



Programa ampliado

Postgrado de ECONOMÍA CIRCULAR

RESIDUOS, ENERGÍA Y SOSTENIBILIDAD

Programa del curso 2020/2021.

Horas lectivas	168
6 Visitas	24
TOTAL	192



Programa ampliado

Inauguración Oficial. 2h

Jordi Renom, Presidente de la Asociación de Ingenieros Industriales de Catalunya

Josep M^a Tost, Director de l'Agència de Residus de Catalunya

Laura Ivern, Directora Àrea de Coneixement i Serveis a Enginyers Industrials de Catalunya

Xavier Elias y Laura Ivern: Coordinadores del Curso.

1. Estrategias de Economía Circular. Introducción a la Economía Circular. 2h

1.1. Estrategias de Economía Circular. (ME). 1h

Concepto de Economía Circular
Ámbitos de aplicación y nuevas oportunidades de negocio
Ejemplos y casos de éxito

1.2. Introducción a la Economía Circular. (XEC) 1h

La economía circular aplicada a los residuos
Residuos, recursos y sostenibilidad
La generación de residuos en España

2. El Cambio climático. 8h.

2.1. El cambio Climático. (ECB) 4h

Las COP. Dinámica y funcionamiento
Los acuerdos internacionales mas destacados sobre los acuerdos del clima
La entidad de los países emisores. Emisiones per cápita
Efectos futuros del cambio climático



2.2 Salud y contaminantes ambientales. (JG). 2h

Tipos de contaminantes en el medio ambiente
Efectos sobre la salud de los contaminantes
Políticas y medidas correctoras

2.3 La gestión del cambio climático de acuerdo con los conocimientos actuales. (JELL). 2h

La función del Panel Internacional de Cambio Climático
Conocimiento científico sobre el cambio climático
Medidas encaminadas a detener el cambio climático

3. El marco jurídico de los residuos. 6h.

3.1. El marco jurídico de los residuos. (JC). 4h

Definiciones: residuo, subproducto, fin condición residuo, ...
Ley marco de residuos
Gestor residuos, tratador, generador, agente, representante...
La gestión de los residuos. Trámites
Autorizaciones ambientales
Tasas y cánones. Impuestos verdes
Aprendizaje de la utilización de las bases de datos.

3.2. Búsqueda de la legislación ambiental “on line”. (MD). 1h.

Conceptos básicos de normativa y ámbito de aplicación
Identificación de normativa asociada a Economía Circular
Acceso a la normativa y sus textos. Web Infocentre. EIC

3.3. Economía circular y financiación. (MA). 1h.

Tendencias internacionales en el campo de la EC
Nuevas convocatorias, en el marco de la UE, 2021 H2020
Financiación de proyectos de innovación

4. La economía circular y los residuos. 66 h.

4.1. Economía circular y residuos. (XEC + SB). 6h

Generalidades sobre los residuos. La generación de residuos
Tipologías de residuos. El Código LER
Transición hacia la Economía Circular



Jerarquía en la gestión de los residuos
La Economía Circular y la Ciencia de los Materiales
La escasez de materias primas
Los materiales poliméricos como residuos
Nociones sobre el reciclado de plásticos y textiles
Los neumáticos y elastómeros fuera de uso
Valorización de papel y cartón
Ejercicios

4.2. Valorización y tratamiento de residuos industriales I. (XEC + SB). 5h.

Procedimientos y Directivas que facilitan la Economía Circular
La gestión de residuos en vertederos
Tecnologías físico/químicas aplicables al tratamiento de residuos
Procesos de tratamiento biológico aerobios de residuos
Otros procesos para el tratamiento de residuos
Tratamiento de residuos de naturaleza orgánica
Tratamiento de sandach
El desguace y valorización de los VFU
El reciclaje del vidrio
Valorización de residuos de construcción, obra pública y minería
Residuos de naturaleza inorgánica de grandes industrias: vías de valorización
Residuos procedentes del consumo de carbón
Otras fuentes de emisión de productos peligrosos
Ejercicios

4.3. La valorización de residuos industriales II y captura y valorización CO₂. (XEC + SB). 4h.

Lixiviación y sistemas de valorización material.
Materiales modificados: Residuos o recursos?
Procesos integrales para la valorización material de residuos. La industria cerámica
La cerámica como medio para la producción de materiales modificados.
Ejemplos de valorizaciones
Procesos integrales para el reciclaje de residuos. La industria de la cal
La clinkerización como medio para la producción de materiales modificados
La vitrificación como sistema para la producción de materiales modificados
El CO₂ en el marco de la economía circular: oportunidades
Tecnologías avanzadas para la valorización del CO₂
La procedencia de las emisiones de CO₂. El balance de emisiones
Ejercicios

4.4. La valorización de los residuos municipales. Economía circular en la agroalimentación. Bio-Eco Innovación. (XEC + SB + CMG). 7h.

