

DOCUMENTO DE TRABAJO

# Transformación digital de la cadena de valor del residuo

COMITÉ TÉCNICO CT-32

**CONAMA2022**





**Edita:** Fundación CONAMA

**Año:** 2022

### **Participantes del presente documento**

#### **Coordinadores CT-32: Transformación digital de la cadena de valor del residuo**

Cristina Vázquez. Directora de operaciones de TEIMAS.

Eduardo Perero. Director adjunto. Fundación CONAMA.

Miguel Varela. CEO de TEIMAS.

Víctor Irigoyen. Área técnica. Fundación CONAMA.

#### **Relatores**

M. Teresa Expósito. Universidad Rey Juan Carlos.

Lucía Pazos. Xunta de Galicia.

Luis Palomino. ASEGRE.

José Guaita. Heura Gestión Ambiental.

**Comité técnico CT-32: Transformación digital de la cadena de valor del residuo**

Alberto Egido. Moda Re-.	Luis Moreno. Ecolec.
Alfons Ventura. GBCe.	Luis Palomino. ASEGRE.
Aura Susana Arteta. Telefónica.	María Moreno. FER.
David San Martín. Fundación AZTI.	María Teresa Expósito. URJC.
Alejo Calatayud. Revertia.	Mikel Ibarra. Aclima.
Arancha Mañas. PMA Nutrigrás.	Mónica Gutiérrez. Fundación AZTI.
Cristina Carrera. ESRI España.	Nancy Villaluenga. AMBILAMP- AMBIFAME.
Diego Arribas. Sertego Servicios Medioambientales.	Pedro Antonio de Toro. AGRECA.
Enrique Redondo. Ecolec.	Raquel Gómez. CCOO
Francesc Valencia. S.A. DAMM.	Ricard Pagés. PreZero.
Gonzalo de Sebastián Ferreiro. ECOVIDRIO.	Roberto Ruiz. ECOEMBES.
Janira Jori. Recyclia.	Román Martín. SIGNUS.
Jonatan Viñas. ISM.	Sara Tejada. UGT.
José Guaita. Heura Gestió Ambiental	Sonia Gimenez. PreZero.
Lucía Pazos. Xunta de Galicia.	Victoria Ferrer. Gremi de recuperació de Catalunya
Lucrecia Marín. ANAREVI.	

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	1
1. ANTECEDENTES .....	3
2. MARCO ESTRATÉGICO .....	5
3. POR QUÉ DIGITALIZAR LA CADENA DE VALOR DEL RESIDUO .....	9
3.1. Hacia un modelo de producción y consumo más sostenible, apoyado en la transformación digital .....	9
3.2. Oportunidades de la digitalización para la cadena de valor del residuo .....	10
4. LA DIGITALIZACIÓN EN LA NORMATIVA DE RESIDUOS .....	13
4.1.1. Primera inclusión de la digitalización en la normativa: Real Decreto 553/2020 para el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.....	14
4.1.2. Ley 7/2022, de residuos y suelos contaminados para una economía circular .....	14
4.1.3. El papel de la digitalización en la Ley 7/2022.....	16
4.1.4. Competencias administrativas en materia de información .....	18
5. TENDENCIAS GLOBALES DE LA DIGITALIZACIÓN EN ELSECTOR RESIDUOS.....	19
5.1. Iniciativas particulares para residuos industriales .....	19
5.2. Iniciativas para residuos domésticos.....	20
5.3. Iniciativas en sistemas de responsabilidad ampliada de productor.....	21
6. DIGITALIZACIÓN DE LOS AGENTES DE LA CADENA DE VALOR DEL RESIDUO .....	23
6.1. Administraciones Públicas.....	23
6.1.1. Propuestas.....	26
6.2. Gestores de residuos. ....	28
6.2.1. Experiencia inicial del procedimiento electrónico .....	28
6.2.2. Experiencia en residuos de construcción y demolición. ....	30
6.2.3. Estado de la digitalización de los gestores de residuos .....	30
6.3. Productores de residuos.....	32
6.3.1. Experiencia inicial en el procedimiento electrónico .....	34
6.3.2. Estado de la digitalización de los productores de residuos .....	35
6.4. Sistemas Colectivos de Responsabilidad Ampliada del Productor (SCRAP).....	36

