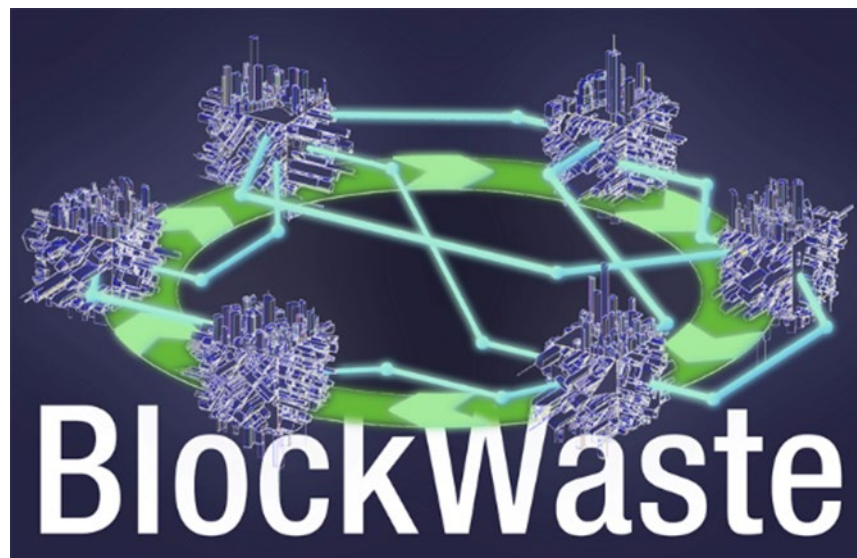


O2.A1.2 Estudio comparativo de los planes de estudios de RMS en los sistemas de educación superior de Estonia, Alemania, Grecia, los Países Bajos y España



Descargo de responsabilidad

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Hoja informativa de salida:

Programa de financiación	Programa Erasmus+ de la Unión Europea
Financiación NA	EL01 Fundación de Becas Estatales Griegas (IKY)
Título completo del proyecto	Formación innovadora basada en la tecnología Blockchain aplicada a la gestión de residuos — BlockWaste
Campo	KA2 — Cooperación para la innovación y el intercambio de buenas prácticas KA203 — Asociaciones estratégicas para la educación superior
Número de proyecto	2020-1-EL01-KA203-079154
Duración del proyecto	24 meses
Fecha de inicio del proyecto	01-10-2020
Fecha de finalización del proyecto:	30-09-2022

Detalles de salida:

Título de salida: O2: Currículo común europeo sobre la aplicación de tecnologías de cadena de bloques para estrategias de economía circular

Título de la tarea: A1.2 — Estudio comparativo de los planes de estudios sobre gestión de residuos municipales en los países participantes

Líder de salida: FH Bielefeld

Líder de la tarea: NTUA

Autor(es): Athanassios Mavrikos, Universidad Técnica Nacional de Atenas, mavrikos@metal.ntua.gr, Grecia, Viktoria Voronova, Universidad Tecnológica de Tallin, viktor.voronova@taltech.ee, Estonia, Bernd Kleinheyer, Bielefeld UAS, bernd.kleinheyer@fh-bielefeld.de, Alemania, Christa Barkel, Saxion UAS, ε, Países Bajos, David Caparros Perez, Centro Tecnológico del Mármol, Piedra y Materiales, España

Revisado por: Maria Menegaki, Universidad Técnica Nacional de Atenas, menegaki@metal.ntua.gr, Grecia, Marija Klõga, Universidad Tecnológica de Tallin, marija.kloga@taltech.ee, Estonia

Control de Documentos

Versión del documento	Versión	Enmienda
V0.1	31/03/2021	Versión final — 30/06/2021



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Contenido

Resumen ejecutivo	iii
1 Introducción.....	1
1.1 Breve descripción del proyecto	1
1.2 Objetivos y enfoque metodológico	1
1.3 Residuos	2
1.3.1 Generación de residuos.....	3
1.3.2 Residuos municipales	4
1.3.3 Práctica de Gestión y Tratamiento de Residuos.....	5
1.3.4 Gestión de residuos municipales en la economía circular	6
1.3.5 Soluciones informáticas utilizadas en la Gestión Municipal de Residuos	7
1.4 Educación Superior y Residuos Sólidos Municipales/Economía Circular	8
2 Planes de estudio de gestión de residuos municipales	10
2.1 Estonia	10
2.2 Alemania.....	11
2.3 Grecia.....	15
2.4 Los Países Bajos	16
2.5 España	17
3 Selección de los sistemas de educación superior para los planes de estudio de gestión de residuos municipales	22
3.1 Estonia	22
3.2 Alemania.....	23
3.3 Grecia.....	25
3.4 Los Países Bajos	27
3.5 España	28
4 Mejores prácticas	30
5 Conclusiones	35
Referencias	37

Lista de tablas

Table 1:	Actividades universitarias y de tercera misión.....	8
----------	---	---

Lista de cifras

Figure 1:	La Jerarquía de Residuos. Fuente: Comisión Europea — Medio Ambiente.....	3
Figure 2:	Generación de residuos por actividades económicas y hogares, EU-27, 2018 (% del total de residuos). Fuente: Eurostat.....	4
Figure 3:	Generación de residuos municipales EU-27, 2005-2019. Fuente: Eurostat.....	5
Figure 4:	Generación de residuos municipales EU-27, 2005-2019. Fuente: Eurostat.....	6
Figure 5:	Generación de residuos municipales EU-27, 2005-2019. Fuente: EN EL EEE.....	7
Figure 6:	Este diagrama muestra las opciones clásicas más las variaciones educativas específicas que conducen al mercado laboral de gestión de residuos (fuente: R. Lenz y B. Kleinheyser).	12
Figure 7:	La Universidad de Wageningen de Investigación en números (fuente: https://www.wur.nl).	33

Lista de abreviaturas

Abreviatura	Definición
CE	Economía circular
ECTS	Sistema Europeo de Transferencia de Créditos
UE-27	Unión Europea de 27 países
HEI	Institución de Educación Superior
IT	Tecnología de la información
IoT	Internet de las Cosas
RSU	Residuos sólidos urbanos
PYME	Pequeñas y medianas empresas

Resumen ejecutivo

Los resultados de la Actividad O2 «European Common Curricular on RSU Applying Blockchain Technologies for Circular Economy Strategies» y, en particular, la Tarea O2/A1.2 «Estudio comparativo de los planes de estudios de gestión de residuos urbanos (RSU) en los países participantes» se presentan en el siguiente documento.

El objetivo de este estudio comparativo es identificar las guías docentes que las entidades educativas ofrecen actualmente en materia de formación y educación en el ámbito de la Gestión de Residuos Urbanos en los países participantes. Además, el estudio comparativo tiene por objeto poner de relieve las mejores prácticas e identificar lagunas y debilidades. En particular, se centra en cómo estos planes educativos abordan la gestión de residuos desde el punto de vista de la Economía Circular y en su progreso en el entorno tecnológico (tecnología IoT y Blockchain) que conducirá a las Smart Cities. Con el fin de facilitar las comparaciones, se desarrolló un sistema de puntuación compuesto por tres criterios, enseñanza, investigación y publicaciones.

Los principales hallazgos muestran que, aunque hay muchos cursos/módulos con respecto a la gestión de RSU y CE, en la mayoría de los casos no hay títulos exclusivos de RSU/CE. Como regla general, los cursos de RSU/CE se encuentran en los currículos de las escuelas de ingeniería, como la ingeniería civil y ambiental. En muchos casos, tanto a nivel de pregrado como de posgrado, los cursos incluyen en sus respectivos objetivos de aprendizaje los principios del reciclaje, el desarrollo sostenible y la economía circular hasta cierto punto. Sin embargo, la mayoría de las veces los cursos examinados no tienen una mentalidad de economía circular en su núcleo. Además, hay casi una ausencia de elementos de la Industria 4.0 como Big Data, tecnologías inteligentes, IoT y blockchain. Por lo tanto, un plan de estudios rediseñado o avanzado para la educación superior en economía circular centrado en la aplicación de la tecnología Blockchain en la gestión de residuos municipales, debe tener un cierto grado de interdisciplinariedad. Por ejemplo, un estudiante de TI puede ser un especialista en blockchain, pero también debe aprender sobre los aspectos ambientales de la gestión de residuos, aspectos legales, negocios, gestión del cambio, etc. Del mismo modo, un estudiante en una facultad ambiental puede ser un experto en aspectos ambientales, pero debe aprender algunos conceptos básicos sobre diseño de procesos, negocios, IoT, blockchain, legislación sobre residuos, etc. también. Además, el plan de estudios debe centrarse en la economía circular y los objetivos de sostenibilidad. Es necesario un cambio de paradigma para pasar del tratamiento y la eliminación de residuos a la reducción de residuos, la recuperación/reutilización de materiales y el reciclaje.

El informe se estructura de la siguiente manera: En primer lugar, presenta la situación actual en materia de producción y gestión de residuos en la UE. La segunda parte consiste en los informes nacionales de los cinco países participantes (Grecia, Estonia, Alemania, Países Bajos y España) en términos de gestión de residuos municipales en sus respectivos planes de estudios universitarios. La tercera parte se ocupa del sistema de selección y puntuación de estos currículos universitarios. El documento concluye con el análisis de los mejores casos y los principales hallazgos. Este último alimentará la actividad O1/A3. «Manuales de Estrategias de Economía Circular aplicadas a la Gestión Municipal de Residuos Usando Tecnologías Blockchain».

1 Introducción

1.1 Breve descripción del proyecto

El proyecto BlockWaste tiene como objetivo abordar la interoperabilidad entre la gestión de residuos y la tecnología blockchain y promover su tratamiento adecuado a través de la formación educativa, de modo que los datos recopilados se compartan dentro de un entorno seguro, donde no hay lugar para la incertidumbre y la desconfianza entre todas las partes involucradas. Para ello, los objetivos del proyecto BlockWaste son los siguientes:

- Realizar una investigación sobre los residuos sólidos generados en las ciudades y cómo se está gestionando, de modo que se pueda utilizar para crear una base de información de buenas prácticas, con el fin de reintroducir los residuos en la cadena de valor, promoviendo la idea de Ciudades Circulares Inteligentes.
- Identificar los beneficios de la tecnología Blockchain dentro del proceso de gestión de residuos urbanos (RSU).
- Crear un plan de estudio que permita la formación de docentes y profesionales de las organizaciones y empresas del sector, en el ámbito de la Gestión de Residuos, Economía Circular y Tecnología Blockchain.
- Desarrollar una herramienta interactiva basada en la tecnología Blockchain, que permitirá poner en práctica cómo se gestionarían los datos obtenidos a partir de residuos urbanos, visualizando así la forma en que se implementan los datos en la cadena de bloques y pudiendo evaluar diferentes formas de gestión

BlockWaste aspira a desarrollar nuevos contenidos educativos destinados a formar a los estudiantes y proporcionarles las habilidades básicas necesarias que les permitan formarse como futuros trabajadores del sector, añadiendo las competencias digitales requeridas por las empresas sobre el terreno de una transformación digital continua. En esta dirección, el proyecto se dirige a:

- Empresas y pymes, profesionales de TI, urbanismos y profesionales de la gestión de residuos.
- Universidades (profesores, estudiantes e investigadores).
- Organismos públicos

El proyecto incluye cuatro Resultados Intelectuales, de la siguiente manera:

- O1. Materiales de aprendizaje para Blockchain-RSU interdisciplinario
- O2. Currículo común europeo sobre RSU que aplica tecnologías Blockchain para estrategias de economía circular
- O3. Herramienta de aprendizaje electrónico basada en Blockchain-RSU centrada en la economía circular
- O4. BlockWaste Open Educational Resource (OER)

1.2 Objetivos y enfoque metodológico

Este documento presenta los resultados de la Actividad O2 «European Common Curricular on RSU Applying Blockchain Technologies for Circular Economy Strategies» y, en particular, la Tarea O2/A1.2 «Estudio comparativo de los planes de estudios de gestión de residuos urbanos (RSU) en los países participantes». El informe de estudio comparativo tiene como objetivo compilar las diferentes guías didácticas que ofrecen las entidades educativas sobre formación y educación en el campo de la Gestión de Residuos Urbanos en los países participantes.

Además, tras analizar los respectivos informes nacionales, el estudio comparativo tiene por objeto poner de relieve las mejores prácticas e identificar lagunas y deficiencias. Se pone especial énfasis en cómo estos planes educativos abordan la gestión de residuos desde el punto de vista de la Economía Circular y en su progreso en el entorno tecnológico (tecnología IoT y Blockchain) que conducirá a las Smart Cities. En cuanto al enfoque metodológico, BlockWaste recuperó y analizó datos de los sitios web oficiales de universidades de los países participantes. Se analizaron los currículos, módulos y contenidos de los respectivos cursos y se realizaron informes nacionales para cada país participante. En una segunda etapa, este informe integrado consolida estas conclusiones. Con el fin de obtener un cierto grado de comparabilidad y proporcionar clasificación, se desarrolló un sistema de puntuación que consta de tres criterios, enseñanza, investigación y publicaciones. El informe concluye con los principales hallazgos del estudio comparativo, que alimentará la Actividad O1/A3. «Manuales de Estrategias de Economía Circular aplicadas a la Gestión Municipal de Residuos Usando Tecnologías Blockchain».