Naturaleza y problemática de los residuos municipales



Vías de gestión de los residuos municipales

La recogida selectiva

Las plantas de tratamiento de los residuos municipales

Definición y destino de los CDR y CSR

Modalidades del “Waste to Energy”

Ejercicios

La economía circular y el sector agroalimentario

Potencialidad de la biomasa. Objetivos de la PAC. La bioeconomía

Los residuos de la biomasa. Biomasa forestal

Valorización material de la biomasa

Bio-Ecoinnovación. Nuevas fuentes de proteínas. Carne ecológica

Los invernaderos del futuro

4.5. Problemática ambiental y valorización en la industria textil. (EC). 2h

La producción de material textil y los residuos

Impacto de la industria textil a escala nacional e internacional

Tipos de fibras usadas en el sector

Posibilidades de valorización material

4.6. Presente y futuro de los plásticos. (MER). 2h

Plásticos y petróleo. Principales tipos de plásticos. Aplicaciones

Plásticos y economía circular. Las políticas de la UE

Problemática de los microplásticos. Plásticos y salud

Biodegradabilidad

4.7. Plantas de tratamiento de residuos. (JS). 2h

El problema de la selección y clasificación de residuos

Esquema de una planta de tratamiento de fracción resto

Planta de fabricación de CSR/CDR

Otras plantas de tratamiento

4.8. ECOEMBES. Plantas de tratamiento de envases y residuos secundarios. (EI). 2h

Que es ECOEMBES

Esquema de una planta de selección de envases

Residuos secundarios de las plantas de selección

4.9. Efluentes gaseosos en las plantas industriales. (SN). 2h

El problema de los olores en los procesos de fabricación

Sistemas de medida e instalaciones correctoras

El problema específico de las plantas de tratamiento de residuos



4.10. Plantas de tratamiento de residuos peligrosos. (JM). 2h.

Caracterización y propiedades de residuos industriales peligrosos
Tratamiento de residuos peligrosos
Posibilidades de valorización de residuos peligrosos

4.11. El problema de los fangos de EDAR. (PhR). 4h.

Tratamiento de aguas residuales y generación de fangos
Estimación de la producción y destino de lodos
La línea de fangos
Operaciones unitarias en las EDAR
Características de los fangos
Gestión avanzada de tratamiento de fangos
Las depuradoras del futuro

4.12. Valorización de fangos de EDAR. (XEC + SB). 4h

El secado de fangos
La naturaleza de la materia orgánica
Tipos de secado térmico de fangos
El consumo energético del secado térmico
Valorizaciones energéticas de fangos
Posibilidades de valorización material del fango de EDAR
Ejercicios

4.13. Economía Circular y minería. (FC). 4h

Los recursos minerales
Impacto ambiental de la minería
Rocas industriales para la construcción. Posibilidades de valorización
La minería de los principales metales de construcción
Las balsas de residuos. Nuevo recurso?
La minería energética
Materiales críticos, estratégicos y de futuro
Las tierras raras
La minería del futuro

4.14. La digestión anaerobia. (VA). 4h

La digestión anaerobia. Sustratos
Tipos de reactores anaerobios
La preparación y el proceso de digestión
El rendimiento energético de la digestión anaerobia
El digestato. Naturaleza y posibilidades de valorización



4.15. La recogida de residuos. (VC). 4h

La importancia de la recogida de residuos
Impacto económico del sistema de recogida
Los diversos sistemas de recogida

4.16. La logística en la gestión de los residuos. (ECG). 4h

La logística en la gestión de residuos
Flujos internacionales de residuos
La logística inversa
Riesgos asociadas al transporte y medidas correctoras
Trámites de autorización transfronteriza del traslado de residuos
Transporte internacional. El Convenio de Basilea

4.17. La problemática de los RAEE. (FS). 4h

Problemática y legislación sobre los RAEE
Tratamiento convencional de los RAEE
Posibilidades de valorización de teléfonos, TV y ordenadores
Los paneles fotovoltaicos
Introducción a la problemática de los suelos contaminados

4.18. Los residuos sanitarios. (AS). 2h

La gestión de los residuos sanitarios
Tipos de residuos y tratamiento
Posibilidades de valorización

4.19. Valorización de los neumáticos fuera de uso. (GL). 2h

Generación de NFU
Tratamiento y valorización de NFU
Aplicaciones de los productos derivados de los NFU

