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability. International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. First edition. Luxembourg.: Publications Office of the European Union, 2010. ISBN 978-92-79-19092-6.</p>
Métodos de enseñanza	<p>La exposición del profesor con métodos audiovisuales, en aulas equipadas con equipo de computación software y hardware,</p> <p>El profesor proporcionará la bibliografía y temas desde el inicio del curso.</p> <p>Se determinará un objeto de estudio como proyecto de aplicación en SIG y SIU que se revisará según avances programáticos por el responsable del curso.</p>	
Actividades de aprendizaje	<p>Integración de equipos de trabajo</p> <p>Elaboración de un reporte que aplique las herramientas de SIG en su ejercicio de taller de síntesis</p> <p>Trabajo en ambientes virtuales (plataformas y demostraciones rápidas)</p>	

Unidad 2. Aplicación de análisis del ciclo de vida		6h
Tema 2.1 Herramientas para la aplicación análisis del ciclo de vida		2h
Subtema	2.1.1 Herramientas informáticas y bases de datos 2.1.2 Bases de datos	
Tema 2.2 Presentación de herramienta informática		2h
Subtema	2.2.1 Antecedentes 2.2.2 Principales bases de datos 2.2.3. Metodologías de impactos 2.2.4. Interfaz con el usuario	
Tema 2.3 Ejemplo de aplicación de la herramienta informática		2h
Subtema	2.3.1 Objetivos y alcance 2.3.2 Introducción de datos del inventario 2.3.3 Creación de montajes y de ciclos de vida de las fases del proceso o producto 2.3.4 Presentación e interpretación de resultados. Análisis y comparación	
Bibliografía y recursos digitales	Bibliografía	<p>2.1 Herramientas para la aplicación análisis del ciclo de vida Softcover reprint of the original 1st ed. 2000. Springer, 2012. ISBN 978-1461370086.</p> <p>Mark Goedkoop, An De Schryver, Michiel Oele, Sipke Durksz y Douwe de Roest. SimaPro 7 - Introduction into LCA. Report version 4.5. Amersfoort, Holanda: Pré Consultants, 2010.</p> <p>Mark Goedkoop, An De Schryver, Michiel Oele, Douwe de Roest, Marisa Vieira y Sipke Durksz. SimaPro 7 Tutorial. Report version 3.5. Amersfoort, Holanda: Pré Consultants, 2010.</p>
	Recursos digitales	<p>2.3 Ejemplo de aplicación de la herramienta informática labein-tecnalia - UPV-EHU - UPC. La medida de la sostenibilidad en edificación industrial - Modelo Integrado de Valor de Edificios Sostenibles (MIVES). 1ª Edición. Bilbao: Eduardo Roji - coordinador, 2006. ISBN 84-690-2629-1.</p>

Métodos de enseñanza	<p>La exposición del profesor con métodos audiovisuales, en aulas equipadas con equipo de computación software y hardware,</p> <p>El profesor proporcionará la bibliografía y temas desde el inicio del curso.</p> <p>Se determinará un objeto de estudio como proyecto de aplicación en SIG y SIU que se revisará según avances programáticos por el responsable del curso.</p>
Actividades de aprendizaje	<p>Integración de equipos de trabajo</p> <p>Elaboración de un reporte que aplique las herramientas de SIG en su ejercicio de taller de síntesis</p> <p>Trabajo en ambientes virtuales (plataformas y demostraciones rápidas)</p>

Unidad 3. Ejemplos de evaluación ambiental de infraestructuras		6h
Tema 3.1 Pavimentos en zonas de baja intensidad de tráfico (industriales y urbanos)		3h
Subtema	<p>3.1.1 Planteamiento y antecedentes. Metodología aplicada</p> <p>3.1.2 Objetivos, unidad funcional y límites del sistema</p> <p>3.1.3 Inventario del ciclo de vida</p> <p>3.1.4 Evaluación de impactos</p> <p>3.1.5 Resultados y análisis</p>	
Tema 3.2 Otros ejemplos de la literatura		3h
Subtema	<p>3.2.1 Traviesas de ferrocarril</p> <p>3.2.2 Redes de saneamiento urbanas</p> <p>3.2.3 Pavimentos de carreteras</p> <p>3.2.4 Puentes</p>	

