



Programa de TRATAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR

Tratamiento y valorización de residuos sólidos

2. CRÉDITOS

5 créditos

3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

El objetivo general es que el/la estudiante pueda contribuir al diseño, evaluación e integración de tecnologías de valorización de residuos sólidos, considerando las dimensiones ambiental, social y económica.

Al aprobar la unidad curricular se espera que el/la estudiante sea capaz de:

1. Interpretar la normativa ambiental vinculada a la gestión de residuos sólidos y aplicarla al desarrollo y evaluación de sistemas para su tratamiento y valorización.
2. Caracterizar las distintas corrientes de residuos en vista a su gestión, y posibles vías de tratamiento y valorización.
3. Seleccionar la o las tecnologías adecuadas para cada corriente de residuos en su contexto particular.
4. Realizar el diseño básico y el dimensionamiento de algunas de las principales tecnologías de tratamiento y valorización de residuos sólidos.
5. Explicar y aplicar los conceptos básicos de monitoreo y control usuales en los procesos de tratamiento y valorización de residuos sólidos.
6. Proponer acciones de mejora en diseño y operación de procesos existentes.
7. Incorporar las dimensiones económica, ambiental y social en los procesos de selección y/o diseño de sistemas de tratamiento y valorización de residuos sólidos.

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Esta unidad curricular tendrá una duración hemisemestral. Se tendrán dos encuentros semanales de 5 horas totales, en los cuales se integrarán los conceptos teóricos, la resolución de problemas prácticos y el análisis de casos reales.



Se adelantará a las clases material de lectura, sobre el cual se apoyará la presentación y discusión de los temas.

La resolución de problemas se realizará parcialmente en clase y parcialmente fuera del horario de clase, de manera de promover la autonomía progresiva.

El curso incluirá además una visita didáctica a una planta de valorización de residuos.

Al menos se incluirán 2 evaluaciones formativas a lo largo del curso, en plataforma EVA, con la finalidad de focalizar en los aspectos más relevantes para los objetivos de aprendizaje y verificar su grado de cumplimiento, y así poder retomar los aspectos que lo requieran antes de la evaluación final.

Horas estimadas de dedicación:

Clases presenciales: 5 hs/semana

Estudio personal 5 hs/semana en promedio a lo largo del hemisemestre.

Visita a planta: 3 hs

Total (7 semanas): 73 hs

5. TEMARIO

1. Introducción: Residuos: economía, ambiente y sociedad. Generación, clasificación y gestión de residuos en Uruguay, y en el contexto internacional. Normativa. Conceptos básicos sobre tratamiento y valorización de residuos: Economía Circular y Análisis de Ciclo de Vida

2. Compostaje y Vermicompostaje: Fundamentos químicos y biológicos. Balances de masa y de energía. Tecnologías de compostaje. Diseño y dimensionamiento de sistemas de compostaje. Operación de plantas de compostaje. Monitoreo y control del proceso. Calidad del compost. Evaluación de estabilidad y madurez. Usos del compost. Fundamentos, diseño y dimensionamiento de unidades de vermicompostaje. Características y aplicaciones del vermicompost.

3. Digestión Anaerobia: Fundamentos químicos y microbiológicos. Potencial de biometanización. Cinética del proceso. Balances de masa y energía. Tecnologías de Digestión Anaerobia. Dimensionamiento de biodigestores. Operación, monitoreo y control de plantas de biogás. Seguridad en plantas de biogás. Caracterización, tratamientos y usos del biogás y del biodigestado.

4. Selección e integración de tecnologías de tratamiento de residuos orgánicos: Criterios de selección tecnológica según tipo de residuo. Sinergias entre compostaje y digestión anaerobia.



5. Valorización de residuos lignocelulósicos: Química de los materiales lignocelulósicos. Procesos de reciclaje. Aspectos ambientales del reciclaje de materiales lignocelulósicos.

6. Valorización de residuos de obras: Sostenibilidad en la industria de la construcción. Análisis de escombros y materiales inertes. Métodos de reutilización y valorización.

7. Valorización de residuos de polímeros plásticos: Química de los polímeros plásticos. Reciclaje mecánico y químico. Aspectos ambientales del reciclaje de plásticos.

8. Aplicación de Análisis de Ciclo de Vida a la Gestión de Residuos: Aplicación práctica del ACV a la gestión integral de residuos, mediante el uso de software. Estudio de casos.

6. BIBLIOGRAFÍA

Tema	Básica	Complementaria
1. Introducción	(1)	(10)
2. Compostaje y Vermicompostaje	(2)(3)	(11)
3. Digestión Anaerobia	(4)	(12)
4. Selección e integración de tecnologías de tratamiento de residuos orgánicos	(5)	
5. Valorización de residuos lignocelulósicos	(6)	(13)
6. Valorización de residuos de obras	(7)	(14)
7. Valorización de residuos de polímeros Plásticos	(8)	(15)
8. Aplicación del Análisis de Ciclo de Vida a la Gestión de Residuos	(9)	(16)

