

## Guía docente

# 250462 - ANCIVIAVSO - Análisis de Ciclo de Vida y Evaluación de la Sostenibilidad

Última modificación: 28/03/2024

**Unidad responsable:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona

**Unidad que imparte:** 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS (Plan 2012). (Asignatura optativa).

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA AMBIENTAL (Plan 2014). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2023

**Créditos ECTS:** 5.0

**Idiomas:** Castellano

## PROFESORADO

**Profesorado responsable:** SEBASTIAN OLIVELLA PASTALLE, IVAN PUIG DAMIANS

**Otros:** SEBASTIAN OLIVELLA PASTALLE, IVAN PUIG DAMIANS, ALFONSO RODRIGUEZ DONO

## COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

### Específicas:

8162. Conocimiento de todo tipo de estructuras y sus materiales, y capacidad para diseñar, proyectar, ejecutar y mantener las estructuras y edificaciones de obra civil.

### Transversales:

8559. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i.

8560. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.

8561. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

La asignatura consta de 3 horas a la semana de clases presenciales en el aula en un solo grupo. De las tres horas semanales programadas se dedica típicamente dos sesiones más expositivas centradas en aspectos conceptuales y teóricos, y una en aspectos más prácticos con resolución de ejercicios y problemas, incluyendo prácticas informáticas. Se utiliza material de apoyo mediante el campus virtual Atenea (contenidos, programación de actividades de evaluación y de aprendizaje dirigido y bibliografía). La asignatura se imparte intentando incentivar la participación de los estudiantes y su trabajo previo y posterior a las clases. Durante las clases no se imparte toda la materia incluida en el programa sino que éstas se centran en los aspectos de mayor importancia y dificultad, dejando el resto para el trabajo personal de los estudiantes con ayuda de los apuntes y la documentación adicional facilitada en el contexto de la asignatura. Adicionalmente se organizan sesiones voluntarias de consulta y también, eventualmente, conferencias o visitas técnicas. En las clases se utiliza básicamente la pizarra y, complementariamente, material audiovisual (Internet, diapositivas o vídeos).

Aunque la mayoría de las sesiones se impartirán en el idioma indicado en la guía, puede que las sesiones en las que se cuente con el apoyo de otros expertos invitados puntualmente se lleven a cabo en otro idioma.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Asignatura de especialidad en la que se intensifican conocimientos en competencias específicas.

Conocimientos a nivel de especialización que han de permitir desarrollar y aplicar técnicas y metodologías de nivel avanzado.

Contenidos de especialización de nivel de máster relacionados con la búsqueda o la innovación en el campo de la ingeniería.

Comprensión de los siguientes conceptos/ideas:

- La sostenibilidad involucra aspectos/variables de muy diferente tipo y cuantificados con distintas unidades
- Las técnicas de decisión multicriterio son particularmente apropiadas para evaluar/ cuantificar la sostenibilidad
- La consideración del ciclo de vida completo es esencial para evaluar apropiadamente el impacto ambiental o la sostenibilidad de un proceso o producto
- Los análisis del ciclo de vida son las herramientas actualmente aceptadas para evaluar el impacto ambiental de un proceso o producto.

Conocimiento en detalle de los siguientes términos en el ámbito de la asignatura:

- Unidad funcional, límites del sistema, etapas del análisis del ciclo de vida, inventario del ciclo de vida, asignación de impactos, etapas de la evaluación del impacto del ciclo de vida, clasificación, caracterización, normalización, función de valor, jerarquización, ponderación, valoración, evaluación, huellas de carbono y de agua

Capacidad de planteamiento y desarrollo de los siguientes procesos:

- Análisis del ciclo de vida completo de un proceso o producto relacionado con la construcción (infraestructuras, edificación), incluyendo todas las etapas (definición del estudio y objetivos, unidad funcional, límites del sistema, inventario del ciclo de vida, impacto, etc.), y definición de las huellas de carbono y de agua.
- Definición de diagramas de flujo de sistemas arbitrarios para su evaluación ambiental incluyendo el estudio detallado de la asignación de impactos
- Cuantificación completa de la sostenibilidad de un proceso o producto relacionado con la construcción (infraestructuras, edificación), incluyendo todas las etapas (definición de la jerarquización, ponderación, valoración, evaluación, etc.).
- Aplicación de la teoría de la utilidad multiatributo y del análisis de valor a procesos de decisión arbitrarios utilizando diferentes sistemas de ponderación (ordinales, cardinales, análisis jerárquico analítico, etc.), de valoración (funciones diversas), etc.