5. Sostenibilidad energética de los materiales y de la vivienda. El diseño y la innovación. 24h.

5.1 Sostenibilidad y energía embebida. (XE + SB). 6h.

Hacia el consumo energético casi nulo en los edificios
Concepto de una *smartcity*
Que es la energía embebida en la fabricación de los principales materiales de construcción

La energía embebida en la fabricación de los materiales de construcción cerámicos, poliméricos y metálicos. Consumos
Relación entre la energía de fabricación y la energía embebida total en los materiales
Casos especiales de materiales con energía embebida negativa
Algunos materiales de futuro en la construcción.
La biomimética
Ejercicios

5.2. Materiales modificados. Pérdidas de calor. (XE + SB). 6h.

La transmisión del calor por el interior de los materiales
Cálculo de las pérdidas de calor a través de las paredes
Aislamiento térmico y sostenibilidad
Materiales aislantes a partir de residuos
Disminución de las pérdidas de calor a través de las paredes. Las fachadas ventiladas
El vidrio como elemento de cerramiento de fachadas
Aislamiento térmico y acústico con residuos
La huella de carbono y la valorización de los residuos
La acumulación de calor. La isla de calor. Acumulación de calor sostenible
Valorización de residuos y energía renovable. Aplicaciones de la acumulación de calor
Reducción de la acumulación de calor y de las pérdidas de calor a través de las paredes. Las cubiertas vegetales
Resumen: energía embebida, pérdidas de calor y sostenibilidad energética
Las aportaciones del Análisis del Ciclo de Vida de la vivienda a la sostenibilidad
Ejercicios

5.3. El tejido industrial y los nuevos materiales. (DN). 2h

El tejido industrial y los nuevos materiales
La nueva economía a partir de la innovación
Materiales y sistemas. Fabricación y ensamblaje
Producto y servicio, nuevos modelos hacia una economía circular.
Materiales de construcción y certificación *cradle to cradle*
Plataforma de materiales *cradle to cradle*

5.4. Innovación en Cities. (EA). 2h

El problema de la concentración de la población en las ciudades
Aplicación de la inteligencia artificial a las ciudades. “*Tecnocities*”
Smartcities y sostenibilidad

5.5. Materiales y sistemas. Los industriales de la construcción y la economía circular. (FPA y CS). 4h



Nuevo enfoque al reciclaje de los materiales de construcción
Producto y servicio, nuevos modelos hacia una economía circular.
Materiales de construcción y certificación *cradle to cradle*
Plataforma de materiales *cradle to cradle*
Los industriales de la construcción y sus procesos hacia una economía circular

5.6. Ecodiseño e innovación. (JR). 4h

Prevención ambiental en el marco de la economía circular
Ecodiseño e innovación de productos, procesos y servicios. Incorporación de los aspectos ambientales en el ciclo de vida de los de los productos
Elementos clave para favorecer el ecodiseño
Ecodiseño de envases estrategias: Perspectiva legal del ecodiseño
Proceso de ecodiseño y la selección de las herramientas ambientales
Herramientas ambientales cuantitativa ecodiseño ACV y semicuantitativa EdTOOL.
Estudio de casos de ecodiseño en el marco de economía circular de productos y envases.

6. La valorización energética de los residuos. El “Waste-to-energy”. Rendimientos de las conversiones energéticas. Medidas correctoras de la contaminación. Biocombustibles. EERR. El futuro de la automoción. 32h.

6.1. Conversiones energéticas. (XE + SB). 8h.

La energía convencional. Presente y futuro
Precio energético de los combustibles
Los combustibles alternativos y su poder calorífico. El caso de los residuos
Aspectos físicos de los combustibles
Sistemas de conversión energéticos de los residuos
La combustión como sistema para la valorización de residuos
Tecnologías de combustión para residuos sólidos
Tipos de combustiones
El diagrama de combustión
La destrucción térmica de los compuestos químicos
Ejercicios

6.2. Gasificación y pirolisis. (JSR + SB). 6h

La gasificación
Tipos de gasificadores
Posibilidades del gas de síntesis



Valorización material de residuos a partir de gas de síntesis
La pirolisis y procesos termoquímicos relacionados. El plasma térmico
Pros y contras de los procesos de conversión energéticos
Ejercicios

6.3. Balances de masa y energía. Emisiones. (JA). 2h.

Residuos y potencial energético
Balance de masa y energía en la conversión energética de residuos
Calderas de vapor. Calderas de recuperación
Grandes instalaciones generadores de energía (con residuos)
Resumen de rendimientos de las conversiones energéticas
Rendimientos térmicos y eléctricos de las conversiones energéticas
La cogeneración. Variantes. La pila de combustible