1.3 Residuos

En los últimos años, la generación de residuos ha sido un subproducto inevitable y en la mayoría de los casos indeseable que se ha relacionado principalmente con la actividad económica y el desarrollo de una sociedad. Sin embargo, la tecnología moderna y la gestión cuidadosa han ayudado a romper este vínculo cíclico. Las prácticas de tratamiento y gestión destinadas a revisar esta situación son los elementos clave de la política medioambiental de la UE. Los esfuerzos consisten en gestionar los desechos de manera ambientalmente racional y utilizar los materiales secundarios que contienen. La Directiva marco sobre residuos 2008/98/CE, que es el marco jurídico de la UE para el tratamiento y la gestión de residuos, define el «residuo» como cualquier sustancia u objeto que el poseedor descarte o tenga la intención o la obligación de desechar. El principal ámbito de aplicación de la Directiva 2008/98/CE consiste en establecer medidas para proteger el medio ambiente y la salud humana mediante la prevención o la reducción de los efectos adversos de la generación y gestión de residuos y la reducción del impacto global del uso de los recursos y la mejora de la eficiencia de dicho uso. La Directiva 2008/98/CE introduce un orden de preferencia por la gestión de residuos denominado «jerarquía de residuos», que debe aplicarse como orden prioritario en la legislación y la política en materia de prevención y gestión de residuos e incluye la prevención, la preparación para la reutilización, el reciclado, otros tipos de valorización y eliminación (Figura 1).



Figure 1: La Jerarquía de Residuos. Fuente: Comisión Europea — Medio Ambiente.

La aplicación del citado sistema de jerarquía de residuos debe promover soluciones que tengan como resultado la mejor práctica medioambiental global en lo que respecta a la generación y gestión de residuos. En primer lugar, se debe dar prioridad, siguiendo esta jerarquía de gestión, a las actividades de prevención que también formen parte del ciclo de gestión producto-residuo.

1.3.1 Generación de residuos

En 2018, el total de residuos generados en la EU-27 por todas las actividades económicas y los hogares ascendió a 2.317 millones de toneladas. En la Europa de los Veintisiete, la construcción contribuyó con el 36,0 % del total en 2018 y fue seguida por la minería y las canteras (26,2 %), la fabricación (10,6 %), los servicios de residuos y agua (9,9 %) y los hogares (8,2 %); el 9,1 % restante fueron residuos generados por otras actividades económicas, principalmente servicios (4,2 %) y energía (3,5 %) (Figura 2).

Waste generation by economic activities and households, EU-27, 2018

(% share of total waste)

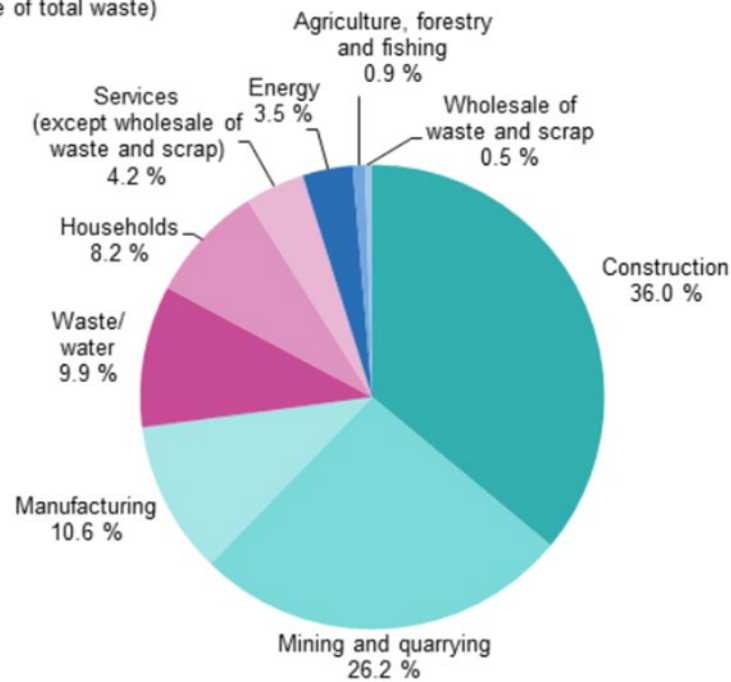


Figure 2: Generación de residuos por actividades económicas y hogares, EU-27, 2018 (% del total de residuos). Fuente: Eurostat.

1.3.2 Residuos municipales

La definición de «residuos municipales» utilizada en diferentes países varía, reflejando diversas prácticas de gestión de residuos. Según Eurostat, los «residuos municipales» son producidos principalmente por los hogares, aunque se incluyen residuos similares procedentes de fuentes como el comercio, las oficinas y las instituciones públicas. La cantidad de residuos municipales generados consiste en residuos recogidos por las autoridades municipales o en su nombre y eliminados a través del sistema de gestión de residuos. Los residuos municipales representan menos del 10 % del total de residuos generados en la UE, sin embargo, parece ser uno de los tipos de residuos más contaminantes. Sin embargo, cabe señalar que las variaciones en la definición de residuos municipales utilizados en la EU-27 y en la forma en que se recogen (por ejemplo, los residuos domésticos recogidos junto con los residuos del comercio, el comercio y la administración) significan que estas comparaciones se realizan con cautela. Las variaciones reflejan diferencias en los patrones de consumo y la riqueza económica, pero también dependen de cómo se recojan y gestionen los residuos municipales. La figura 3 muestra la generación de residuos municipales por país, expresada en kilogramos per cápita.

Municipal waste generated, 2005 and 2019 (kg per capita)

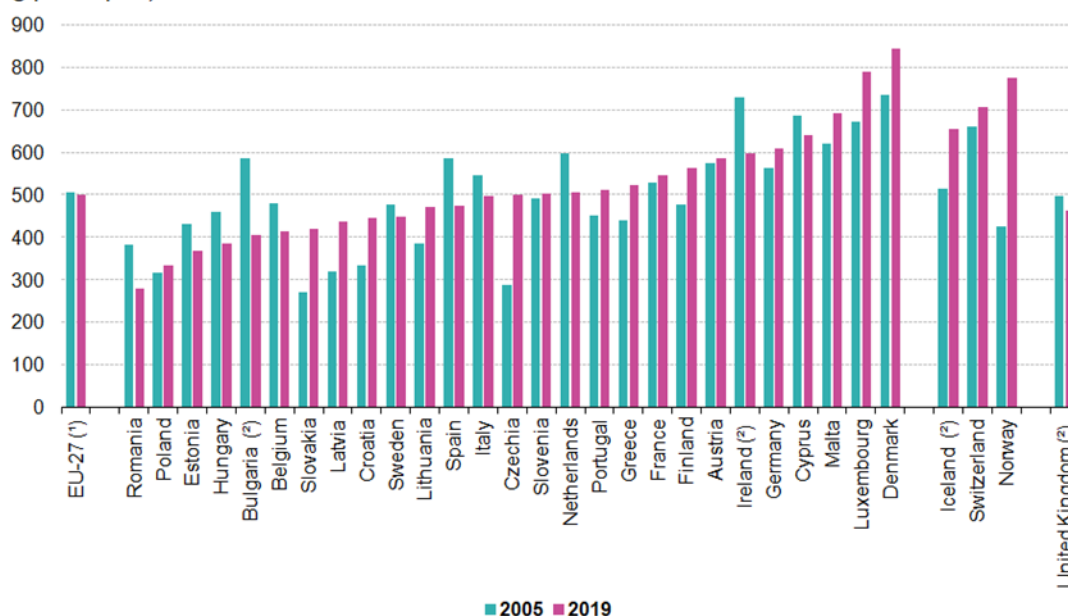


Figure 3: Generación de residuos municipales EU-27, 2005-2019. Fuente: Eurostat.

En 2019 se generaron alrededor de 225 millones de toneladas de residuos municipales en la UE. La cifra corresponde a 502 kg por persona. Dinamarca generó la mayor cantidad de residuos municipales por persona entre los Estados miembros de la UE en 2019 (844 kg), seguida de Luxemburgo (791 kg), Malta (694 kg), Chipre (642 kg) y Alemania (609 kg). Rumanía generó la menor cantidad de residuos municipales por persona (280 kg), seguida de Polonia (336 kg), Estonia (369 kg) y Hungría (387 kg). En general, los Estados miembros de la UE con un mayor producto interior bruto (PIB) producen significativamente más residuos per cápita que los que tienen un PIB inferior.

1.3.3 Práctica de Gestión y Tratamiento de Residuos

En Europa, la gestión de residuos municipales se puede realizar a través de diferentes modelos, dependiendo de si la responsabilidad de la gestión de residuos es pública, privada o compartida. El modelo más común es aquel en el que el servicio público es responsable de la gestión de residuos municipales. En concreto, los municipios están obligados a crear y mantener un sistema eficaz de gestión de sus residuos, incluida la recogida, el transporte, el tratamiento y la eliminación, que puede llevarse a cabo por sí mismos o mediante contratos con el sector privado. Sin embargo, la gestión de residuos municipales en Europa varía significativamente entre los Estados miembros (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2019) en lo que respecta a los elementos que tienen que ver con la producción de residuos, los modelos de recogida y las técnicas de tratamiento, pero también con la aplicación de las Directivas europeas relacionadas con los residuos, lo que dificulta una comparación clara con conclusiones valiosas. La figura 4 muestra la cantidad de residuos generados a escala de la UE y la cantidad de residuos por categoría de tratamiento en vertederos, incineración, reciclado de materiales, compostaje y otros.

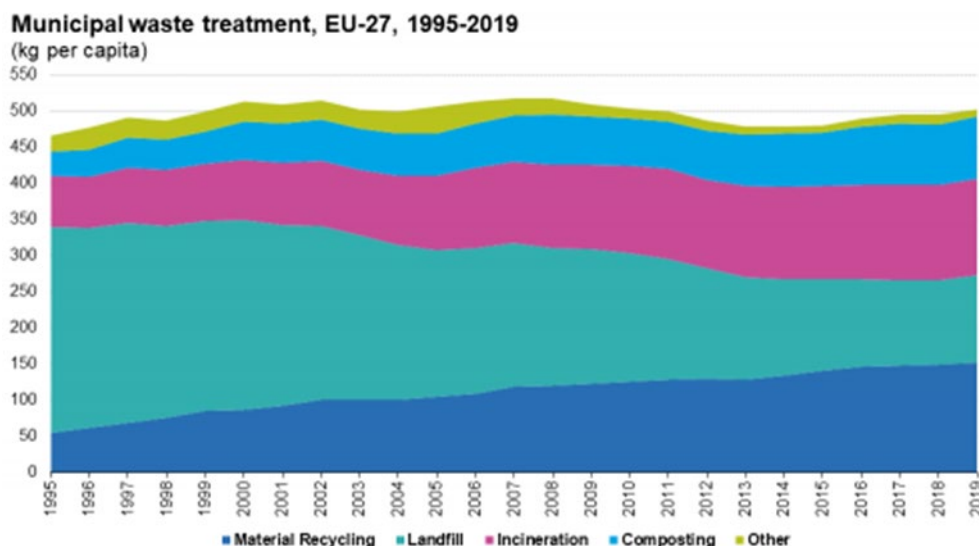


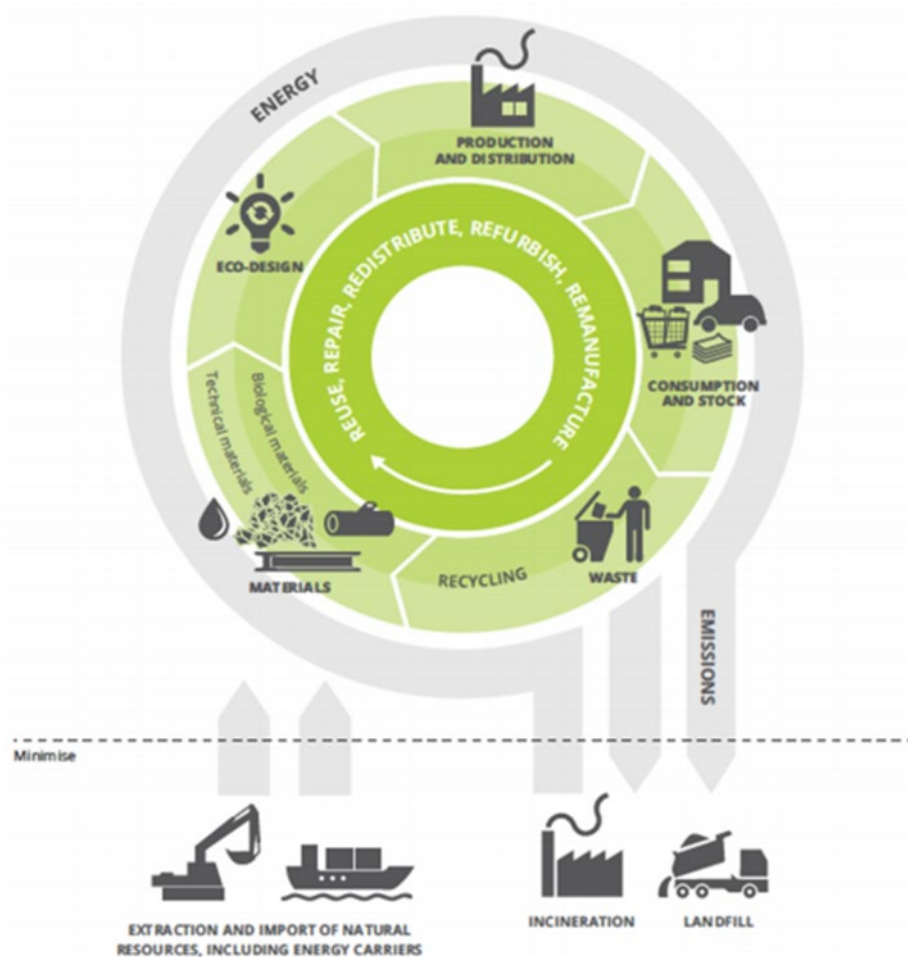
Figure 4: Generación de residuos municipales EU-27, 2005-2019. Fuente: Eurostat.