6.4.1. La utilización del dato.....	37
7. CONCLUSIONES.....	39
8. BIBLIOGRAFÍA.....	42

## 1. ANTECEDENTES

La Fundación CONAMA es una fundación española, independiente y sin ánimo de lucro, que promueve un diálogo abierto para fomentar el desarrollo sostenible en España e Iberoamérica.

Uno de sus proyectos con mayor reconocimiento es el Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), un espacio de trabajo y de debate sobre los principales retos del desarrollo sostenible. La pasada edición, CONAMA 2020, la 15ª edición que se celebró los días del 31 de mayo al 3 de junio de 2021 a causa de la situación de pandemia mundial.

El diseño y desarrollo del congreso se realizó mediante un proceso participativo, promoviendo redes y analizando temas de relevancia para el sector, fomentando el estudio de problemas ambientales y conectando sectores distintos pero complementarios. Este trabajo se organiza por comités técnicos; equipos multidisciplinares de profesionales, procedentes de distintas entidades, ya sean de las administraciones públicas en todos sus niveles, empresas privadas, asociaciones y colegios profesionales, universidades, centros de investigación, sindicatos, entidades ecologistas, asociaciones sociales, consumidores, etc. que trabajan de forma colaborativa para presentar los distintos temas tratados en CONAMA de la mejor forma posible.

Más allá de abordar de forma específica los diferentes retos y temas ambientales que ocupan al sector medioambiental, los congresos CONAMA también prestan atención a aquellas herramientas que pueden resultar útiles para las distintas entidades y ser integradas en los proyectos que se están desarrollando; así, CONAMA ha venido convocando en sus últimas ediciones comités técnicos destinados a analizar el papel de la educación ambiental, la comunicación ambiental, la aplicación de tecnologías como la teledetección y los sensores ambientales, o distintas herramientas de emprendimiento.

En este sentido, el rápido desarrollo de las tecnologías de digitalización y tratamiento de datos han abierto múltiples oportunidades en todos los ámbitos, no sólo el industrial. El sector de la gestión de residuos no es ajeno a esta digitalización, ya que el uso de las tecnologías digitales proporciona mejores herramientas que favorecen el manejo adecuado de residuos y ofrecen nuevas oportunidades tales como el ahorro de costes de gestión, la eficiencia, y la optimización de los procesos que intervienen en esta área.

En el año 2020, CONAMA convocó el comité técnico 52: Industria 4.0 con objeto de analizar las implicaciones de la digitalización el sector industrial. Este comité identificó las diferentes tecnologías que pueden aplicarse en la industria, las barreras que podrían surgir en su implementación, y en las oportunidades que se generan de ellas. Considerando que los productos generados en la actividad industrial, al cabo de un tiempo son desechados y han de gestionarse como residuos, para cerrar el ciclo de vida de un producto es importante optimizar los procesos de gestión y tratamiento de residuos, y en este sentido, la digitalización juega un papel tan importante como lo hace en la industria.

Con esta idea, CONAMA 2022 ha introducido un comité técnico CT 32, relacionado con la digitalización en la cadena de valor del residuo. Este comité ha empleado como base (I) los resultados recogidos en los documentos generados por el grupo de trabajo GT-7 de CONAMA 2014 basados en la armonización de dato y trazabilidad de residuos, y (II) las herramientas expuestas por el comité técnico 52 en su informe técnico de CONAMA 2020.

El objetivo del CT-32 en CONAMA 2022 es presentar un estudio del estado del arte de la digitalización de la cadena de valor del residuo en España, teniendo en cuenta los distintos agentes que intervienen en todo el ciclo del residuo: productores, gestores, administración y sistemas de responsabilidad ampliada. Además, se debe tener en cuenta el contexto que proporciona la normativa en vigor, así como el marco que crean las políticas ambientales europeas.