6.4. Emisiones. Medidas correctoras. (EE +SB). 4h.

Naturaleza de los contaminantes de los procesos de valorización energética.
Naturaleza de los organoclorados y medidas correctoras
Propuesta de medidas correctoras
Impactos ambientales de las plantas generadoras de energía
Emisión e Inmisión
Ejercicios

6.5. Biocombustible. (JSR). 4h

Biocombustibles: retos y posibilidades
Biocombustible y biocarburantes
Familias y generación de biocombustibles
Los bioalcoholes
La sostenibilidad energética de los bioalcoholes
Los bioaceites
Resumen: La sostenibilidad energética y ambiental de los biocarburantes
Ventajas e inconvenientes de los biocarburantes de 1ª generación. Marco legal
Tecnologías de obtención de carburantes de 2ª generación
Biocarburantes gaseosos a partir de residuos
Las microalgas
Combustibles de futuro en función de la modalidad de transporte

6.6. Hacia una sociedad descarbonizada. EERR. Previsible futuro de la automoción. (XE +SB). 4h.

Elementos para una transición a una sociedad descarbonizada
Energía primaria y final
Introducción a las EERR
Sostenibilidad y energías renovables
La automoción, rendimientos, contaminación y previsible evolución



Ejercicios prácticos

6.7. Retos futuros de la valorización energética. (MAC). 2h

La valorización energética en la España y en la UE
Necesidad de la valorización energética
Aspectos ambientales y sociales de la valorización energética

6.8. Gestión de la valorización energética. (CSM). 2h.

Importancia de la planificación en la gestión de los residuos
La gestión económica de la valorización energética
Importancia de la comunicación en la gestión

7 Sostenibilidad, contaminación y economía circular. 24h

7.1. Estudios de Impacto Ambiental 4h (GLB)

Ley sobre Evaluación de Impacto Ambiental
Elaboración y tramitación de proyectos de EIA
Trámites de información pública
Ejemplo práctico de aplicación

7.2. Los mercados de CO₂. (IR). 4h

Legislación sobre emisiones de CO₂
El comercio de los derechos de emisión
Asignación de derechos
Cómo funciona el mercado

7.3. Viabilidad económica de los proyectos de economía circular. (AV). 2h

Estudió técnico, ambiental y financiero de un proyecto de Economía Circular
Análisis de la rentabilidad de proyectos
Autorización ambiental integrada
Rutas internas de aprobación de un proyecto
Criterios que se aplican para la autorización

7.4. Comunicación y sensibilización ambiental. (MLI). 2h

Análisis de un caso de éxito en Economía Circular
Educación ambiental



Campañas de sensibilización
Canales de comunicación

7.5. La sostenibilidad energética a medio plazo. (MM). 4h.

Sostenibilidad, seguridad, calidad y precio de la energía
Las reservas de energías fósiles
La demanda energética mundial
Sostenibilidad del modelo energético actual
Previsión en la evolución de los precios de la energía

7.6. La contaminación atmosférica e influencia en el cambio climático. (SP). 4h

Como afecta la contaminación atmosférica a la salud
La contaminación en las ciudades
Promotores de la contaminación
Modelos de dispersión. Organismos reguladores

7.7. El análisis del ciclo de vida. (OV). 4h

Breve repaso a los fundamentos teóricos
El ACV y el vertido de residuos
El ACV y la generación eléctrica
El ACV y la gestión del agua
Aprendizaje de los programas destinados al cálculo del ACV

8. Experiencias de tratamiento de residuos en las plantas de las siguientes actividades. 24h.

Experiencias de valorización y tratamiento de residuos en plantas de las siguientes actividades industriales: valorización energética de residuos urbanos e industriales, I+D. Laboratorios de análisis de residuos, minería, papel y metalurgia.

8.1 Visita técnica a la planta de valorización energética de residuos de TERSA. 4h

El tratamiento de los residuos a la entrada de la planta
La incineración de la fracción rechazo
Generación de energía eléctrica
Temas de impacto ambiental



8.2 Visita técnica a la planta de tratamiento biológico de FORM del Vallés Oriental. 4h

Residuos tratados
Metanización y empleo del biogás
Tratamiento del digestato
Fabricación de compost

8.3 Visita técnica a una planta de “*District heating*” en Zona Franca de Barcelona (Ecoenergies). 4h

Naturaleza y caracterización de los residuos a tratar
Descripción de la planta
Recuperación energética
Emisiones y aspectos ambientales

8.4 Visita técnica a Fábrica cemento LafargeHolcim. 4h

La producción de cemento y la valorización material de residuos
La valorización energética de residuos en este proceso
Las emisiones en la fabricación de cemento. Aspectos ambientales