En cuanto al tratamiento de los residuos municipales generados, la cantidad total de residuos municipales depositados en vertederos en la UE disminuyó en 67 millones de toneladas, de 286 kg per cápita en 1995 a 54 millones de toneladas (120 kg per cápita) en 2019, lo que corresponde a una disminución media anual del 3,3 %. El porcentaje de vertederos disminuyó del 61 % en 1995 al 23 % en 2019, en parte atribuido a la aplicación de la legislación europea. La cantidad de residuos reciclados (reciclaje de materiales y compostaje) aumentó de 87 kg per cápita en 1995 a 239 kg per cápita en 2019 a una tasa media anual del 4,3 %. La proporción total de residuos municipales reciclados aumentó del 19 % al 48 %. La Comisión Europea adoptó un ambicioso paquete sobre la economía circular, que incluye propuestas legislativas revisadas sobre residuos con un objetivo común más elevado para el reciclado de residuos municipales y de envases y límites más bajos para el vertido de residuos municipales. De conformidad con la Directiva por la que se modifica la Directiva (UE) 2018/851, para 2025, al menos el 55 % de los residuos municipales en peso deberán reciclarse. Este objetivo aumentará al 60 % para 2030 y al 65 % para 2035. La incineración de residuos también ha crecido constantemente en el período de referencia, aunque no tanto como el reciclado y el compostaje. Desde 1995, la cantidad de residuos municipales incinerados en la UE ha aumentado de 70 kg per cápita a 134 kg per cápita en 2019.

1.3.4 Gestión de residuos municipales en la economía circular

La gestión de residuos municipales es actualmente un área importante de implementación de la Economía Circular en los países europeos. La CE recomendó a los países miembros que elaboraran documentos de planificación para la aplicación de la CE en diversos ámbitos de actividad, haciendo especial hincapié en los residuos municipales porque esta cuestión se da en todos los países (Smol et al., 2020). Central en el concepto de economía circular es la noción de que el valor de los materiales y productos se mantiene lo más alto posible durante el mayor tiempo posible, convirtiendo, si es posible, los residuos en un recurso. Esto ayuda a minimizar la necesidad de la entrada de nuevos materiales y energía, reduciendo así la presión ambiental vinculada al ciclo de vida de los productos, desde la extracción de recursos, pasando por la producción y el uso hasta el final de su vida útil. El aumento del reciclaje es parte de la

transición hacia una economía circular. En una economía circular, la distinción entre materias primas, productos y residuos se vuelve cada vez más poco clara. La figura 6 presenta una cifra simplificada de tal economía circular.



Source: EEA, 2015

Figure 5: Generación de residuos municipales EU-27, 2005-2019. Fuente: EN EL EEE.

1.3.5 Soluciones informáticas utilizadas en la Gestión Municipal de Residuos

La difusión de la tecnología en todos los aspectos de la sociedad es en gran medida el resultado de los continuos avances en el progreso de hardware y software y la caída de los costos. La transformación digital se caracteriza por la Comisión Europea (CE) como «una fusión de tecnologías avanzadas y la integración de sistemas físicos y digitales, el predominio de modelos de negocio innovadores y nuevos procesos, y la creación de productos y servicios inteligentes» (Going Digital (GD) Horizontal Project, 2017; Comisión Europea, 2020). En el caso de la gestión de residuos, se espera que la tecnología digital ponga en una perspectiva diferente la forma en que gestionamos los residuos. Algunos ejemplos de tecnologías digitales que se utilizan actualmente, pero que también se espera que tengan un gran impacto en el futuro, incluyen la robótica, el Internet de las Cosas, la computación en la nube, la inteligencia artificial, el análisis de datos y la tecnología de contabilidad distribuida (Agencia Europea del Medio Ambiente, 2020.a, b). En el contexto de la gestión de residuos, los robots se utilizan en

gran medida en la clasificación neumática que producen flujos de residuos definidos de alta pureza, pero también se utilizan en la identificación y clasificación de materiales reciclables y críticos a través de sistemas de reconocimiento de imágenes, escaneo de IR/visión de IA. Además, los algoritmos avanzados que pertenecen al dominio del aprendizaje automático se utilizan para la clasificación y el reconocimiento de patrones mejorando la eficiencia de la clasificación. Para la industria de residuos y reciclaje, las oportunidades de IoT existen sobre todo en contenedores compatibles con sensores, en el procesamiento simple y electrónico de la documentación y en la red de vehículos para mejorar la logística, mientras que el análisis de datos y las soluciones de software basadas en la nube facilitan el procesamiento y análisis de datos con el fin de identificar patrones y tendencias, extraer información valiosa, optimizar los flujos de trabajo mediante la estandarización y optimización de los procedimientos internos, la gestión de pedidos en tiempo real, la planificación de rutas y la optimización. Por último, la tecnología de contabilidad distribuida (Blockchain Technology) proporcionará soluciones para mejorar la gestión de residuos y la transición a una economía circular, ya que el seguimiento de los flujos de materiales y los residuos podría almacenarse y supervisarse fácilmente preservándolos en un libro mayor distribuido y conociendo la historia y el ciclo de vida del producto.

1.4 Educación Superior y Residuos Sólidos Municipales/Economía Circular

Nuestras sociedades siempre han estado produciendo residuos y continuarán haciéndolo en el futuro. Las diferencias en la composición de los flujos de residuos o las variaciones en las cantidades que produce una sociedad humana reflejan cambios en la tecnología, los métodos de producción, el estado económico, la cultura, etc. En general, la necesidad de tratar los residuos que producimos de manera eficiente es constante y también está sujeta a cambios y adaptaciones. El mundo avanza gradualmente hacia el concepto de Economía Circular, donde el consumo de materias primas y energía se reduce reutilizando los residuos e insertándolos en el ciclo de producción, produciendo energía a partir de residuos y aumentando la tasa de reciclaje. Esta transición requiere una reforma en los planes de estudios de educación superior que se ocupen de estas materias. Además, las propias universidades, como organizaciones, deben ser sostenibles. Deben contar con una estrategia de sostenibilidad bien definida con indicadores de sostenibilidad mensurables a disposición del público por razones de credibilidad y rendición de cuentas.

Tradicionalmente las universidades tienen tres funciones principales: enseñanza, investigación y transferencia de conocimientos y tecnología. Este último se refiere al uso específico y la transferencia de conocimiento académico para ayudar a resolver diversos desafíos sociales y constituye la base de este estudio. Las universidades actúan como motor de cambio para la sociedad, para estimular la transferencia de conocimientos a la economía regional, la administración pública y las organizaciones de la sociedad civil. Esta función o misión universitaria es ilustrada por Piirainen et al (2016) en la Tabla 1.

Table 1: Actividades universitarias y de tercera misión

Categoría	Salidas	Ejemplos de actividades y servicios
Investigación, desarrollo e innovación (I+D+i, transferencia de tecnología)	—Contratos con la industria —Contratos con organismos públicos	—Formación de estudiantes —Licencias

	<ul style="list-style-type: none"> —Propiedad intelectual —Spin-offs —Difusión 	<ul style="list-style-type: none"> —Consultancia y asesoramiento —Investigación comisionada —Investigación colaborativa
Educación continua (Extensión)	<ul style="list-style-type: none"> —Recursos humanos —Acceso al conocimiento y a los recursos 	<ul style="list-style-type: none"> —Programas de doctorado industrial —Programas de MBA —Materiales didácticos de acceso abierto —Acceso a infraestructuras científicas, bibliotecas, laboratorios
Compromiso social y diálogo (Compromiso)	<ul style="list-style-type: none"> —Participación en la elaboración de políticas —Participación en la vida social y cultural —Comprensión pública de la ciencia 	<ul style="list-style-type: none"> —Visitas al campus, jornadas de puertas abiertas —Campamentos y ferias científicas —Museos —Participación del estudiante y del personal en la vida cultural

Por lo tanto, a través de este estudio y el análisis de los actuales currículos universitarios sobre gestión de RSU y CE, nuestro objetivo es describir y proponer un plan de estudios integrado que no solo aborde las necesidades contemporáneas sino que también incorpore todos los últimos avances tecnológicos y herramientas innovadoras del campo de TI y blockchain.

2 Planes de estudio de gestión de residuos municipales

2.1 Estonia

El sistema estonio de educación superior se basa en cuatro pilares (Ministerio de Educación e Investigación, 2021):

1. Universidades Públicas (6): Academia de Artes de Estonia, Academia de Música y Teatro de Estonia, Universidad de Ciencias de la Vida de Estonia, Universidad de Tallin, Universidad Tecnológica de Tallin, Universidad de Tartu
2. Universidades privadas (1): Escuela de Negocios de Estonia
3. Instituciones privadas de enseñanza superior profesional (5): Instituto de Teología de la Iglesia Evangélica Luterana de Estonia, Seminario Teológico Metodista Estonio, Euroacademia, Universidad de Emprendimiento de Estonia para Ciencias Aplicadas, Seminario Teológico Tartu
4. Instituciones estatales de enseñanza superior profesional (8): Estonian Aviation Academy, Estonian National Defence College, Lääne-Viru College, Estonian Academy of Security Sciences, TTK University of Applied Sciences, Tallinn Health Care College, Pallas University of Applied Sciences, Tartu Health Care College

Estas instituciones ofrecen una amplia gama de programas de estudio: de lo social y teológico a lo técnico y a la informática. Además, el emprendimiento, la seguridad, la medicina y la salud, la aviación, las ciencias veterinarias y naturales, los temas técnicos aplicados se abordan en la amplia gama de estudios que ofrecen estas instituciones de educación superior.

En el siguiente análisis nos hemos centrado en 4 universidades públicas más grandes de Estonia: Universidad Tecnológica de Tallin (TalTech), Universidad de Tallin (TLÜ), Universidad de Tartu (TÜ) y Universidad Estonia de Ciencias de la Vida (EMÜ). La selección de estas universidades se realizó en base a su formación en ciencias técnicas y naturales, por lo que se asumió que podrían ofrecer el mayor número de programas de estudio, que están relacionados con temas de gestión de RMS o Economía Circular. Además, estas son las universidades más grandes de Estonia por el número total de estudiantes. Según la Oficina de Estadística de Estonia en 2019, el número total de estudiantes en estas cuatro universidades comprende el 74 % del número total de estudiantes que participan en estudios de educación superior de licenciatura, maestría, licenciatura integrada y maestría, doctorado o profesional (33 464 vs 45 178 estudiantes en total) (Estadísticas estonias, 2021).

Los temas de Gestión de Residuos o Economía Circular se cubrieron en mayor o menor extensión en los cuatro currículos de las universidades examinadas:

- En la Universidad Tecnológica de Tallin, los temas de RSU o Economía Circular se encontraron principalmente en las asignaturas de la Escuela de Ingeniería y, hasta cierto punto, en la Escuela de Ciencias. No se encontraron temas a este respecto solo en la Academia Marítima de Estonia.
- En general, los temas de sostenibilidad (incluida la gestión de residuos) se presentaron muy bien en los planes de estudios de la Universidad de Tallin. La mayoría de las asignaturas relacionadas con mayor o menor extensión a RSU o Economía Circular se encontraron en la Escuela de Ciencias Naturales y Salud y menos materias se encontraron en los currículos de la Escuela de Tecnologías Digitales.