Bibliografía y recursos digitales	Bibliografía	<p>3. Ejemplos de evaluación ambiental de infraestructuras</p> <p>Mulder, K. Desarrollo sostenible para ingenieros [en línea]. Reimpresión de la primera edición. Barcelona: Edicions UPC, 2007 [Consulta: 22/09/2016]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36831>. ISBN 9788483018927.</p> <p>Scientific Applications International Corporation (SAIC). Life cycle assessment principles and practice. Reston, VA, Estados Unidos, 2006.</p> <p>3.1 Pavimentos en zonas de baja intensidad de tráfico (industriales y urbanos)</p> <p>Moretti, L., Di Mascio, P., & D'Andrea, A. (2013). Environmental Impact Assessment of Road Asphalt Pavements. <i>Modern Applied Science</i>, 7(11). doi:10.5539/mas.v7n11p1</p> <p>Zoccali, P., Moretti, L., Di Mascio, P., Loprencipe, G., D'Andrea, A., Bonin, G., ... Caro, S. (2018). Analysis of natural stone block pavements in urban shared areas. <i>Case Studies in Construction Materials</i>, 8, 498–506. doi:10.1016/j.cscm.2018.04.004</p> <p>3.2 Otros ejemplos de la literatura</p> <p>Inyim, P., Pereyra, J., Bienvenu, M., & Mostafavi, A. (2016). Environmental assessment of pavement infrastructure: A systematic review. <i>Journal of Environmental Management</i>, 176, 128–138. doi:10.1016/j.jenvman.2016.03.042</p>
	Recursos digitales	
Métodos de enseñanza	<p>La exposición del profesor con métodos audiovisuales, en aulas equipadas con equipo de computación software y hardware,</p> <p>El profesor proporcionará la bibliografía y temas desde el inicio del curso.</p> <p>Se determinará un objeto de estudio como proyecto de aplicación en SIG y SIU que se revisará según avances programáticos por el responsable del curso.</p>	

Actividades de aprendizaje	Integración de equipos de trabajo Elaboración de un reporte que aplique las herramientas de SIG en su ejercicio de taller de síntesis Trabajo en ambientes virtuales (plataformas y demostraciones rápidas)
-----------------------------------	---

Unidad 4. Evaluación de la sostenibilidad. Decisiones multicriterio		6h
Tema 4.1 Parámetros para la evaluación de la sostenibilidad		3h
Subtema	4.1.1 Tipos de parámetros 4.1.2 Planteamientos determinista y probabilista 4.1.3 Necesidad de metodologías de decisión multicriterio 4.1.4 Modelos abiertos y modelos cerrados	
Tema 4.2 Ejemplos de parámetros en infraestructuras		3h
Subtema	4.2.1 Pilar ambiental 4.2.2 Pilar económico 4.2.3 Pilar social 4.2.4. Otros parámetros	
Bibliografía y recursos digitales	Bibliografía	<p>4.1 Parámetros para la evaluación de la sostenibilidad</p> <p>Campos-Guzmán, V., García-Cáscales, M. S., Espinosa, N., & Urbina, A. (2019). Life Cycle Analysis with Multi-Criteria Decision Making: A review of approaches for the sustainability evaluation of renewable energy technologies. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i>, 104, 343–366. doi:10.1016/j.rser.2019.01.031</p> <p>Carlos Romero. <i>Análisis de las Decisiones Multicriterio</i>. Primera edición. Madrid: Isdefe - Ingeniería de Sistemas, 1996. ISBN 84-89338-14-0.</p> <p>Geneletti, D., & Ferretti, V. (n.d.). Multicriteria analysis for sustainability assessment: concepts and case studies. <i>Handbook of Sustainability Assessment</i>, 235–264. doi:10.4337/9781783471379.00019</p> <p>Halog, A., & Manik, Y. (2011). Advancing Integrated Systems Modelling Framework for Life Cycle Sustainability Assessment. <i>Sustainability</i>, 3(2), 469–499. doi:10.3390/su3020469</p>