8.5 Visita técnica a una planta de tratamiento de la fracción resto (ECOPARC 2 de Barcelona). 4h

El tratamiento de los residuos en el Ecoparc
El tratamiento de las fracciones
Temas de impacto ambiental

8.6 Visita técnica a una planta de fabricación de papel a partir de papel recuperado (UIPSA). 4h

Recepción y caracterización de la materia prima
El proceso de fabricación del papel
Sinergias y temas de impacto ambiental

9. Conclusiones del curso. 4h

9.1 Resumen de la COP (26). EC (3h)

Resumen de la COP (del año)

9.2 Evaluación del Curso. Prueba test. (1h)



Profesorado

(XEC) Xavier Elias, director académico del Curso de Economía Circular. Asesor técnico a la presidencia del grupo SUEZ y coautor del libro “Economía Circular: conversión de residuos en recursos”.

(JMT) Josep Maria Tost, director de l'Agència de Residus de Catalunya.

(ME) Marta Escamilla. Responsable Área de Sostenibilidad de Leitat.

(ECB) Elvira Carles, directora de la Fundación Empresa y Clima.

(JG) Joan Grimalt. Instituto de Diagnostico Ambiental. Departament Química Analítica. CSIC.

(JELL) Josep Enric Llebot. Universidad Autónoma de Barcelona y Miembro del Panel Internacional de Cambio Climático.

(JC) Jaime Calvo, abogado de la oficina de Uría Menéndez

(MD) Montserrat Diez. Responsable Infocenter. Área servicios Col.legi d'Enginyers Industrials de Catalunya.

(MA) Maite Ardèvol. Coordinadora de Economía Circular de ACCIÓ. Agència per la Competitivitat de l'empresa de la Generalitat de Catalunya.

(SB) Santiago Bordas, coautor del libro “Economía Circular: conversión de residuos en recursos”.

(CMG) Carles Martínez Gasol. Socio fundador de Inédit.

(EC) Enric Carrera, Director de Intertex. UPC

(MER) M^a Eugenia Rodríguez. Directora Unidad Materiales Composites. Eurecat

(JS) Jordi Sala Lladó, CEO de BIANNA RECYCLING.

(EI) Enric Ibañez, Coordinador en Catalunya de ECOEMBES

(JM) Joan Marti, Director de Operaciones e Innovación de SITA

(SN) Silvia Nadal, responsable sector químico y farmacéutico de ARCADIS.

(PhR) Philippe Rouge, director de nuevas actividades sobre fangos de SUEZ.

(FC) Francisco Corpas, ingeniería minera: universidad de la E.P.S de Linares.

(VA) Vanesa Abad, directora técnica de la planta de valorización de residuos del Consell Comarcal del Vallès Oriental.

(VC) Victor Cardador, Urbaser

(ECG) Esther Cera. Ferrovial

(FS) Felip Serrahima, director de ÀMBITO Catalunya y Baleares.

(AS) Albert Sabala, Ferrovial

(GL) Gabriel Leal, Director General de SIGNUS

(DN) Dolors Nuñez, coordinadora d'industries de la Química, Energia i Recursos. Economia i Empresa.

(EA) Esteve Almirall, Data Science, Innovation and Smart Cities ESADE

(PA) Pich-Aguilera, Director del despacho de arquitectos Pich-Aguilera

(CS) Cristina Sendra, Ingeniería EGI (EcoIntelligentGrowth) y profesora de la UAB.

(JR) Joan Rieradevall, investigador Sostenipra ICTA (UAB), experto en ACV y Ecodiseño.

(JSR) Joan Salvadó, Departament of Chemical Engineering Universitat Rovira i Virgili



- (JA) Jesus Alvarez, Máquinas y Mototes Térmicos. Universitat Politècnica de Catalunya
(EE) Enric Elias. Director Àrea Industrial de l'Agència de Residuos de Catalunya.
(MAC) Miguel Ángel Clavero, TERSA
(CSM) Carles Salesa, Consorci pel Tractament de Residus del Maresme
(GLB) Gisela Loran, Directora general de ENVERS.
(IR) Ismael Romeo, director general de SENDECO.
(AV) Albert Vilalta, Director de proyectos estratégicos de SUEZ.
(MLI) Mateu Llinás, director general de la Consultora Manifiesta.
(MM) Mariano Marzo, catedrático de recursos energéticos de la UB. Experto en recursos energéticos.
(SP) Santi Parés. Meteosim
(OV) Oriol Vilaseca. CEO de Vilaseca Consultors