- Los cursos relacionados con la gestión de residuos sólidos en la Universidad de Tartu se impartieron principalmente en los planes de estudios relacionados con la tecnología ambiental (a nivel de licenciatura y maestría) en la Facultad de Ciencia y Tecnología. En menor extensión, la economía circular se integró a algunos temas de la biología y la conservación de la biodiversidad y la economía de los planes de estudios de administración de empresas. Un curso gratuito en línea «Audición de gestión de residuos» está disponible para todos los estudiantes interesados de forma gratuita.
- En la Universidad de Ciencias de la Vida de Estonia, los cursos obligatorios relacionados con la gestión de residuos sólidos y la economía circular se encontraron principalmente en los planes de estudios centrados en la protección del medio ambiente tanto en el nivel de licenciatura como en el máster. En los planes de estudio de nivel maestro «Gobernanza ambiental y adaptación al cambio climático» hay un bloque separado dedicado a la gestión de residuos y la economía circular. Varios temas en el nivel de licenciatura y maestría, que cubren RSU y economía circular a menor extensión, se centran principalmente en la gestión y protección del medio ambiente, así como en la bioeconomía sostenible.

2.2 Alemania

Las instituciones de educación superior y de tercer nivel de Alemania

El sistema alemán de educación de tercer nivel se basa en tres (o cuatro, dependiendo de la perspectiva) pilares:

1. **Universidades públicas de tamaño completo con** una distribución equilibrada entre la enseñanza, la investigación y la transferencia
2. **Universidades públicas de ciencias aplicadas** (aparecen bajo una variedad de designaciones) con a menudo una misión docente altamente específica y un perfil de investigación aplicada que enfatiza la transferencia a la comunidad empresarial y a la sociedad en general
3. **Las universidades privadas** (a menudo de ciencias aplicadas) ofrecen en su mayoría perfiles específicos de enseñanza y, a veces, de investigación, principalmente en disciplinas de masas como negocios, TI, ciencias sociales y comunicación. No hay ofertas conocidas de residuos ni títulos de economía circular en este sector.
4. Un pilar adicional en la educación de tercer nivel es **la educación profesional** como alternativa a los estudios de nivel universitario. La educación profesional ofrece una gran variedad de cursos de formación a largo plazo que conducen a perfiles ocupacionales altamente especializados y certificados que permiten a los graduados desempeñar funciones técnicas, sociales y administrativas profesionalmente. Los programas de formación profesional certificados combinan la capacitación basada en el trabajo con la instrucción universitaria teórica y vienen con un contrato de trabajo bajo el derecho privado. Las ocupaciones certificadas son, p. ej.
 - Técnico de suministro, reciclaje y flujo de materiales (*Fachkraft für Kreislauf- und Abfallwirtschaft*) (FachKrW 2021)
 - Master Craftsman de Economía Circular (*Meister in Kreislauf- und Abfallwirtschaft*) (MeiKrW 2021) Una característica específica de la educación profesional (2-3 años de formación en el puesto de trabajo en

la universidad profesional, contrato de trabajo de Derecho privado) es la combinación con un título académico (Fig. 7). A partir de ahora, esta opción es muy solicitada por los estudiantes de las disciplinas clásicas de negocios e ingeniería, pero aún no se ha extendido a la gestión de residuos. Sin embargo, es probable que este programa de doble flujo encuentre una inmensa popularidad una vez más las universidades ofrecen títulos más específicos de Economía Circular o Gestión de Residuos o Negocios Sostenibles.

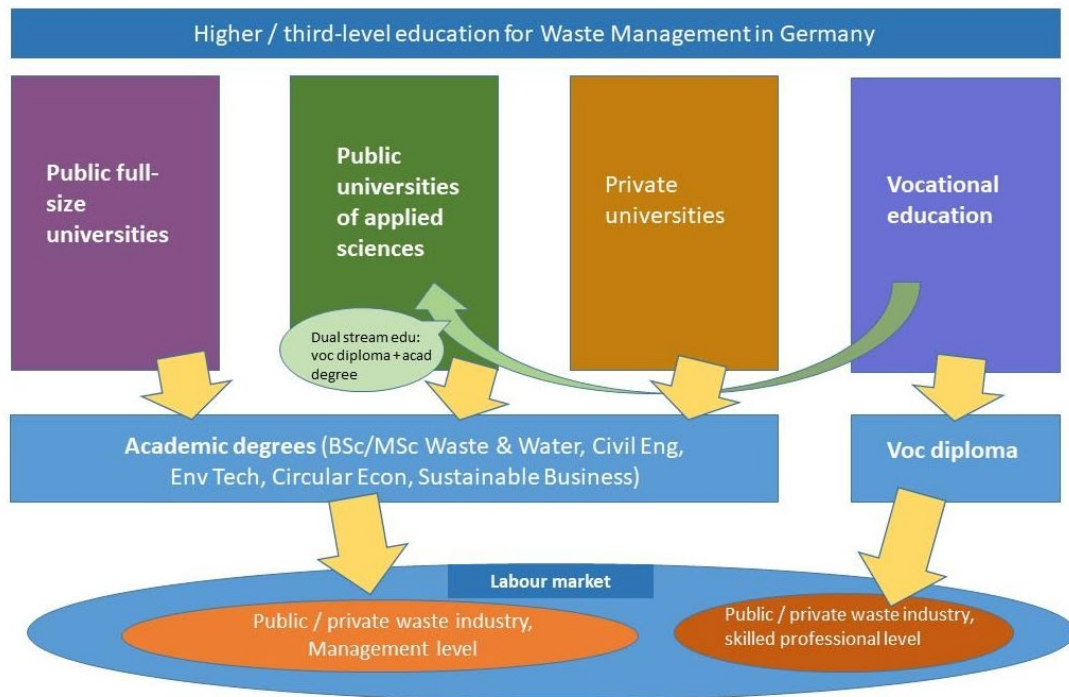


Figure 6: Este diagrama muestra las opciones clásicas más las variaciones educativas específicas que conducen al mercado laboral de gestión de residuos (fuente: R. Lenz y B. Kleinheyer).

A los efectos de este estudio, este pilar se considerará como una de las cuatro opciones educativas, ya que los planes de estudios profesionales muestran el repertorio más elaborado y detallado de elementos de aprendizaje, habilidades y perfiles profesionales relacionados con los residuos, incluso si su objetivo taxonómico está por debajo del nivel académico.

Gestión de residuos y economía circular en los planes de estudios universitarios

Los perfiles de estudio y formación relacionados con la gestión de residuos y la economía circular se pueden encontrar en los pilares 1, 2 y 4, principalmente como parte de grados más amplios y a menudo aparecen bajo el nombre de Estudios de *Economía Circular*, *Estudios de Sostenibilidad* o *Economía de Residuos*. Al igual que en otros países, el cambio de concepto de la gestión de residuos a la economía circular ha pasado a la elaboración de planes de estudios universitarios en Alemania, al menos en términos de redacción.

Los estudios de gestión de residuos o Economía Circular se pueden encontrar como parte de este tipo de titulaciones (sin diferencia entre la gestión de residuos municipales y del sector privado):

Perfiles de grado			
Gestión de residuos/Economía circular en estudios clásicos de ingeniería (principalmente Ingeniería Civil)	Estudios de Gestión de Residuos/Economía Circular como parte de Tecnologías Ambientales e Informática Ambiental	Gestión de residuos /Estudios de economía circular como parte de los estudios de negocios y economía	Gestión de Residuos Municipales como módulo de cursos de Ingeniería

(fuente: Rainer Lenz y Bernd Kleinheyer)

- **Estudios de Ingeniería Clásica**

Con el fin de comprender el nivel de penetración de los estudios de Gestión de Residuos/Economía Circular, se han considerado programas de ingeniería más amplios y más generales y se han analizado sus contenidos en módulos específicos de Gestión de Residuos/Economía Circular.

Estudios de Gestión de Residuos como parte de los grados de Ingeniería Civil

La gestión de residuos y tecnologías se ofrecen, en la mayoría de los casos, como uno de varios temas, módulos o asignaturas optativas en programas de grado de ingeniería en 12 facultades (niveles de grado y posgrado). La mayoría de estos títulos tendrían un perfil de Ingeniería Civil y ofrecerían módulos de base convencionales como Física de la Construcción, Análisis Estructural, Mecánica de Fractura e Integridad, Elementos Finitos, etc. y especialización como Obras Públicas, Agua, Utilidad y Sistemas de Suministro y también Residuos, a menudo junto con el Agua. La economía circular generalmente aparecerá como una línea lateral secundaria si es que lo hace. No es sorprendente que la digitalización generalmente no se encuentre como un tema transversal, por no hablar de Blockchain o tecnologías de información específicas.

Estudios de Gestión de Residuos como grados de tamaño completo

El número de títulos completos en Gestión de Residuos o Estudios de Economía Circular es muy limitado. Pocas universidades parecen haberse arriesgado a ofrecer títulos altamente especializados centrados en los residuos en una economía circular. Una posible razón podría ser que, a nivel operativo y de taller, los perfiles profesionales altamente especializados (véase el pilar 4 supra) hayan estado en el mercado de trabajo durante al menos 20 años, mientras que los puestos que requieren habilidades de gestión específicas parecen haberse cubierto con titulares de títulos de tecnologías medioambientales o de ingeniería civil, es decir, cualificaciones más amplias que comprenden principalmente una visión general básica de las tecnologías de gestión de residuos. No está claro si la industria de residuos tiene poca demanda de habilidades de «desperdicio» más profundas y específicas o si esas habilidades son tan difíciles de encontrar que las habilidades de ingeniería más generales se consideran el equivalente más cercano.

Las pocas universidades que **ofrecen títulos** independientes centrados en la gestión de residuos son

- [Universidad Tecnológica de Berlín,](#)
- [Universidad Tecnológica de Clausthal](#)
- [Universidad Tecnológica de Dresde](#)
- [Universidad de Stuttgart,](#)

y, como la única universidad de ciencias aplicadas en la parte superior del ranking

- [Magdeburg-Stendal Universidad de Ciencias Aplicadas](#)

La mayoría de ellos tendrán módulos específicos sobre la economía circular en sus planes de estudio.

- **Los estudios de Gestión de Residuos** como parte de **Tecnologías Ambientales e Informática Ambiental** Típicas de Tecnologías Ambientales comprenden una amplia selección de tecnologías específicas del sector: energía, fabricación, movilidad, emisiones, purificación de agua, materiales de construcción y también gestión de residuos/economía circular. También ofrecen módulos transversales como contabilidad y gestión de sostenibilidad, comunicación y otros, y parecen estar dirigidos a solicitantes de ingeniería que buscan un grado versátil y algo «holístico» sin comprometerse con un perfil específico del sector. Sin embargo, el desperdicio es un tema secundario que aparece típicamente, si es que lo hace, en uno o dos módulos. Dada la naturaleza interdisciplinaria de estos títulos, parecen ofrecer un potencial para integrar las tecnologías digitales en sus planes de estudio, ya que también se centran en las habilidades de gestión y dirección de procesos. En cuanto a los títulos de Informática Ambiental, su perfil típico es más en soporte de gestión, estadística, técnicas de medición y ciencia de datos sin acercarse a la digitalización de procesos completos en la cadena de residuos. Dada la función de soporte de gestión basada en TI, estos títulos podrían, en el futuro, absorber las tecnologías de procesos digitales (por ejemplo, el análisis de Big Data y la IA) en sus planes de estudios, permitiendo así que los gestores de sistemas de economía circular obtengan valor de la digitalización.
- **Los estudios de gestión** de residuos como parte **de los estudios de negocios y economía** de las universidades alemanas ofrecen, bajo diversas designaciones, un número pequeño pero creciente de títulos en la línea de gestión de la sostenibilidad. Se dirigen a los estudiantes que desean conciliar el negocio y la gestión con la conciencia ambiental y social y la responsabilidad. Teniendo en cuenta el amplio espectro de sectores que esperan el «cambio de sostenibilidad», los residuos y la economía circular son y serán solo uno de los diversos sectores abordados. Estos grados generalmente se centran en la gestión no técnica y el análisis de negocios desde una perspectiva de sostenibilidad. Teniendo en cuenta el impacto rápidamente creciente de la toma de decisiones basada en datos y las técnicas de gestión digitalizadas, tarde o temprano incorporarán, por ejemplo, el análisis de Big Data y la computación distribuida como Blockchain, siempre que sus planificadores estén listos para dedicar mucha más capacidad de módulo a las habilidades de TI. Esto permitirá a los graduados asumir responsabilidades en la cambiante industria de residuos sin adquirir perfiles específicamente relacionados con el sector.
- **La Gestión de Residuos Municipales** como tema de módulo por derecho propio entre los grados que suministran habilidades de ingeniería relacionadas con los ciclos de residuos, rara vez se abordan los detalles de los servicios de residuos del sector público. El único grado que hace una mención pasajera de los entornos del sector público es la Ingeniería Ambiental de Technische Hochschule OWL BSc. Por lo tanto, a efectos del presente proyecto, no se tendrá en cuenta la cuestión de la gobernanza pública o privada a la hora de determinar la penetración de los estudios de gestión de residuos y los planes de estudio en los estudios universitarios en Alemania. Por lo tanto, no se hará distinción entre la Gestión de

Residuos y la Gestión Municipal de Residuos y los respectivos programas de estudio. Sin embargo, sería engañoso concluir de esto que el estatuto jurídico y la gobernanza (pública/privada) son cuestiones irrelevantes que no vale la pena aparecer como temas relacionados con los residuos. Debe recordarse por lo que se dijo anteriormente que la mayoría de los currículos analizados aquí son de tipo de ingeniería y solo proporcionan, si es que lo hacen, habilidades jurídicas y empresariales básicas. Por lo tanto, se puede suponer que se prestará más atención a los aspectos de gobernanza y los respectivos planes de estudio una vez que el sector de los residuos haya realizado, en la forma en que lo ven tanto los usuarios como los operadores, el cambio total de la orientación de la eliminación lineal a un motor de economía circular.