		<p>Mark Goedkoop, An De Schryver, Michiel Oele, Sipke Durksz y Douwe de Roest. SimaPro 7 - Introduction into LCA. Report version 4.5. Amersfoort, Holanda: Pré Consultants, 2010.</p> <p>Mark Goedkoop, An De Schryver, Michiel Oele, Douwe de Roest, Marisa Vieira y Sipke Durksz. SimaPro 7 Tutorial. Report version 3.5. Amersfoort, Holanda: Pré Consultants, 2010.</p> <p>Sergio Barba-Romero Casillas y Jean-Charles Pomerol. Multicriterion Decision in Management: Principles and Practice.</p> <p>4.2 Ejemplos de parámetros en infraestructuras</p> <p>Gervásio, H., & Simões da Silva, L. (2012). A probabilistic decision-making approach for the sustainable assessment of infrastructures. <i>Expert Systems with Applications</i>, 39(8), 7121–7131. doi:10.1016/j.eswa.2012.01.032</p> <p>Navarro, I. J., Yepes, V., & Martí, J. V. (2019). A Review of Multicriteria Assessment Techniques Applied to Sustainable Infrastructure Design. <i>Advances in Civil Engineering</i>, 2019, 1–16. doi:10.1155/2019/6134803</p> <p>Sahely, H. R., Kennedy, C. A., & Adams, B. J. (2005). Developing sustainability criteria for urban infrastructure systems. <i>Canadian Journal of Civil Engineering</i>, 32(1), 72–85. doi:10.1139/104-072</p>
	Recursos digitales	
Métodos de enseñanza	<p>La exposición del profesor con métodos audiovisuales, en aulas equipadas con equipo de computación software y hardware,</p> <p>El profesor proporcionará la bibliografía y temas desde el inicio del curso.</p> <p>Se determinará un objeto de estudio como proyecto de aplicación en SIG y SIU que se revisará según avances programáticos por el responsable del curso.</p>	
Actividades de aprendizaje	<p>Integración de equipos de trabajo</p>	

	<p>Elaboración de un reporte que aplique las herramientas de SIG en su ejercicio de taller de síntesis</p> <p>Trabajo en ambientes virtuales (plataformas y demostraciones rápidas)</p>
--	---

Unidad 5. Análisis de valor y teoría de la utilidad multiatributo		6h
Tema 5.1 Antecedentes, elementos y tipos de decisión		2h
Subtema	<p>5.1.1 Antecedentes y planteamiento</p> <p>5.1.2 Estructura y terminología</p> <p>5.1.3 Clasificación de métodos</p>	
Tema 5.2 Selección de variables y jerarquización		1h
Subtema	<p>5.2.1 Características de las variables</p> <p>5.2.2 Estructura de las variables. Árbol de requerimientos</p>	
Tema 5.3 Métodos de ponderación		1h
Subtema	<p>5.3.1 Planteamiento</p> <p>5.3.2 Métodos directo, ordinales, cardinales y por comparación</p> <p>5.3.3 Análisis jerárquico analítico</p>	
Tema 5.4 Métodos de valoración, agregación y decisión		2h
Subtema	<p>5.4.1 Funciones de valor</p> <p>5.4.2 Métodos de agregación</p> <p>5.4.3 Técnicas de decisión multiatributo</p>	

Bibliografía y recursos digitales	Bibliografía	<p>5. Análisis de valor y teoría de la utilidad multiatributo</p> <p>Dong, C., Zhang, C., & Wang, B. (2003). Integration of Green Quality Function Deployment and Fuzzy Multi-Attribute Utility Theory - Based Cost Estimation for Environmentally Conscious Product Development. International Journal of Environmentally Conscious Design & Manufacturing, 11(1), 12–28.</p> <p>Mark Goedkoop, An De Schryver, Michiel Oele, Sipke Durksz y Douwe de Roest. SimaPro 7 - Introduction into LCA. Report version 4.5. Amersfoort, Holanda: Pré Consultants, 2010.</p> <p>Mark Goedkoop, An De Schryver, Michiel Oele, Douwe de Roest, Marisa Vieira y Sipke Durksz. SimaPro 7 Tutorial. Report version 3.5. Amersfoort, Holanda: Pré Consultants, 2010.</p> <p>Ross, A. M. (2006). Managing Unarticulated Value: Changeability in Multi-Attribute Tradespace Exploration.</p>
	Recursos digitales	
Métodos de enseñanza	<p>La exposición del profesor con métodos audiovisuales, en aulas equipadas con equipo de computación software y hardware, El profesor proporcionará la bibliografía y temas desde el inicio del curso. Se determinará un objeto de estudio como proyecto de aplicación en SIG y SIU que se revisará según avances programáticos por el responsable del curso.</p>	
Actividades de aprendizaje	<p>Integración de equipos de trabajo Elaboración de un reporte que aplique las herramientas de SIG en su ejercicio de taller de síntesis Trabajo en ambientes virtuales (plataformas y demostraciones rápidas)</p>	