Conocimiento de los siguientes aspectos en el ámbito de la asignatura:

- Tipos de análisis del ciclo de vida, normalización de los análisis del ciclo de vida, herramientas informáticas disponibles para llevar a cabo análisis del ciclo de vida, ejemplos de aplicación de los análisis del ciclo de vida en el ámbito de las infraestructuras, parámetros que condicionan a la sostenibilidad de infraestructuras, procedimientos de jerarquización, ponderación, valoración y agregación de parámetros de decisión, ejemplos de aplicación de la evaluación de la sostenibilidad en el ámbito de las infraestructuras, herramientas informáticas disponibles para llevar a cabo análisis del ciclo de vida y evaluación de la sostenibilidad, tanto abiertos (aplicables a casos arbitrarios) como cerrados (por ejemplo para la evaluación de edificios).

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	63.95
Horas grupo grande	25,5	20.38
Horas grupo mediano	9,8	7.83
Horas grupo pequeño	9,8	7.83

**Dedicación total:** 125.1 h

## CONTENIDOS

### 1. INTRODUCCIÓN A LA ASIGNATURA

**Descripción:**

- 1.1. OBJETIVOS
- 1.2. ORGANIZACIÓN Y DOCUMENTACIÓN
  - 1.2.1. Enfoque
  - 1.2.2. Desarrollo
  - 1.2.3. Programa y bibliografía
  - 1.2.4. Evaluación

**Objetivos específicos:**

Conocimiento de la materia incorporada y objetivos básicos de la asignatura y de los aspectos generales de su organización (enfoque, desarrollo, programa, bibliografía y evaluación).

**Dedicación:** 2h 24m

Grupo grande/Teoría: 1h

Aprendizaje autónomo: 1h 24m

### 2. CONCEPTO DE SOSTENIBILIDAD Y DE CICLO DE VIDA

**Descripción:**

- 2.1. DESARROLLO SOSTENIBLE Y SOSTENIBILIDAD
  - 2.1.1. Antecedentes y desarrollo histórico
  - 2.1.2. Aplicación al sector de la construcción e infraestructuras
- 2.2. CICLO DE VIDA DE PROCESOS Y PRODUCTOS
  - 2.2.1. Relevancia del concepto
  - 2.2.2. Aplicación a infraestructuras

**Objetivos específicos:**

Conocimiento, comprensión y capacidad de razonamiento en relación con los conceptos de sostenibilidad, desarrollo sostenible y ciclo de vida de procesos y productos, en particular en el ámbito de la construcción y las infraestructuras, conocimiento de sus antecedentes históricos y comprensión de su relevancia e importancia en el contexto actual.

**Dedicación:** 8h 24m

Grupo grande/Teoría: 3h 30m

Aprendizaje autónomo: 4h 54m



### 3. EVALUACIÓN AMBIENTAL DE PROCESOS Y PRODUCTOS. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA

#### Descripción:

- 3.1. DEFINICIÓN DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA Y ETAPAS PRINCIPALES
- 3.2. DIAGRAMA DE FLUJO E INVENTARIO DE CICLO DE VIDA. ASIGNACIÓN DE IMPACTOS
- 3.3. EVALUACIÓN DE IMPACTOS DE CICLO DE VIDA
  - 3.3.1. Clasificación. Categorías de impacto
  - 3.3.2. Caracterización
  - 3.3.3. Normalización, agrupación y ponderación
  - 3.3.4. Tipos de modelos y metodologías
- 3.4. HUELLAS DE CARBONO Y DE AGUA
- 3.5. TIPOS DE EVALUACIONES AMBIENTALES. NORMALIZACIÓN ISO Y EUROPEA

#### Objetivos específicos:

Conocimiento, comprensión y capacidad de razonamiento y desarrollo completo de casos concretos en relación con la metodología de los análisis del ciclo de vida con particular enfoque en su aplicación en el ámbito de la construcción y las infraestructuras e incluyendo todas sus etapas y aspectos involucrados, como la asignación o las categorías de impactos. Conocimiento, comprensión y capacidad de razonamiento en relación con los conceptos de huella de carbono y de agua. Conocimiento de los tipos de evaluaciones ambientales y normalización en relación con los análisis del ciclo de vida.