Todos los grados pertinentes considerados, se puede afirmar que:

- ... los residuos y la economía circular se encuentran predominantemente como sujetos de títulos de ingeniería «sectorial» (principalmente civil)
- ... los títulos populares de Tecnologías Ambientales con su amplio carácter proporcionan, a partir de ahora, solo pocas habilidades específicas para el sector de los residuos, pero, a cambio, a menudo construyen una «mentalidad circular» que fomenta la sostenibilidad y el pensamiento de eficiencia de los recursos.
- en su gran mayoría, tratan los residuos y la economía circular como uno de varios sectores o disciplinas ambientales regidas por principios específicos y presentadas en sus características básicas.
- ... los residuos o la economía circular se han convertido en el tema definitorio para grados específicos solo en cuatro o cinco casos, lo que sugiere que la demanda de graduados con habilidades específicas de «residuos» o economía circular sigue siendo limitada.

2.3 Grecia

Educación superior en Grecia

La educación superior es la última etapa del sistema de educación formal en Grecia. De conformidad con la Constitución griega (artículo 16), la enseñanza superior es pública y solo la imparten las instituciones de enseñanza superior. Las entidades jurídicas de Derecho público son entidades jurídicas de Derecho público.

El número total de instituciones de enseñanza superior es de 25, con 141 escuelas y 431 departamentos/divisiones.

Gestión de residuos y economía circular en los planes de estudios universitarios

Después de examinar todo el sector de la educación superior en Grecia para cursos municipales de residuos sólidos y economía circular, módulos o títulos completos, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Se encontraron un total de 25 cursos de pregrado y 7 de postgrado.
- También se encontraron 2 programas de postgrado y 1 programa corto (e-learning):
 - Universidad de Tesalia: MSC «Gestión sostenible del cambio ambiental y la economía circular»
 - Universidad Abierta Helénica: MSC «Gestión de residuos» y programa corto «Introducción a la gestión de residuos»
- Como regla general, los cursos forman parte de los currículos de las Escuelas de Ingeniería. Generalmente Departamentos de Ingeniería Civil, Química y Ambiental.

- El programa de estudios de los cursos se centra en los residuos en general y en las tecnologías de tratamiento. Algunos cursos se centran específicamente en RSU. Para la mayoría, RSU forma parte del material didáctico del curso.
- Otro tema popular incluido en el material didáctico es el reciclaje, la reutilización y la recuperación de materiales. Los principios de la economía circular se mencionan en muy pocos casos.
- Ningún curso ofrece enseñanza sobre TI/tecnologías inteligentes/blockchain en RSU.

2.4 Los Países Bajos

En los Países Bajos no existen programas completos sobre gestión de residuos o gestión de residuos. Sin embargo, hay una serie de programas que se centran en la economía circular y están dirigidos a las ciudades. Hemos revisado las ofertas de universidades holandesas y universidades de ciencias aplicadas y seleccionado aquellos programas que dedican parte de su enseñanza o investigación a la gestión de residuos. A menudo, esta es una parte limitada del programa total. Las universidades holandesas que ofrecen gestión de residuos urbanos como parte del plan de estudios en menor de las partes principales son:

Wageningen University & Research (WUR),

—Gestión Ambiental Urbana, Programa de Maestría Completo.

El programa de MSc Gestión Ambiental Urbana es un programa internacional e interactivo que proporciona un plan de estudios equilibrado de teoría, herramientas y aplicación. Su objetivo es capacitar a los estudiantes para guiar el futuro a lo largo del camino de la urbanización sostenible. La gestión de residuos forma parte del programa.

—Living Lab — Análisis Metropolitano, Diseño e Ingeniería.

En el Living Lab, los estudiantes de la maestría de Análisis Metropolitano, Diseño e Ingeniería trabajan en casos de la vida real dentro de la ciudad de Amsterdam. La gestión de residuos forma parte de las numerosas cuestiones que se están examinando.

Erasmus University Rotterdam — Erasmus School of Social and Behavioural Sciences (Escuela Erasmus de Ciencias Sociales y del Comportamiento)

Gestión y Desarrollo Urbano, Programa de Maestría Completo.

La especialización de Infraestructura y Ciudades Verdes dentro del M.Sc. en Gestión y Desarrollo Urbano aborda la planificación, gestión y financiación de la infraestructura urbana utilizando una lente de infraestructura inteligente y verde. La pista se centra en temas como el transporte público, el agua potable, el saneamiento y la gestión de residuos, la energía (renovable) y la infraestructura digital, incluidas las tecnologías relacionadas con las soluciones de «ciudad inteligente».

Universidad de Amsterdam, Track Environmental Management, parte del Máster en Ciencias de la Tierra

Gestión Ambiental es un programa que integra conocimientos de disciplinas de ciencias naturales como la geografía (física), la ecología del paisaje, la química ambiental, la sostenibilidad y la gestión de la transición. La gestión de residuos es uno de los temas tratados

en esta pista. También se están llevando a cabo investigaciones sobre la gestión de residuos urbanos en Ámsterdam

Universidad de Twente, Gestión Ambiental y Energética

El núcleo de este programa de un año impartido en inglés consta de tres dominios interconectados de sostenibilidad: El medio ambiente, Energía y agua.

El programa enseña la gestión y gobernanza interrelacionadas de estos tres ámbitos cruciales, con respecto a la mitigación y adaptación al cambio climático, la resiliencia, la transición energética, el emprendimiento circular y social, y el logro (relacionados) de objetivos de desarrollo sostenible (ODS). La gestión de residuos es uno de los temas tratados en este programa.

Cursos de formación profesional

Las consultas realizadas a una serie de contactos de campo en el sector de RSU revelan que muchos estudiantes que vienen a hacer una pasantía o tesis tienen antecedentes en ingeniería civil y han desarrollado un interés en el campo de los propios RSU. El sector forma a estas personas o organiza cursos de actualización y formación para profesionalizar el sector y formar a nuevos empleados. Los ejemplos son:

- Formación en gestión de residuos y recursos, Studiecentrum voor Bedrijf en Overheid, programa de 5 días, <https://www.sbo.nl/milieu-ro/opleiding-afvalmanagement/>
- Gestión de la formación en la economía circular, Studiecentrum voor Bedrijf en Overheid, programa de 5 días, <https://www.sbo.nl/milieu-ro/opleiding-regie-circulaire-economie/>
- Curso básico en Derecho de Gestión de Residuos, Berghauser Pont Academy, curso de 1 día, <https://www.berghauserpontacademy.nl/aanbod/cl171/basiscursus-afvalstoffenrecht/>

2.5 España

El sistema universitario español se compone de un total de 82 universidades con las siguientes características: 50 universidades públicas (47 en el campus, 1 fuera del campus y 2 universidades especiales -UIMP y UNIA-) y 32 universidades privadas (28 en el campus y 4 fuera del campus).

El número total de estudiantes matriculados en el Sistema Universitario Español (SUE) en el curso 2019-2020 es de 1.633.358. Los estudiantes de grado y licenciatura representan el 80,2 % de los estudiantes matriculados, los estudiantes de maestría 14,3 % y los estudiantes de doctorado 5,5 %. El 80,5 % de los estudiantes están matriculados en universidades públicas. Los estudiantes en universidades no presenciales representan el 16,2 % del total.

Los estudios universitarios son cursos oficiales de educación superior de carácter voluntario que capacitan a los estudiantes para el ejercicio de actividades profesionales.

La unidad de medida utilizada en el marco del EEES para estructurar los planes de estudios universitarios son los créditos ECTS (European Credit Transfer System). Cada crédito incluye entre 25 y 30 horas de actividad estudiantil, incluyendo horas de aprendizaje en el aula, horas

de estudio, tutoriales, tareas, etc. En términos generales, 60 créditos ECTS equivalen a un año académico.

Los títulos universitarios incluyen tres tipos de asignaturas:

- **Materias básicas:** estos son obligatorios y están vinculados a las diferentes ramas del conocimiento en las que se organizan los cursos de grado. Se debe tomar un mínimo de 60 créditos de asignaturas básicas en cada grado, que se reconocerá si un estudiante se mueve entre títulos relacionados.
- **Materias obligatorias:** asignaturas con contenido específico al grado que deben ser tomadas por todos los estudiantes.
- **Asignaturas opcionales:** se trata de materias que los estudiantes deben elegir entre las propuestas por el programa de grado en base a sus intereses académicos o profesionales. Se pueden agrupar en caminos.

Además, el plan de estudios de un título universitario culmina necesariamente con la preparación del proyecto de grado final (TFG), y también puede incluir pasantías externas y otras actividades de formación, como, por ejemplo, seminarios.

Los cursos, títulos, maestrías y doctorados que, a priori, tienen una mayor relación con la gestión de residuos y la economía circular son:

Especialización en Gestión y Tratamiento de Residuos (UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO/EUSKAL HERRIKO UNIBERTSITATEA)

<https://www.ehu.eus/es/web/master/master-ingenieria-ambiental/programa>

La incorporación progresiva en la legislación de directivas europeas en materia medioambiental, la creciente sensibilidad social, la responsabilidad civil y penal de las empresas por los daños causados al medio ambiente, los problemas de la contaminación atmosférica y el aumento progresivo de los residuos, especialmente los residuos tóxicos y peligrosos, entre otros, han obligado a las empresas y a las administraciones públicas a desarrollar e incorporar herramientas eficaces de gestión ambiental, requiriendo la implementación de políticas ambientales eficaces para lograr una mejora continua del medio ambiente.

Conscientes de esta realidad, nuestra institución, desde una política de anticipación, ha venido ofreciendo una formación especializada que permite intervenir de manera segura y eficaz en la gestión del medio ambiente.

Experto en Economía Circular (Universidad de Cádiz)

https://formacion.fueca.es/?curso=oeu201122_i-experto-en-economia-circular

Adquisición de conocimientos teóricos y prácticos suficientes para afrontar con éxito la transición de una economía lineal a una circular.

Sensibilizar y capacitar a los estudiantes sobre el enfoque del ciclo de vida y herramientas como el diseño ecológico, la huella ambiental, el agua y el carbono, el análisis del ciclo de vida y la gestión de residuos.

Sensibilizar y formar a expertos profesionales en economía circular para hacer frente a los futuros retos empresariales a fin de cumplir los objetivos fijados por la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible y el nuevo paquete de directivas sobre economía circular publicado por la Unión Europea.

Máster Universitario en Gestión, Tratamiento y Valorización de Residuos Orgánicos

(Universidad Miguel Hernández de Elche)

<http://masterresiduos.edu.umh.es/>

El máster le ofrece la oportunidad de especializarse en el tratamiento, gestión y recuperación de residuos orgánicos y embarcarse en una carrera de investigación a través de un programa de doctorado.

Curso de Gestión de Residuos Municipales (IUSC)

<https://www.iusc.es/ambientales/item/gestion-de-residuos-municipales-pres>

La incorporación progresiva de las directivas medioambientales europeas en el ordenamiento jurídico nacional español, las responsabilidades asociadas a la gestión incorrecta de las actividades y la creciente conciencia social, han obligado a las empresas e instituciones públicas a desarrollar sistemas y planes de gestión de residuos eficaces. Hoy en día, hay muchas instalaciones de gestión de residuos en operación o en construcción, instalaciones que deben ser administradas por profesionales capacitados en la especialidad.