Unidad 6. Modelos de Evaluación de la Sostenibilidad		6h
Tema 6.1 Planteamiento general de modelos abiertos		2h
Subtema	<p>6.1.1 Árbol de requerimientos 6.1.2 Componentes 6.1.3 Ciclo de vida</p>	

Tema 6.2 Ponderación, valoración y agregación		2h
Subtema	6.2.1 Ponderación directa y comparación por pares 6.2.2 Funciones de valor 6.2.3 Procedimiento de agregación	
Tema 6.3 Análisis de resultados		1h
Subtema	6.3.1 Criterios de selección 6.3.2 Matrices de variación relativa	
Tema 6.4 Planteamiento probabilista		1h
Subtema	6.4.1 Procedimiento 6.4.2 Resultados	
Bibliografía y recursos digitales	Bibliografía	<p>6.1 Planteamiento general de modelos abiertos</p> <p>Jayal, A. D., Badurdeen, F., Dillon, O. W., & Jawahir, I. S. (2010). Sustainable manufacturing: Modeling and optimization challenges at the product, process and system levels. <i>CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology</i>, 2(3), 144–152. doi:10.1016/j.cirpj.2010.03.006</p> <p>Hauschild, M. Z., Goedkoop, M., Guinée, J., Heijungs, R., Huijbregts, M., Jolliet, O., ... Pant, R. (2012). Identifying best existing practice for characterization modeling in life cycle impact assessment. <i>The International Journal of Life Cycle Assessment</i>, 18(3), 683–697. doi:10.1007/s11367-012-0489-5</p> <p>Heijungs, R., Huppes, G., & Guinée, J. B. (2010). Life cycle assessment and sustainability analysis of products, materials and technologies. Toward a scientific framework for sustainability life cycle analysis. <i>Polymer Degradation and Stability</i>, 95(3), 422–428. doi:10.1016/j.polymdegradstab.2009.11.</p>
	Recursos digitales	
Métodos de enseñanza	La exposición del profesor con métodos audiovisuales, en aulas equipadas con equipo de computación software y hardware, El profesor proporcionará la bibliografía y temas desde el inicio del curso. Se determinará un objeto de estudio como proyecto de aplicación en SIG y SIU que se revisará según avances programáticos por el responsable del curso.	

Actividades de aprendizaje	Integración de equipos de trabajo Elaboración de un reporte que aplique las herramientas de SIG en su ejercicio de taller de síntesis Trabajo en ambientes virtuales (plataformas y demostraciones rápidas)
-----------------------------------	---

Unidad 7. Herramienta abierta para la Evaluación de la Sostenibilidad		6h
Tema 7.1 Introducción a la herramienta		1h
Subtema	7.1.1 Estructura y acceso a la aplicación	
Tema 7.2 Procedimiento de utilización		2h
Subtema	7.2.1 Módulos e interfaces entre los mismos 7.2.2 Módulo programador 7.2.3 Módulo usuario 7.2.4 Módulo reporte	
Tema 7.3 Información y resultados		3h
Subtema	7.3.1 Salida de información 7.3.2 Resultados 7.3.3 Análisis	
Bibliografía y recursos digitales	Bibliografía	<p>7. Herramienta abierta para la Evaluación de la Sostenibilidad</p> <p>Kloepffer, W. (2008). Life cycle sustainability assessment of products. <i>The International Journal of Life Cycle Assessment</i>, 13(2), 89–95. doi:10.1065/lca2008.02.376</p> <p>Mark Goedkoop, An De Schryver, Michiel Oele, Sipke Durksz y Douwe de Roest. <i>SimaPro 7 - Introduction into LCA. Report version 4.5</i>. Amersfoort, Holanda: Pré Consultants, 2010.</p> <p>Mark Goedkoop, An De Schryver, Michiel Oele, Douwe de Roest, Marisa Vieira y Sipke Durksz. <i>SimaPro 7 Tutorial. Report version 3.5</i>. Amersfoort, Holanda: Pré Consultants, 2010.</p> <p>ILCD (International Reference Life Cycle Data System) handbook. General guide for Life Cycle Assessment-Detailed guidance.</p>
	Recursos digitales	