**Dedicación:** 10h 48m

Grupo grande/Teoría: 4h 30m

Aprendizaje autónomo: 6h 18m

### 4. HERRAMIENTAS PARA LA APLICACIÓN DE ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA

#### Descripción:

- 4.1. HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS Y BASES DE DATOS
- 4.2. PRESENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA ESPECÍFICA
  - 4.2.1. Antecedentes
  - 4.2.2. Principales bases de datos
  - 4.2.3. Metodologías de impactos
  - 4.2.4. Interfaz con el usuario
- 4.3. EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA
  - 4.3.1. Objetivos y alcance
  - 4.3.2. Introducción de datos del inventario
  - 4.3.3. Creación de montajes y de ciclos de vida de las fases del proceso o producto
  - 4.3.4. Presentación e interpretación de resultados. Análisis y comparación

#### Objetivos específicos:

Conocimiento de herramientas y bases de datos informáticas para la utilización de la metodología de los análisis del ciclo de vida. Conocimiento, comprensión y capacidad de aplicación de los análisis del ciclo de vida, con particular enfoque en su utilización en el ámbito de la construcción e infraestructuras, utilizando herramientas informáticas existentes, con utilización específica y profundización en una de ellas.

**Dedicación:** 10h 48m

Grupo mediano/Prácticas: 4h 30m

Aprendizaje autónomo: 6h 18m

## 5. EJEMPLOS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL DE INFRAESTRUCTURAS

### Descripción:

5.1. PAVIMENTOS EN ZONAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO (INDUSTRIALES Y URBANOS)

5.1.1. Planteamiento y antecedentes. Metodología aplicada

5.1.2. Objetivos, unidad funcional y límites del sistema

5.1.3. Inventario del ciclo de vida

5.1.4. Evaluación de impactos

5.1.5. Resultados y análisis

5.2. OTROS EJEMPLOS DE LA LITERATURA

5.2.1. Traviesas de ferrocarril

5.2.2. Redes de saneamiento urbanas

5.2.3. Pavimentos de carreteras

5.2.4. Puentes

### Objetivos específicos:

Conocimiento y comprensión de la utilización de la metodología de los análisis del ciclo de vida en casos concretos diversos del ámbito de construcción e infraestructuras.

**Dedicación:** 7h 11m

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Aprendizaje autónomo: 4h 11m

## 6. EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD. DECISIONES MULTICRITERIO

### Descripción:

6.1. PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD

6.1.1. Tipos de parámetros

6.1.2. Planteamientos determinista y probabilista

6.1.3. Necesidad de metodologías de decisión multicriterio

6.1.4. Modelos abiertos y modelos cerrados

6.2. EJEMPLOS DE PARÁMETROS EN INFRAESTRUCTURAS

6.2.1. Pilar ambiental

6.2.2. Pilar económico

6.2.3. Pilar social

6.2.4. Otros parámetros

### Objetivos específicos:

Conocimiento, comprensión y capacidad de razonamiento en relación con parámetros necesarios para la evaluación de la sostenibilidad y ejemplos concretos en el campo de la construcción y las infraestructuras. Conocimiento y comprensión de enfoques deterministas y probabilistas y de modelos abiertos y cerrados para la evaluación de la sostenibilidad.