Conscientes de esta realidad, nuestra institución ofrece con este curso una formación especializada específicamente diseñada para lograr una formación efectiva en la gestión segura y eficiente de los residuos.

Máster Universitario en Gestión de Residuos Urbanos (ESNECA)

https://www.mastermania.com/master-en-gestion-de-residuos-urbanos-online-296764_q08.html

El máster en gestión de residuos urbanos está dirigido a empresarios, empresarios o trabajadores en el campo de los residuos. Proporciona conocimiento de la recogida y transporte de residuos urbanos o municipales, el tratamiento de residuos urbanos o municipales y la gestión de residuos inertes.

Máster en Gestión, Tratamiento y Uso de Residuos. (Universidad de Valencia)

https://postgrado.adeituv.es/es/cursos/area_de_seguridad_salud_y_medio_ambiente-6/tratamiento-aprovechamiento-residuos/datos_generales.htm

La incorporación progresiva en la legislación de las directivas europeas sobre residuos y la responsabilidad civil y penal de las empresas por los daños causados al medio ambiente, la contaminación, el aumento de los residuos ha obligado tanto a las empresas como a las administraciones públicas a desarrollar e incorporar herramientas de gestión ambiental para eliminar y minimizar el problema. Es por eso que el Máster en Gestión, Tratamiento y Uso de Residuos ofrece una ventana de oportunidades en este sentido.

La eliminación, reducción y reciclaje de residuos, la maximización de los recursos disponibles, así como el uso máximo de aquellos elementos cuya generación no pudo evitarse, son temas urgentes a tratar. Consciente de ello, la Universitat de València cuenta con formación especializada para una formación eficaz para intervenir de manera segura y eficiente en la gestión del medio ambiente.

Curso de Economía Circular e Innovación. (Escuela de Empresa)

<https://escueladeempresa.com/cursos-universitarios-6-meses/economia-y-financiera/curso-en-economia-circular-e-innovacion/>

Proporcionar a los participantes conocimientos y herramientas en el campo de la economía circular y la innovación que puedan utilizarse para mejorar el valor de los territorios, organizaciones y empresas.

Máster Universitario en Economía Circular y Desarrollo Sostenible (Universidad Internacional de Valencia)

<https://www.universidadviu.com/es/master-economia-circular-desarrollo-sostenible>

Proporciona a los estudiantes los conocimientos teóricos y prácticos para obtener una visión global y transversal de todas las áreas y sectores de aplicación más importantes de la Economía Circular y Desarrollo Sostenible. Los graduados podrán diseñar estrategias que permitan a las empresas privadas y públicas reorientar su modelo de producción actual al modelo circular que necesitamos, al tiempo que promueven el emprendimiento y la innovación como formas de generar riqueza y empleo.

Máster Universitario en Economía Circular (Universidad de Burgos)

<https://www.ubu.es/master-universitario-en-economia-circular-semipresencial>

La transición de la economía lineal a la circular implica combinar diferentes medidas técnicas y estratégicas, adquirir conocimientos sobre análisis del ciclo de vida, diseño ecológico, gestión eficiente de la energía, eficiencia y rentabilidad en el uso de recursos y gestión de residuos, incorporación de los costes ambientales en los precios, sustitución del consumo por uso, mejora de los sistemas de producción, fabricación lean, gestión de productos y empresas en economía circular, nuevos modelos de negocio,... entre otros.

Máster Universitario en Economía Circular (Universidad de Navarra)

<http://www.unavarra.es/sites/masteres/economia-y-empresa/economia-circular/presentacion.html>

Adquirir una formación multidisciplinar, desde aspectos científico-técnicos hasta económicos-jurídicos, indispensables para la implementación de los principios de la economía circular en empresas e instituciones públicas y privadas. Prepárate para participar en el diseño de un futuro orientado al desarrollo sostenible.

Máster Universitario en Economía Verde y Circular (INESEM Business School)

<https://www.inesem.es/Master-Economia-Verde-Circular>

Entre los objetivos de la ONU para 2030 se encuentran la acción climática y la producción y el consumo responsables, que solo pueden lograrse a través de nuevos modelos económicos y de producción que conduzcan a un mejor desarrollo social y ambiental. En vista de ello, está surgiendo un nuevo mercado laboral con futuro y consciente de la necesidad de cambio: el Máster en Economía Verde y Circular es una oportunidad y un instrumento para lograr estos objetivos.

Máster Universitario en Economía Circular, especializado en Minerales y Productos de Construcción. (Universidad Politécnica de Madrid)

[https://www.upm.es/Estudiantes/Estudios Titulaciones/Estudios Master/Programas?id=13.7&fmt=detail](https://www.upm.es/Estudiantes/Estudios_Titulaciones/Estudios_Master/Programas?id=13.7&fmt=detail)

El Máster Universitario en Economía Circular es un nuevo programa de posgrado Intercenter con un bloque de formación común y dos itinerarios diferenciados: Consumo y Gestión de Capital Natural, Minerales y Productos de Construcción, coordinados respectivamente por la

Escuela de Ingeniería Forestal, Forestal y del Medio Natural (ETSIMFMN) y la Escuela de Ingeniería Agropecuaria, Alimentaria y Biosistemas (ETSIAAB), ambas de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

Experto universitario en economía circular e ingeniería (Universidad Católica de Murcia)

<https://www.ucam.edu/estudios/postgrados/economia-e-ingenieria-circular>

La Economía Circular e Ingeniería (CEE) surge como una alternativa a la producción tradicional, sostenible en el tiempo, que enfatiza la gestión de los recursos materiales, energéticos y hídricos, y la reducción de externalidades negativas, como las emisiones de CO2 y los residuos. La responsabilidad de las empresas, instituciones y ciudadanos implica actuar para cambiar el modelo actual hacia uno más sostenible, como la Economía Circular y la Ingeniería Circular.

Este programa organizado por la Cátedra Internacional de Responsabilidad Social de la UCAM trata de abordar todos estos dilemas y preguntas a través de una formación combinada y online de 500 horas.

Curso de Economía Circular. Nuevo modelo económico de producción y consumo. (Instituto Superior del Medio Ambiente)

<https://www.ismedioambiente.com/programas-formativos/economia-circular/>

En el curso de Economía Circular veremos cómo, a través de la economía circular: las empresas pueden crear valor reutilizando y reciclando productos; y los diseñadores pueden llegar a soluciones inteligentes, con las que contribuir a los principios de la economía circular.

Taller de Economía Circular y Residuos Cero (AEC)

<https://www.aec.es/formacion/catalogo-cursos/taller-de-economia-circular-y-residuo-cero-en-directo/>

Analizar el papel fundamental de la gestión de residuos en el modelo de negocio de crecimiento sostenible en su cambio hacia una economía circular.

Presentar oportunidades que se están abriendo en relación con la gestión de residuos: valorizar y monetizar subproductos y residuos; y para ahorrar costes de gestión.

Estudiar las vías existentes para la implementación de un Sistema de Gestión de Residuos Cero. Casos de éxito y ejemplos.

3 Selección de los sistemas de educación superior para los planes de estudio de gestión de residuos municipales

Dado que uno de los objetivos del proyecto es elaborar un plan de estudios común europeo que contenga:

- Los puntos básicos esenciales del funcionamiento de la tecnología blockchain, analizados y estudiados en la subtarea O2/A1.1.
- Los puntos básicos esenciales de la gestión de residuos sólidos urbanos analizados y estudiados en la subtarea O2/A1.2.
- Material formativo innovador que vincula ambos temas, lo que permitirá el desarrollo de habilidades básicas, competencias y conocimientos teóricos para la implementación de blockchain en la gestión de residuos urbanos sólidos.

Es más eficiente y productivo aplicar un método de puntuación para proporcionar una clasificación entre los resultados. Cada informe nacional aplicaba cada sistema de puntuación y criterios respectivos. Los resultados se presentaron utilizando un código de 3 colores, a saber, «verde» para los casos principales, «amarillo» para los artistas promedio y «rojo» para aquellos casos que no cumplen con los criterios aplicados.

3.1 Estonia

Para obtener cierta comparabilidad, se aplicó el siguiente enfoque de clasificación de «luces de tráfico» para comparar el rendimiento de 4 universidades diferentes con respecto a la cobertura WM/CIRCECON:

Enseñanza	I+D	Eventos
Al menos 5 temas principales relacionados con WM/CIRCECON	Min 2 proyectos en ejecución en WM OR Min 10 publicaciones sobre WM	Min 3 over los últimos 2 años
Al menos 3 temas principales relacionados con WM/CIRCECON	Min 1 proyecto en ejecución en WM O Min 5 publicaciones sobre WM	Min 1 over los últimos 2 años
No hay temas relacionados con WM/CIRCECON	Ningún proyecto en marcha en WM OR menos de 3 publicaciones sobre WM	No hay nada.

Resultados

Ran go	Universidad	Enseñanza	I+D	Eventos
2	Universidad Tecnológica de Tallin	Al menos 5 asignaturas principales + 8	Al menos 3 proyectos + al menos 9	Al menos 2 eventos relacionado

		asignaturas menores	publicaciones en 2020	s con las ciudades inteligentes (durante 2019-2020)
4	Universidad de Tallin	Al menos 3 asignaturas principales + 8 asignaturas menores	Al menos 2 proyectos + al menos 1 publicación en 2020	0 (durante 2019-2020)
3	Universidad de Tartu	Al menos 6 asignaturas principales + 6 asignaturas menores	Al menos 4 proyectos relacionados con la economía verde, tratamiento de aguas residuales en 2020 + 0 publicaciones	0 (durante 2019-2020)
1	Universidad Estonia de Ciencias de la Vida	Al menos 6 asignaturas principales + 6 asignaturas menores	Al menos 3 proyectos relacionados con la economía circular en 2020 + varias publicaciones en el ámbito de la gestión de residuos sólidos y la economía circular	Al menos 4 eventos organizados durante 2020-2021 relacionados con la economía verde, la sostenibilidad y el desperdicio de alimentos

3.2 Alemania

Para ser de valor para el esfuerzo de diseño curricular del proyecto, el análisis de los currículos en uso en Alemania debe ir más allá de una visión general del espectro de ofertas de enseñanza. Es por eso que se encontró una clasificación de instituciones y programas de grado apoyados por un modo de puntuación simple para producir la visión más relevante de aquellos grados que podrían actuar como modelos de buenas prácticas. El cuadro de indicadores constaba de tres criterios:

- La existencia de uno o varios títulos específicos de Gestión de Residuos o Economía Circular (en todos los ciclos académicos); alternatively, el número de módulos (o escuelas de verano) sobre los mismos temas ofrecidos en títulos de base más amplia
- Número de eventos universitarios organizados en torno a esos temas

- El número de proyectos de investigación y publicaciones centrados en la gestión de residuos o la economía circular

La lógica subyacente es que la enseñanza como foco principal de este estudio no puede considerarse sin mirar el ancla que tiene el perfil de investigación de la institución/facultad en la materia. Esta investigación se centra en su articulación pública en eventos (un aspecto importante de la transferencia) es la tercera variable que debía considerarse para determinar la viabilidad del plan de estudios.

No es sorprendente que las universidades más grandes de la tecnología con sus poderosas estructuras de investigación y transferencia que complementan sus ofertas de enseñanza relativamente sostenidas salieron a la cima.

Ranking

Con el fin de obtener cierta comparabilidad, se aplicó la siguiente clasificación a aquellas ofertas de estudio que se acercan más a la implementación completa de los grados de Gestión de Residuos y Economía Circular, optativas o módulos.

Los criterios elegidos son relativos al estado de penetración del tema que se encuentra en el campo.

Enseñanza	I+D	Eventos
min 2 módulos específicos, escuelas de verano, etc. en WM/CIRCECON	Min 2 proyectos en WM OR Min 10 publicaciones sobre WM	Min 3 over los últimos 5 años
Min 1 módulo específico, escuela de verano, etc. en WM	Min 1 proyecto sobre WM O Min 5 publicaciones sobre WM	Min 1 over los últimos 5 años
Sin módulo, sin verano escuela en WM	Ningún proyecto en WM OR Menos de 3 publicaciones sobre WM	No hay nada.

Cuadro de indicadores: penetración de los estudios de gestión de residuos y economía circular en la educación superior alemana
Nota: *Agua y Biomasa/Biogás* fueron ignorados como sujetos

Rango	Universidad	Enseñanza	I+D	Eventos
1	U-Stuttgart	1 grado, 5+ módulos	10+ publicaciones (2019)	4+ (2019)

2	Dresde UT	1 grado, 3+ módulos	4+ publicaciones (2019)	2+ (2019)
3	Berlín UT	2+ módulos, 1 escuela de verano	6 publicaciones (2019)	5+ (2019)
4	Aachen UT	2 módulos	6 proyectos (2019), 23 publicaciones (2019)	1 (2019)
5	Magdeburg-Stendal UAS	2 módulos	1 proyecto (2019)	0

En los casos de Aquisgrán, Dresde y Stuttgart, se puede observar un fuerte dominio de la investigación relacionada con el agua (no considerada aquí) a nivel de facultad e instituto. La gestión de residuos sólidos viene como un área de investigación secundaria.