Unidad 8. Ejemplos de evaluación de la sostenibilidad de infraestructuras		6h
Tema 8.1 Tuberías de saneamiento		2h
Subtema	8.1.1 Planteamiento y antecedentes. Metodología aplicada 8.1.2 Árbol de requerimientos 8.1.3 Ponderación 8.1.4 Funciones de valor 8.1.5 Alternativas 8.1.6 Resultados y análisis	
Tema 8.2 Estructuras de hormigón (anejo 13 de la EHE-O8)		2h
Subtema	8.2.1 Planteamiento y antecedentes. Metodología aplicada 8.2.2 Árbol de requerimientos 8.2.3 Funciones de valor 8.2.4 Índice de sostenibilidad 8.2.5. Planteamiento probabilista	
Tema 8.3 Otros ejemplos		2h
Subtema	8.3.1 Pavimentos industriales de hormigón 8.3.2 Infraestructuras de aprovechamiento de aguas pluviales 8.3.3 Infraestructuras de movilidad eléctrica	

Bibliografía y recursos digitales	Bibliografía	<p>8.1 Tuberías de saneamiento</p> <p>Balkema, A. J., Preisig, H. A., Otterpohl, R., & Lambert, F. J. . (2002). Indicators for the sustainability assessment of wastewater treatment systems. <i>Urban Water</i>, 4(2), 153–161. doi:10.1016/s1462-0758(02)00014-6</p> <p>Lundie, S., Peters, G. M., & Beavis, P. C. (2004). Life Cycle Assessment for Sustainable Metropolitan Water Systems Planning. <i>Environmental Science & Technology</i>, 38(13), 3465–3473. doi:10.1021/es034206m</p> <p>8.2 Estructuras de hormigón (anejo 13 de la EHE-O8)</p> <p>Gjorv, O. E. (2018). Concrete Technology for a Sustainable Development in the 21st Century. In <i>Concrete Technology for a Sustainable Development in the 21st Century</i>. https://doi.org/10.1201/9781482272215</p> <p>Sakai, K., & Noguchi, T. (2012). The Sustainable Use of Concrete. In <i>The Sustainable Use of Concrete</i>. https://doi.org/10.1201/b12355</p>
	Recursos digitales	
Métodos de enseñanza	<p>La exposición del profesor con métodos audiovisuales, en aulas equipadas con equipo de computación software y hardware, El profesor proporcionará la bibliografía y temas desde el inicio del curso. Se determinará un objeto de estudio como proyecto de aplicación en SIG y SIU que se revisará según avances programáticos por el responsable del curso.</p>	
Actividades de aprendizaje	<p>Integración de equipos de trabajo Elaboración de un reporte que aplique las herramientas de SIG en su ejercicio de taller de síntesis Trabajo en ambientes virtuales (plataformas y demostraciones rápidas)</p>	

C) ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

La exposición del profesor con métodos audiovisuales, en aulas equipadas con equipo de computación software y hardware. El profesor proporcionará la bibliografía y temas desde el inicio del curso.

Se determinará un objeto de estudio como proyecto de aplicación en SIG que se revisará según avances programáticos por el responsable del curso. Trabajo de ambiente informático será coordinado por un auxiliar

técnico experto en manejo del software. Las sesiones de trabajo serán en Laboratorio, con software y hardware especializado y actualizado.

D) EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

Elaboración y/o presentación de:	Periodicidad	Abarca	Ponderación de cada parcial con relación al ordinario
Primer examen parcial:	Al término de la Unidad 2	Unidades 1 a 2	20%
Segundo examen parcial:	Al término de la Unidad 5	Unidades 3 a 5	20%
Tercer examen parcial:	Al término de la Unidad 8	Unidad 6 a 8	20%
Proyecto final	-	-	40%
TOTAL			100%
Examen ordinario	La calificación final ordinaria se compondrá por las 3 calificaciones parciales (60%) y la calificación del proyecto final (40%).		
Otras actividades académicas requeridas	Las actividades especiales no obligatorias no tendrán un valor para la evaluación de los parciales. Esta consiste en la asistencia a eventos especiales sobre el tema o participación como organizadores en eventos de la disciplina, ya sean de la Facultad o fuera de esta como actividades de difusión y capacitación		

E) BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS INFORMÁTICOS

Textos básicos

- Balkema, A. J., Preisig, H. A., Otterpohl, R., & Lambert, F. J. . (2002). Indicators for the sustainability assessment of wastewater treatment systems. *Urban Water*, 4(2), 153–161. doi:10.1016/s1462-0758(02)00014-6
- Campos-Guzmán, V., García-Cáscales, M. S., Espinosa, N., & Urbina, A. (2019). Life Cycle Analysis with Multi-Criteria Decision Making: A review of approaches for the sustainability evaluation of renewable energy technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 104, 343–366. doi:10.1016/j.rser.2019.01.031
- Carlos Romero. *Análisis de las Decisiones Multicriterio*. Primera edición. Madrid: Isdefe - Ingeniería de Sistemas, 1996. ISBN 84-89338-14-0.

- DONG, C., ZHANG, C., & WANG, B. (2003). Integration of Green Quality Function Deployment and Fuzzy Multi-Attribute Utility Theory - Based Cost Estimation for Environmentally Conscious Product Development. *International Journal of Environmentally Conscious Design & Manufacturing*, 11(1), 12–28.
- European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability. *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*. First edition. Luxembourg.: Publications Office of the European Union, 2010. ISBN 978-92-79-19092-6.
- Geneletti, D., & Ferretti, V. (n.d.). Multicriteria analysis for sustainability assessment: concepts and case studies. *Handbook of Sustainability Assessment*, 235–264. doi:10.4337/9781783471379.00019
- Gervásio, H., & Simões da Silva, L. (2012). A probabilistic decision-making approach for the sustainable assessment of infrastructures. *Expert Systems with Applications*, 39(8), 7121–7131. doi:10.1016/j.eswa.2012.01.032
- Gjorv, O. E. (2018). Concrete Technology for a Sustainable Development in the 21st Century. In *Concrete Technology for a Sustainable Development in the 21st Century*. <https://doi.org/10.1201/9781482272215>
- Halog, A., & Manik, Y. (2011). Advancing Integrated Systems Modelling Framework for Life Cycle Sustainability Assessment. *Sustainability*, 3(2), 469–499. doi:10.3390/su3020469
- Hauschild, M. Z., Goedkoop, M., Guinée, J., Heijungs, R., Huijbregts, M., Jolliet, O., ... Pant, R. (2012). Identifying best existing practice for characterization modeling in life cycle impact assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(3), 683–697. doi:10.1007/s11367-012-0489-5
- Heijungs, R., Huppes, G., & Guinée, J. B. (2010). Life cycle assessment and sustainability analysis of products, materials and technologies. Toward a scientific framework for sustainability life cycle analysis. *Polymer Degradation and Stability*, 95(3), 422–428. doi:10.1016/j.polymdegradstab.2009.11.
- Inyim, P., Pereyra, J., Bienvenu, M., & Mostafavi, A. (2016). Environmental assessment of pavement infrastructure: A systematic review. *Journal of Environmental Management*, 176, 128–138. doi:10.1016/j.jenvman.2016.03.042
- ISO 14040:2006 NMX-SAA-14044-IMCN-2008. *Gestión Ambiental-Análisis de Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia*.
- ISO 14044:2006 NMX-SAA-14044-IMCN-2008. *Gestión Ambiental-Análisis de Ciclo de Vida. Requisitos y Directrices*. Geotermia (2011). Centro de Investigación en Energía, UNAM.
- Jayal, A. D., Badurdeen, F., Dillon, O. W., & Jawahir, I. S. (2010). Sustainable manufacturing: Modeling and optimization challenges at the product, process and system levels. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2(3), 144–152. doi:10.1016/j.cirpj.2010.03.006
- Kloepffer, W. (2008). Life cycle sustainability assessment of products. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 13(2), 89–95. doi:10.1065/lca2008.02.376