**Dedicación:** 3h 35m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h 05m

## 7. ANÁLISIS DE VALOR Y TEORÍA DE LA UTILIDAD MULTIATRIBUTO

### Descripción:

#### 7.1. ANTECEDENTES, ELEMENTOS Y TIPOS DE DECISIÓN

##### 7.1.1. Antecedentes y planteamiento

##### 7.1.2. Estructura y terminología

##### 7.1.3. Clasificación de métodos

#### 7.2. SELECCIÓN DE VARIABLES Y JERARQUIZACIÓN

##### 7.2.1. Características de las variables

##### 7.2.2. Estructura de las variables. Árbol de requerimientos

#### 7.3. MÉTODOS DE PONDERACIÓN

##### 7.3.1. Planteamiento

##### 7.3.2. Métodos directo, ordinales, cardinales y por comparación

##### 7.3.3. Análisis jerárquico analítico

#### 7.4. MÉTODOS DE VALORACIÓN, AGREGACIÓN Y DECISIÓN

##### 7.4.1. Funciones de valor

##### 7.4.2. Métodos de agregación

##### 7.4.1. Técnicas de decisión multiatributo

### Objetivos específicos:

Conocimiento, comprensión y capacidad de razonamiento y aplicación del análisis de valor y de la teoría de la utilidad multiatributo, en particular en el campo de la evaluación de la sostenibilidad en el ámbito de la construcción y las infraestructuras, incluyendo la selección y jerarquización de variables relevantes, los procedimientos de ponderación con diferentes metodologías (ordinales, cardinales, análisis jerárquico analítico), y los métodos de valoración, agregación y decisión multicriterio mediante distintos procedimientos. Conocimiento y comprensión de los antecedentes y metodologías disponibles para la aplicación del análisis de valor y la teoría de la utilidad multiatributo.

**Dedicación:** 7h 11m

Grupo grande/Teoría: 3h

Aprendizaje autónomo: 4h 11m

## 8. MODELOS DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD

### Descripción:

#### 8.1. PLANTEAMIENTO GENERAL DE MODELOS ABIERTOS

##### 8.1.1. Árbol de requerimientos

##### 8.1.2. Componentes

##### 8.1.3. Ciclo de vida

#### 8.2. PONDERACIÓN, VALORACIÓN Y AGREGACIÓN

##### 8.2.1. Ponderación directa y comparación por pares

##### 8.2.2. Funciones de valor

##### 8.2.3. Procedimiento de agregación

#### 8.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

##### 8.3.1. Criterios de selección

##### 8.3.2. Matrices de variación relativa

#### 8.4. PLANTEAMIENTO PROBABILISTA. PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS

### Objetivos específicos:

Conocimiento, comprensión y capacidad de razonamiento y aplicación, en particular en el campo de la construcción y de las infraestructuras, de modelos para la evaluación de la sostenibilidad basados en el análisis de valor y la teoría de la utilidad multiatributo incluyendo todas sus fases (selección y jerarquización de variables, ponderación, evaluación, valoración, agregación y análisis). Conocimiento y comprensión de planteamientos deterministas y probabilistas.

**Dedicación:** 7h 11m

Grupo grande/Teoría: 3h

Aprendizaje autónomo: 4h 11m



## 9. HERRAMIENTA ABIERTA PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD

### Descripción:

- 9.1. ESTRUCTURA Y ACCESO A LA APLICACIÓN
- 9.2. PROCEDIMIENTO DE UTILIZACIÓN
  - 9.2.1. Módulos e interfaces entre los mismos
  - 9.2.2. Módulo programador
  - 9.2.3. Módulo usuario
  - 9.2.4. Módulo reporte
- 9.3. SALIDA DE INFORMACIÓN Y RESULTADOS, Y ANÁLISIS
- 9.4. PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN Y PORTAL DE INTERNET

### Objetivos específicos:

Conocimiento, comprensión y capacidad de razonamiento y aplicación, en particular en el campo de la construcción y de las infraestructuras, de herramientas informáticas abiertas para la evaluación de la sostenibilidad basadas en el análisis de valor y la teoría de la utilidad multiatributo incluyendo todos sus módulos (programador, usuario, reporte, analizador) y utilización.