3.3 Grecia

Dado que el objetivo del proyecto es diseñar un plan de estudios modelo en el ámbito de los RMS/economía circular, un resumen de los planes de estudios universitarios ofrecidos en Grecia con su descripción pertinente no sería suficiente. Sería más eficiente y útil aplicar un segundo nivel de proceso utilizando un método de puntuación para proporcionar una clasificación entre los resultados. La puntuación se basó en tres criterios:

- La existencia de uno o varios títulos específicos de Gestión de Residuos o Economía Circular (en todos los ciclos académicos); alternativamente, el número de módulos o cursos o escuelas de verano sobre los mismos temas ofrecidos en títulos de base más amplia.
- El número de publicaciones científicas universitarias en revistas revisadas por pares sobre esos temas.
- El número de proyectos de investigación (principalmente proyectos financiados por la UE en el marco de los programas del 7PM ad Horizonte 2020) centrados en la gestión de residuos o la economía circular.

Ranking

El siguiente ranking se aplicó a aquellas ofertas de estudio que se acercan más a la implementación completa de los grados, módulos o cursos de Gestión de Residuos y Economía Circular.

Enseñanza	Investigación	Publicaciones
Min 2 cursos específicos, módulos, etc. en WM/CIRCECON	Min 3 proyectos sobre WM/CIRCECON	Min 10 over los últimos 5 años

Min 1 curso específico, módulo, etc. en WM	Min 1 proyecto en WM/CIRCECON	Min 5 over los últimos 5 años
Sin curso, módulo etc. en WM/CIRCECON	Ningún proyecto en WM/CIRCECON	Menos de 5 en los últimos 5 años

Ran go	Universidad	Enseñanza	Proyectos de investigación	Publicacion es
1	Universidad Técnica Nacional de Atenas	4 cursos (3 pregrado — 1 postgrado)	> 5	> 10
2	Universidad Aristóteles de Tesalónica	5 cursos (4 pregrado — 1 postgrado)	> 5	> 10
3	Universidad de Patras	3 cursos (grado)	> 3	> 10
4	Universidad Técnica de Creta	2 cursos (1 pregrado — 1 postgrado)	> 1	> 10
5	Universidad de Tracia de Democritus	7 cursos (4 pregrado — 3 postgrado)	> 1	> 10
6	Universidad de Tesalia	2 cursos (1 pregrado — 1 postgrado)	1	> 5
7	Universidad de Macedonia Occidental	3 cursos (grado)	> 1	1
8	Universidad de Harokopio de Atenas	3 cursos (2 pregrado — 1 postgrado)	0	3
9	Universidad Helénica Internacional	2 cursos (grado)	0	3
10	Universidad Abierta Helénica	2 programas de grado (1 grado de maestría y 1 programa corto)	0	3
11	Universidad del Egeo	1 curso (grado)	0	3

12	Universidad del Ática Occidental	1 curso (grado)	0	0
----	----------------------------------	-----------------	---	---

3.4 Los Países Bajos

Para obtener cierta comparabilidad, se aplicó el siguiente enfoque de clasificación de «luces de tráfico» para comparar el rendimiento de 4 universidades diferentes con respecto a la cobertura WM/CIRCECON:

Enseñanza	I+D	Eventos
Al menos 5 temas principales relacionados con WM/CIRCECON	Min 2 proyectos en ejecución en WM OR Min 10 publicaciones sobre WM	Min 3 over los últimos 2 años
Al menos 3 temas principales relacionados con WM/CIRCECON	Min 1 proyecto en ejecución en WM O Min 5 publicaciones sobre WM	Min 1 over los últimos 2 años
No hay temas relacionados con WM/CIRCECON	Ningún proyecto en marcha en WM OR menos de 3 publicaciones sobre WM	No hay nada.

Resultados

Rango	Universidad	Enseñanza	I+D	Eventos
1	Universidad e Investigación de Wageningen (WUR)	Al menos 5 temas principales	Al menos 2 proyectos + > 10 publicaciones en 2020	Al menos 3 eventos relacionados con la gestión del medio ambiente urbano (durante 2019-2020)
2	Universidad Erasmus de Rotterdam	Al menos 8 temas principales	Al menos 2 proyectos + > 10 publicaciones en 2020	1 (durante 2019-2020)
3	Universidad de Ámsterdam	Al menos 3 temas principales	Al menos 1 proyecto sobre residuos urbanos en Ámsterdam + 10 publicaciones en 2020	1 (durante 2019-2020)

4	Universidad de Twente	Al menos 1 sujeto menor	0 proyecto + 1 publicaciones (tesis) en 2020	0 (durante 2019-2020)
---	-----------------------	-------------------------	--	-----------------------

3.5 España

Para que la muestra de estudio fuera representativa, se seleccionaron para este estudio las 10 universidades públicas con más estudiantes matriculados en España y las 3 universidades privadas que cumplen con el mismo requisito. La muestra seleccionada representa un total de 767.740 estudiantes, lo que corresponde al 47 % del número total de estudiantes matriculados en todas las universidades de España.

Para facilitar la comparación entre los diferentes países participantes en el estudio, se ha utilizado el siguiente sistema de puntuación «luz de tráfico» para clasificar la relación que tienen las universidades estudiadas con la Gestión de Residuos y la Economía Circular.

Enseñanza	I+D	Publicaciones
Min 2 módulos específicos, escuelas de verano, etc. sobre WM/Economía circular	Min 3 proyectos sobre WM/Economía circular	Min 10 publicaciones sobre WM/Circular Economy over los últimos 5 años
Min 1 módulo específico, escuela de verano, etc. en WM/Economía circular	Min 1 proyecto sobre WM/Economía circular	Min 5 publicaciones sobre WM/Circular Economy over los últimos 5 años
Sin módulo, sin verano escuela sobre WM/Economía circular	Ningún proyecto sobre WM/Economía circular	Menos de 3 publicaciones sobre WM/Circular Economy en los últimos 5 años

Universidad	Enseñanza	I+D	Publicaciones
Universidad Nacional de Educación a Distancia	4	1	2
Universidad de Sevilla	6	4	> 10
Universidad Complutense de Madrid	0	0	> 10
Universidad de Granada	4	3	8
Universidad de Valencia	4	3	> 10
Universidad de Barcelona	3	5	> 10
Universidad del País Vasco	3	4	> 10

Universidad Rey Juan Carlos	2	3	> 10
Universidad Politécnica de Madrid	3	3	> 10
Universidad de Málaga	2	2	> 10
Universitat Oberta de Catalunya	0	0	> 10
Universidad Internacional de La Rioja	0	0	4
Universidad Ramón Llul	0	0	1

4 Mejores prácticas

Mejores prácticas en Estonia

El proceso de selección de 4 universidades más grandes de Estonia con respecto a cursos, módulos o títulos completos en Residuos Sólidos Municipales o Economía Circular ha identificado que:

1. al menos en 20 cursos se cubrió el tema de RSU o Economía Circular a gran escala
2. al menos en 28 cursos el tema de RSU o Economía Circular fue cubierto a algunos (menores)

En general, los temas de residuos o economía circular se presentaron en mayor o menor medida muy bien en los planes de estudio de las cuatro universidades examinadas. Basado en el análisis de proyectos en ejecución y contenido de publicaciones, la Universidad Tecnológica de Tallin (TalTech) tiene la investigación más sólida sobre la gestión de residuos sólidos. La Universidad estonia de Ciencias de la Vida, a su vez, tiene la investigación más fuerte sobre temas de economía circular. Además, esta universidad cuenta con una lista bastante completa de eventos organizados en los últimos años relacionados con la economía verde, la sostenibilidad, el desperdicio de alimentos, etc.

La Universidad de Tallin y la Universidad de Ciencias de la Vida de Estonia tienen la investigación y los planes de estudio más sólidos sobre temas generales de sostenibilidad. Estas dos universidades también tienen un título de «Universidad verde». A su vez, la Universidad Tecnológica de Tallin se ha unido recientemente a la iniciativa Green Tiger, una plataforma de colaboración, que está diseñada para impulsar la conciencia ambiental y crear una base para una economía verde (<https://rohetiiger.ee/en/>). Se cree que TalTech pondrá a prueba diferentes prácticas para una economía sostenible y climáticamente neutra, lo que potencialmente aumentaría el diseño interdisciplinario y el manejo general de los temas de Economía Circular.

Artículos de mejores prácticas en Alemania

La intención de la revisión de títulos específicos fue identificar los planes de estudio que abordan los siguientes requisitos avanzados:

- diseño interdisciplinario (civil/mecánico/químico) ingeniería, gestión, economía, geociencias, ciencias sociales, TI)
- La economía circular y el enfoque basado en el clima y la «mentalidad», incluidas las cuestiones jurídicas
- habilidades analíticas y de gestión basadas en datos
- diseño de aprendizaje innovador e innovador centrado en el estudiante («metodología»)

Para identificar un plan de estudios existente que muestre una concordancia estrecha y defina el estado de la técnica nacional en la educación superior para las habilidades de gestión de residuos/economía circular, se llevó a cabo una revisión micronivel de los títulos seleccionados para la clasificación en el capítulo 3.2. La mejor combinación se encontró en la Maestría en Ingeniería Ambiental de RWTH Aachen (Aachen_MSc_EnvEng)

	Coincidencias de requisitos	Brechas, desajustes
Interdisciplinarietà	En su mayoría; muy multidisciplinar (¿en un sentido aditivo?), fuerte enfoque en el agua	Residuos sólidos secundarios
Economía circular (CE) , incluidas las cuestiones jurídicas	en parte	¿Integración de la CE como principio transversal?
Enfoques basados en datos	bajo	Tema de la línea lateral
Innovación en elementos de aprendizaje y diseño de aprendizaje	bajo	Un fuerte énfasis en la producción de los profesores; amplia selección de especializaciones, espacios de proyectos que permiten la elaboración de perfiles individuales y la iniciativa de los estudiantes

Mejores prácticas en Grecia

El proceso de selección de todo el sector de la educación superior en Grecia con respecto a cursos, módulos o títulos completos en Residuos Sólidos Municipales o Economía Circular dio los siguientes resultados:

- Se encontraron un total de 25 cursos de pregrado y 7 de postgrado.
- También se encontraron 2 programas de postgrado y 1 programa corto (e-learning):
 - Universidad de Tesalia: MSC «Gestión sostenible del cambio ambiental y la economía circular»
 - Universidad Abierta Helénica: MSC «Gestión de residuos» y programa corto «Introducción a la gestión de residuos»

Después de aplicar una metodología de puntuación, las universidades se clasificaron en función de su rendimiento con respecto a los criterios utilizados, a saber: número de cursos, módulos o títulos ofrecidos, su participación en programas de investigación financiados por la UE y el número de publicaciones científicas en revistas revisadas por pares.

Según la clasificación final, 5 instituciones: La Universidad Técnica Nacional de Atenas (NTUA), la Universidad Aristóteles de Tesalónica (AUTH), la Universidad de Patras (UPatras), la Universidad Técnica de Creta (TUC) y la Universidad Democritus de Tracia (DUTH) parecen ser las más activas en los campos de los residuos sólidos municipales y la economía circular. Estas

cinco universidades ofrecen cursos en estos campos tanto a nivel de pregrado como de posgrado. Además, son muy activos en términos de investigación y publicaciones, ya que han participado en un número significativo de programas de investigación financiados por la UE durante los últimos 10 años y han publicado un gran volumen de artículos en revistas revisadas por pares durante los últimos cinco años. NTUA y AUTH en particular pueden considerarse como ejemplos de mejores prácticas, ya que además de que sus puntajes se encuentran entre las universidades más antiguas, tienen una infraestructura significativa y están clasificados más altos según el Ranking Webometrics de Universidades Mundiales (2020).

Mejores prácticas en los Países Bajos

WUR es una universidad internacional líder (Fig. 8). El ranking de WUR en el QS World University Rankings en 2020 para Ciencias Ambientales es 8 en todo el mundo. Wageningen University & Research es el marco cooperativo de la Universidad de Wageningen y la Fundación de Investigación de Wageningen, que comprende nueve institutos de investigación independientes. Trabajan juntos en cinco Grupos de Ciencias. Un departamento de la universidad se integra organizativamente dentro de cada Grupo de Ciencias junto con uno o más institutos de investigación. Esta combinación de fuerzas permite que la educación y la investigación se asocien en proyectos enfocados y de alta calidad.