6.1 Básica

1. Ministerio de Ambiente. (2021) Uruguay + Circular: Plan Nacional de Gestión de Residuos 2022 - 2032. Montevideo, Uruguay, 2021.
2. Moreno Casco, J. y Moral Herrero, R. (2008). "Compostaje", Madrid: Ed. Mundi-Prensa, ISBN: 978-84-8476-346-8
3. Sherman, R. (2018) The Worm Farmer's Handbook. London: Ed. Chelsea Green Publishing. ISBN: 978-1603587808
4. Deublein, D. y Steinhauser, A. (2011). "Biogas from Waste and Renewable Resources: An Introduction" Alemania: Ed. Wiley-VCH. ISBN 978-3-527-32798-0

5. Cucina, M. (2023). Integrating anaerobic digestion and composting to boost energy and material recovery from organic wastes in the Circular Economy framework in Europe: A review. *Bioresource Technology Reports*, 24, 101642. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2023.101642>
6. Area, M.C. (2008) Panorama de la industria de celulosa y papel en Iberoamérica 2008 / editado por María Cristina Area. - 1a ed. - Misiones: Red Iberoamericana de Docencia e Investigación en Celulosa y Papel. Buenos Aires. Riadicy.. ISBN 978-987-24513-0-1
7. Zega, C. J., Sosa, M. E., & Di Maio, Á. A. (2018). Hormigones con agregados reciclados. La Plata: Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica (LEMIT).
8. Osswald, T. A., & Giménez, E. (2008). Procesado de termo plásticos: fundamentos. Editorial Guadales. ISBN: 9789584432025
9. Organismo Uruguayo de Normas Técnicas [UNIT]. (2006). Gestión ambiental – Análisis del ciclo de vida – Principios y marco de referencia (UNIT-ISO 14040:2006). Montevideo, Uruguay: UNIT.

6.2 Complementaria

10. Parlamento del Uruguay (2019). Ley 19829 Gestión integral de residuos, <https://parlamento.gub.uy/documentosleyes/leyes/ley/19829>
11. Sanchez, A., Gea, T., Font, X., Artola, A., Barrera, R, y Moral-Vico, J. (2025) Composting. Fundamentals and Recent Advances. Reino Unido: Ed. Royal Society of Chemistry. ISBN: 978-1-83767-162-5
12. Wellinger, A., Murphy, J. y Baxter, D. (2013). The Biogas Handbook: Science, Production and Applications. Londres: Ed. Woodhead Publishing. ISBN: 978-0-85709-498-8.
13. Menke, L., Stetter, A. y Hamm, U. (2013) Chapter 9 The Integrated Recycled Paper Mill (IRPM) in Handbook of Paper and Board Vol 1. Ed. Wiley ISBN: 978-3-527-65249-5
14. Vijerathne D, Wahala S, Illankoon C. (2024) Impact of Crushed Natural Aggregate on Environmental Footprint of the Construction Industry: Enhancing Sustainability in Aggregate Production. *Buildings* 2024; 14: 2770.
15. Rudolph, N., Kiesel, R., & Aumnate, C. (2017). Understanding plastics recycling: Economic, ecological, and technical aspects of plastic waste handling. Hanser. <https://doi.org/10.3139/9781569906774>
16. Organismo Uruguayo de Normas Técnicas [UNIT]. (2006). Gestión ambiental – Análisis del ciclo de vida – Requisitos y directrices (UNIT-ISO 14044:2006). Montevideo, Uruguay: UNIT.



7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

7.1 Conocimientos Previos Exigidos: fundamentos de ingeniería ambiental, balances de materia y energía, cinética química, diseño de reactores y microbiología.

7.2 Conocimientos Previos Recomendados: Diseño de reactores en condiciones no isotérmicas y en sistemas catalíticos, química de polímeros, transferencia de calor y masa.



ANEXO A

Para todas las Carreras

A1) INSTITUTO

Instituto de Ingeniería Química

A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

Semana 1	Introducción (3hs de clase). Compostaje (2hs de clase)
Semana 2	Compostaje (5hs de clase)
Semana 3	Vermicompostaje (3hs de clase). Digestión Anaerobia (2hs de clase)
Semana 4	Digestión Anaerobia (5hs de clase)
Semana 5	Digestión Anaerobia (3hs de clase). Selección e integración de tecnologías de tratamiento de residuos orgánicos (2hs de clase) Visita a planta de valorización de residuos (3hs)
Semana 6	Valorización de residuos lignocelulósicos (3hs de clase) Valorización de residuos de obra (2hs de clase)
Semana 7	Valorización de residuos de polímeros plásticos (3hs de clase). Aplicación del Análisis de Ciclo de Vida a la gestión de residuos (2hs de clase)

A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

La evaluación se realizará en una única instancia durante el segundo período de parciales del semestre impar. El puntaje máximo será de 100 puntos, siendo P el puntaje obtenido por cada estudiante.

Si:

$0 \leq P < 40$: se debe recurrar

$40 \leq P < 60$: Se debe rendir examen

$60 \leq P$: Se exonera el examen y se aprueba la unidad curricular.

Se podrá rendir el examen en tres instancias, antes de que se vuelva a dictar la unidad curricular. La modalidad del examen (oral o escrito) dependerá de la cantidad de estudiantes a rendir y se comunicará con suficiente antelación.

A4) CALIDAD DE LIBRE

No se admite calidad de libre



FACULTAD DE
INGENIERÍA
UDELAR

Formato Aprobado por resolución N°113
del CFI de fecha 04.07.2017

A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

Cupos mínimos: no tiene

Cupos máximos: no tiene