- Lundie, S., Peters, G. M., & Beavis, P. C. (2004). Life Cycle Assessment for Sustainable Metropolitan Water Systems Planning. *Environmental Science & Technology*, 38(13), 3465–3473.
doi:10.1021/es034206m
- Moretti, L., Di Mascio, P., & D'Andrea, A. (2013). Environmental Impact Assessment of Road Asphalt Pavements. *Modern Applied Science*, 7(11). doi:10.5539/mas.v7n11p1
- Mulder, K. Desarrollo sostenible para ingenieros [en línea]. Reimpresión de la primera edición. Barcelona: Edicions UPC, 2007 [Consulta: 22/09/2016]. Disponible a: <<http://hdl.handle.net/2099.3/36831>>. ISBN 9788483018927.
- Navarro, I. J., Yepes, V., & Martí, J. V. (2019). A Review of Multicriteria Assessment Techniques Applied to Sustainable Infrastructure Design. *Advances in Civil Engineering*, 2019, 1–16.
doi:10.1155/2019/6134803
- Ross, A. M. (2006). *Managing Unarticulated Value: Changeability in Multi-Attribute Tradespace Exploration*.
- Sakai, K., & Noguchi, T. (2012). The Sustainable Use of Concrete. In *The Sustainable Use of Concrete*. <https://doi.org/10.1201/b12355>
- Scientific Applications International Corporation (SAIC). *Life cycle assessment principles and practice*. Reston, VA, Estados Unidos, 2006.
- Sergio Barba-Romero Casillas y Jean-Charles Pomerol. *Multicriterion Decision in Management: Principles and Practice*.
- Sahely, H. R., Kennedy, C. A., & Adams, B. J. (2005). Developing sustainability criteria for urban infrastructure systems. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 32(1), 72–85. doi:10.1139/04-072
Softcover reprint of the original 1st ed. 2000. Springer, 2012. ISBN 978-1461370086.
- World Commission on Environment and Development. *Our common future*. Oxford: Oxford University, 1987. ISBN 019282080X.
- Zoccali, P., Moretti, L., Di Mascio, P., Loprencipe, G., D'Andrea, A., Bonin, G., ... Caro, S. (2018). Analysis of natural stone block pavements in urban shared areas. *Case Studies in Construction Materials*, 8, 498–506. doi:10.1016/j.cscm.2018.04.004

Textos complementarios

- Mark Goedkoop, An De Schryver, Michiel Oele, Sipke Durksz y Douwe de Roest. *SimaPro 7 - Introduction into LCA*. Report version 4.5. Amersfoort, Holanda: Pré Consultants, 2010.
- Mark Goedkoop, An De Schryver, Michiel Oele, Douwe de Roest, Marisa Vieira y Sipke Durksz. *SimaPro 7 Tutorial*. Report version 3.5. Amersfoort, Holanda: Pré Consultants, 2010.
- ILCD (International Reference Life Cycle Data System) handbook. *General guide for Life Cycle Assessment- Detailed guidance*.
- labein-tecnalia - UPV-EHU - UPC. *La medida de la sostenibilidad en edificación industrial - Modelo Integrado de Valor de Edificios Sostenibles (MIVES)*. 1ª Edición. Bilbao: Eduardo Rojí - coordinador, 2006. ISBN 84-690-2629-1.



UASLP
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí



Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Facultad de Ingeniería / Facultad del Hábitat
Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades
Agenda Ambiental
Maestría Interdisciplinaria en Ciencias Ambientales

Sitios Web

Proyecto sobre cultura y sustentabilidad en Iberoamérica

<http://www.oei.es/icsi/documentos.htm>

Derechos culturales y derechos de propiedad intelectual

<http://www.biotech.bioetica.org/docta5.htm>

Patrimonio cultural, valoración de bienes muebles y sustentabilidad

http://espanol.geocities.com/kolodion/patri_asp_econom.pdf