En 2019/2020, hubo 12.337 estudiantes, excluyendo a los estudiantes de doctorado, con un total de 102 nacionalidades diferentes. La diversidad de antecedentes, la naturaleza que refuerza los diferentes temas de investigación y la estrecha cooperación con la industria y los gobiernos, nacionales e internacionales, hacen que el programa de educación e investigación sea único. La Gestión de Residuos Urbanos es un tema de Ciencias Ambientales y 20 grupos de cátedras en WUR.

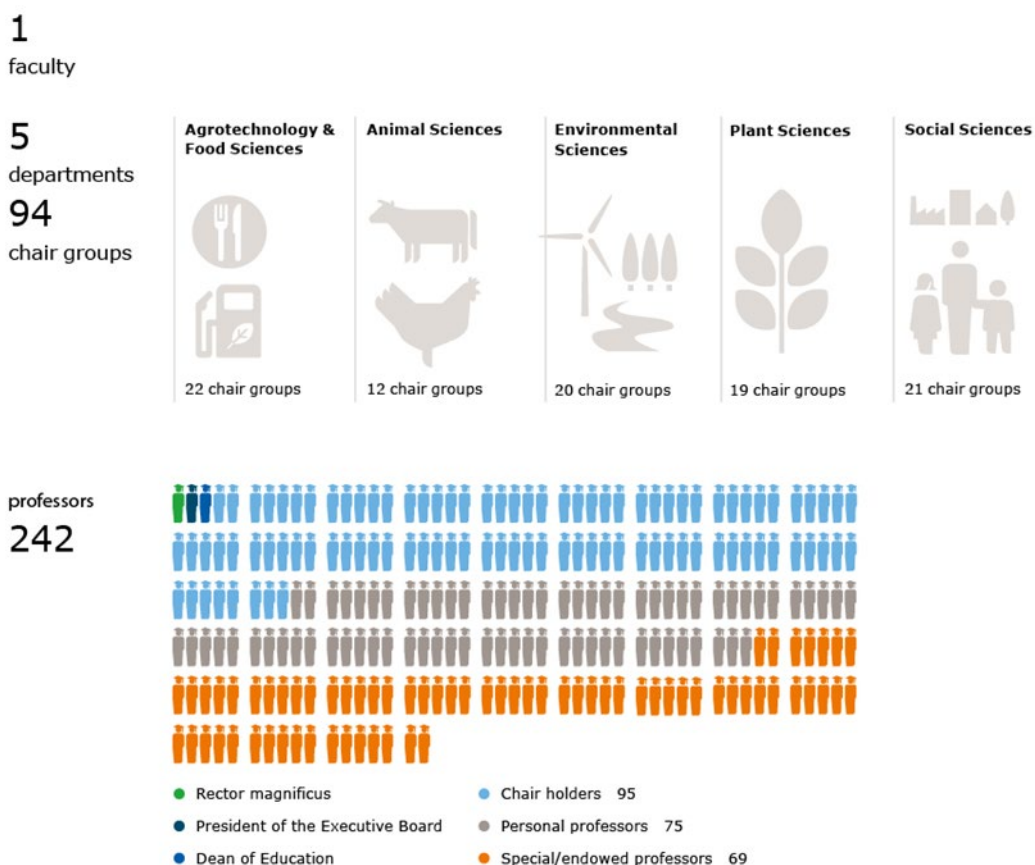


Figure 7: La Universidad de Wageningen de Investigación en números (fuente: <https://www.wur.nl>).

Mejores prácticas en España

Después de realizar este estudio, podemos observar que las Universidades Públicas tienen una mayor actividad relacionada con la gestión de residuos y la economía circular que las Universidades Privadas en España.

De las 10 Universidades Públicas, 9 de ellas ofrecen estudios relacionados con la Gestión de Residuos o Economía Circular, 7 de ellas tienen una alta actividad investigadora y 2 de ellas tienen actividad media. Por último, todas las Universidades cuentan con publicaciones relacionadas con la Gestión de Residuos o Economía Circular, lo que demuestra que aunque no están presentes como asignaturas, cursos o másteres, están presentes en forma de proyectos de grado final, publicaciones, etc.

Por otro lado, las universidades privadas no presentan formación sobre gestión de residuos, economía circular o actividad de investigación. La única actividad que presentan es en forma de publicaciones, en muchos casos consistentes en proyectos finales de licenciatura o maestría de sus estudiantes. En la mayoría de los casos, el currículo académico que se ofrece está asociado a estudios de pregrado en Ciencias Ambientales, Ingeniería Ambiental o Ingeniería Civil.

Entre las universidades incluidas en este informe, la Universidad de Sevilla es la con mayor oferta académica en términos de gestión de residuos y economía circular, lo que podría ser un ejemplo de buenas prácticas, al igual que la Universidad de Valencia, que cuenta con un Máster en Economía Circular con dos especializaciones: minerales y productos de

construcción o consumo sostenible y gestión del capital natural, y la Universidad de Barcelona con proyectos de investigación como RES URBIS, que produce bioplásticos a partir de residuos orgánicos urbanos.

En cuanto a la actividad de la propia Universidad, la Universidad de Barcelona destaca junto a la Universidad de Málaga, la Universidad Politécnica de Madrid, la Universidad del País Vasco y la Universidad Nacional de Educación a Distancia, ya que reflejan claramente los informes detallados de la actividad de la entidad en sus respectivas páginas web.

5 Conclusiones

El primer paso antes de que podamos sacar las principales conclusiones de este informe es describir la situación actual, es decir, el statu quo de los planes de estudios universitarios de RSU y CE en los cinco países como se indica en los informes proporcionados. Intentamos identificar similitudes y elementos comunes entre los currículos universitarios ofrecidos, así como las debilidades en los cursos existentes. Además, buscamos vínculos con la industria y el grado de colaboración con las partes interesadas en la gestión de residuos. Las principales conclusiones son las siguientes:

- Aunque hay muchos cursos/módulos con respecto a la gestión de RSU y CE, en la mayoría de los casos no hay títulos exclusivos de RSU/CE. Con la excepción de España, donde encontramos algunos títulos de postgrado que ofrecen especialización en CE.
- Como regla general, los cursos de RSU/CE se encuentran en los currículos de las escuelas de ingeniería, como la ingeniería civil y ambiental. Estos cursos/módulos pueden ser cursos básicos o cursos electivos, la última parte de una especialización.
- El contenido de estos cursos muestra una variedad de temas: caracterización de residuos, tipos de residuos, contaminación ambiental, métodos de tratamiento de residuos, eliminación de residuos, diseño de vertederos sanitarios, incineración, etc. En muchos casos, la contaminación de las aguas residuales y de las aguas es una parte importante del programa de estudios.
- Muchos cursos, tanto a nivel de pregrado como de posgrado, incluyen en sus respectivos objetivos de aprendizaje los principios del reciclaje, el desarrollo sostenible y la economía circular hasta cierto punto.
- La mayoría de las veces, los cursos examinados no tienen una mentalidad de economía circular en su núcleo.
- Del mismo modo, hay casi una ausencia de elementos de la Industria 4.0 como Big Data, tecnologías inteligentes, IoT y blockchain.

En este punto, debemos subrayar que la gestión de residuos y la economía circular son, en general, temas transversales y su contenido docente debe diseñarse de manera interdisciplinaria. Además de los aspectos de ingeniería y medio ambiente, también hay elementos de estudios empresariales, estudios económicos, legislación, etc. Por lo tanto, con vistas a desarrollar o rediseñar un plan de estudios avanzado para la educación superior en economía circular centrado en la aplicación de la tecnología Blockchain en la gestión de residuos municipales, podemos destacar algunas características generales/requisitos/principales de un plan de estudios tan ideal:

- El plan de estudios debe tener un cierto grado de interdisciplinariedad: por ejemplo, un estudiante de TI puede ser un especialista en blockchain, pero también debe aprender sobre los aspectos ambientales de la gestión de residuos, aspectos legales, negocios, gestión del cambio, etc. Del mismo modo, un estudiante en una facultad ambiental puede ser un experto en aspectos ambientales, pero debe aprender algunos conceptos básicos sobre diseño de procesos, negocios, IoT, blockchain, legislación sobre residuos, etc. también.
- El plan de estudios debe centrarse en la economía circular y los objetivos de sostenibilidad. Es necesario un cambio de paradigma para pasar del tratamiento y la eliminación de residuos a la reducción de residuos, la recuperación/reutilización de

materiales y el reciclaje. Además, deberían introducirse nuevas tecnologías como big data, IoT y blockchain.

En el proceso de diseño de un plan de estudios avanzado de Gestión de Residuos/Economía Circular, se deben considerar los siguientes esfuerzos de rediseño y reestructuración:

- Combinando habilidades de ingeniería relevantes (civil, ambiental, proceso).
- Vincular las habilidades de ingeniería con la conciencia, las habilidades y la mentalidad de la economía circular.
- Abordar los enfoques basados en datos (análisis, producción, gestión) como disciplina transversal.
- Definir la innovación abierta y el pensamiento de diseño como motores de desarrollo en el proceso de aprendizaje.
- Instalación de un diseño de aprendizaje interactivo con planes de estudio abiertos y espacio para la investigación estudiantil, la innovación y el espíritu empresarial.
- Vincular el plan de estudios a las partes interesadas en la gestión de residuos (municipios, industria de gestión de residuos, etc.).
- Enfoque didáctico innovador y constructivista. Este enfoque de aprendizaje en particular anima a los estudiantes a construir su papel y camino de aprendizaje dentro de los proyectos en gran medida bajo su propia responsabilidad.

Por último, no debemos olvidar que las universidades, como proveedores de dicho plan de estudios, deben ser sostenibles como organización. Con este fin, deberían tener una estrategia de sostenibilidad claramente definida, objetivos explícitos y publicar informes anuales de su desempeño en este ámbito.

Referencias

- Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion des Landes Rheinland-Pfalz.
<https://add.rlp.de/de/themen/aus-fort-berufs-und-weiterbildung-vormerkstelle/fortbildung/gepruefter-meisterin-fuer-kreislauf-und-abfallwirtschaft>
(MeiKrW 2021).
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Berufsbilder/fachkraft-fuer-kreislauf-und-abfallwirtschaft.html> (FachKrW 2021).
- Directiva (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE relativa a los residuos; Comisión Europea: Bruselas, Bélgica, 2018.
- Directiva, E. C. (2008). Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. Diario Oficial de la Unión Europea L, 312(3). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0098>
- Comisión Europea, 2020. Dando forma al futuro digital de Europa.
https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-shaping-europes-digital-futurefeb2020_en_4.pdf
- Agencia Europea de Medio Ambiente, 2019. El medio ambiente europeo — Estado y perspectivas 2020. Comisión Europea.
- Agencia Europea de Medio Ambiente, 2020.a. Las tecnologías digitales ofrecerán una gestión de residuos más eficiente en Europa <http://www.eea.europa.eu/themes/waste/waste-management/digital-technologies-will-deliver-more>
- Agencia Europea de Medio Ambiente 2020b, Gestión digital de residuos, Informe Eionet — ETC/WMGE 2020/4
- Estadísticas estonias, 2020. Salario bruto medio en Estonia. Consultado el [6.02.2021]: <https://www.stat.ee/et/avasta-statistikat/valdkonnad/tooelu/palk-ja-toojoukulu/keskmise-brutokuupalk>
- Estadísticas estonias, 2021. Número total de estudiantes en instituciones de educación superior en Estonia. Consultado el [13.02.2021]: <https://www.stat.ee/et/avasta-statistikat/valdkonnad/haridus/korharidus>
- ETIS, 2021. Sistema estonio de información sobre investigación. Consultado el [1.02.2021]: <https://www.etis.ee/Portal/News/Index/?IsLandingPage=true&lang=ENG>
- Proyecto Horizontal Going Digital (GD), 2017. Hacer que la transformación funcione para el crecimiento y el bienestar.
- Ministerio de Educación e Investigación, 2021. Consultado el [10.02.2021]: <https://www.hm.ee/en/activities/higher-education>
- Piirainen, K. A., Andersen, A. D., & Andersen, P. D. (2016). Previsión y tercera misión de las universidades: el caso de la previsión del sistema de innovación.

Smol, M.; Duda, J.; Czaplicka-Kotas, A.; Szołdrowska, D. Transformación hacia la economía circular (CE) en el Sistema Municipal de Gestión de Residuos: Soluciones modelo para Polonia. *Sostenibilidad* 2020, 12, 4561. <https://doi.org/10.3390/su12114561>

TalTech, 2019.a. Informe anual financiero 2019, 70 pp. (en estonio).

TalTech, 2019b. Actividades de aprendizaje Informe anual 2019, 43 pp. (en estonio).

TalTech, 2019c. Investigación y desarrollo, Informe anual 2019, 162 pp.

TLU, 2019. Informe anual financiero 2019, 79 pp. (en estonio).

Times Higher Education, World University Ranking 2020.
https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2020/world-ranking#!/page/0/length/25/sort_by/rank/sort_order/asc/cols/stats