### Dedicación: 7h 11m

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Aprendizaje autónomo: 4h 11m

## 10. EJEMPLOS DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE INFRAESTRUCTURAS

### Descripción:

- 10.1. TUBERÍAS DE SANEAMIENTO
  - 10.1.1. Planteamiento y antecedentes. Metodología aplicada
  - 10.1.2. Árbol de requerimientos
  - 10.1.3. Ponderación
  - 10.1.4. Funciones de valor
  - 10.1.5. Alternativas
  - 10.1.6. Resultados y análisis
- 10.2. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN (ANEJO 13 DE LA EHE-08)
  - 10.2.1. Planteamiento y antecedentes. Metodología aplicada
  - 10.2.2. Árbol de requerimientos y ponderación para el índice ambiental
  - 10.2.3. Funciones de valor
  - 10.2.4. Índice de sostenibilidad
  - 10.2.5. Planteamiento probabilista
- 10.3. OTROS EJEMPLOS
  - 10.3.1. Pavimentos industriales de hormigón
  - 10.3.2. Infraestructuras de aprovechamiento de aguas pluviales
  - 10.3.3. Infraestructuras de movilidad eléctrica
- 10.4. SISTEMAS DE EVALUACIÓN DE EDIFICIOS

### Objetivos específicos:

Conocimiento y comprensión de la utilización de metodologías y herramientas de evaluación de la sostenibilidad en casos concretos diversos del ámbito de construcción e infraestructuras incluyendo métodos abiertos y cerrados y planteamientos deterministas y probabilistas.

### Dedicación: 7h 11m

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Aprendizaje autónomo: 4h 11m

## EVALUACIÓN

### Dedicación: 21h 36m

Grupo pequeño/Laboratorio: 9h

Aprendizaje autónomo: 12h 36m

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

---

El resultado global de la asignatura se obtiene a partir de todas las calificaciones obtenidas durante el curso (exámenes - 30 %, trabajos - 60 % y actividades en clase - 15 %).

Según los criterios anteriores aquellos estudiantes que participen de la evaluación continua se evalúan sobre el 105%. Por el contrario, los que se deciden por ir al examen final directamente, la ponderación del examen es el 100% de la nota.

Habrà al menos un examen final individual y un trabajo de curso en grupo relativo, éste último, al análisis del ciclo de vida (50 %) y a la evaluación de la sostenibilidad (50 %) de productos de ingeniería civil, soluciones constructivas o cualquier otro tema que se apruebe.

Las preguntas de examen podrán incluir aspectos teóricos o aplicados.

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

---

Para superar la asignatura es necesario haber realizado el trabajo de curso y obtener, globalmente, una calificación superior o igual a 5/10 o haber aprobado el examen final individual.

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- World Commission on Environment and Development. Our common future. Oxford: Oxford University, 1987. ISBN 019282080X.
- Mulder, K. Desarrollo sostenible para ingenieros [en línea]. Reimpresión de la primera edición. Barcelona: Edicions UPC, 2007 [Consulta: 01/02/2021]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36831>. ISBN 9788483018927.
- Scientific Applications International Corporation (SAIC). Life cycle assessment: principles and practice [en línea]. Cincinnati: National Risk Management Research Laboratory, 2006 [Consulta: 16/12/2019]. Disponible a: <http://www.cs.ucsb.edu/~chong/290N-W10/EPAonLCA2006.pdf>.
- 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.
- Sergio Barba-Romero Casillas y Jean-Charles Pomerol. Multicriterion Decision in Management: Principles and Practice. Softcover reprint of the original 1st ed. 2000. Springer, 2012. ISBN 978-1461370086.
- Carlos Romero. Análisis de las Decisiones Multicriterio. Primera edición. Madrid: Isdefe - Ingeniería de Sistemas, 1996. ISBN 84-89338-14-0.

### Complementaria:

- Mark Goedkoop, An De Schryver, Michiel Oele, Sipke Durksz y Douwe de Roest. SimaPro 7 - Introduction into LCA [en línea]. Report version 4.5. Amersfoort, Holanda: Pré Consultants, 2010 [Consulta: 25/05/2020]. Disponible a: <http://www.pre-sustainability.com/download/manuals/SimaPro7IntroductionToLCA.pdf>.
- 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.
- Ibein-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.