## 2. MARCO ESTRATÉGICO

La digitalización y la tecnología digital debe dar servicio a los ciudadanos y a los organismos públicos y privados, con objeto de transformar las economías y sociedades y aportar valor añadido. Hoy en día, los países de la UE están apostando por la digitalización, aunque siguen encontrando barreras en cuanto a las capacidades digitales en ciertos sectores [1]. De acuerdo con un reciente **informe de la OCDE** [2]:

*“Se considera que la transformación digital es un medio que ayuda a desbloquear los beneficios de un crecimiento más inclusivo y sostenible y propicia un bienestar social. En el contexto ambiental, la digitalización puede contribuir a desvincular la actividad económica del uso de los recursos naturales y sus impactos ambientales. Las tecnologías digitales, como la inteligencia artificial, la cadena de bloques, el internet de las cosas y la computación en la nube, facilitan la transición hacia una economía circular más eficiente en el uso de los recursos”.*

En este sentido, los flujos de información generados por las tecnologías digitales, como la inteligencia artificial (IA), el internet de las cosas (IoT), el análisis de big data, la computación en la nube, la cadena de bloques (blockchain), las plataformas en línea y la impresión 3D, pueden considerarse algunos de los impulsores de la transición digital circular. Estas tecnologías permiten recopilar, gestionar y procesar datos e información y crear conocimiento (sobre la composición material de los productos, su origen y propiedades, su ubicación, condición y disponibilidad), así como las condiciones para su fabricación, mantenimiento, desmontaje y reciclaje.

Las tecnologías digitales permiten la toma de decisiones automatizada, compartir activos optimizados, reducir los costos de transacción, simplificar la creación de prototipos y generar conocimiento. Por lo tanto, ayudan a superar algunas de las barreras para ampliar la economía circular. Uno de ellos son las fallas del mercado, que impiden el buen funcionamiento de los mercados a través de una asignación ineficiente de recursos. [3][4][5]

Así, las tecnologías digitales ayudan a abordar:

- **Información imperfecta** provocada por un intercambio de información asimétrico o inexistente entre los diferentes actores a lo largo de la cadena de valor.
- **Costos de transacción** relacionados con la búsqueda y negociación con clientes y proveedores, así como aquellos relacionados con las incertidumbres en torno a la generación y composición de los residuos.
- **Externalidades de consumo y aversión al riesgo** hacia la calidad de los bienes finales producidos a partir de materias primas secundarias.
- **Externalidades tecnológicas** relacionadas con la recuperación y fabricación descentralizada de componentes o productos finales.

Además de facilitar la adopción y expansión de actividades circulares en la economía, las innovaciones digitales pueden ser una herramienta útil en la formulación de políticas. La aplicación de tecnologías digitales

tiene el potencial de mejorar significativamente la eficiencia y la eficacia de las políticas de economía circular, al permitir el diseño, el seguimiento y la evaluación de políticas innovadoras, así como su aplicación:

- **Datos y análisis de políticas:** acceso a volúmenes sin precedentes de datos en línea y de colaboración colectiva.
- **Diseño de políticas y remodelación de la interacción entre el gobierno y los ciudadanos:** la digitalización trae nuevos instrumentos para que los gobiernos experimenten con un diseño y una evaluación de políticas más efectivos.
- **Implementación mejorada:** mayor posibilidad de monitorear los resultados a través de la disponibilidad de datos e información.

Estas potencialidades de la digitalización han sido reconocidas con miras a un futuro sostenible por la **Unión Europea en su Pacto Verde [6]**, donde señala que:

*“la UE debe también fomentar la transformación digital y las herramientas digitales necesarias, e invertir en ellas en cuanto que son factores esenciales para impulsar los cambios”.*

Lo que manifiesta que la digitalización puede contribuir además a mejorar la disponibilidad de información sobre las características de los productos comercializados en la UE. Por ejemplo, un pasaporte electrónico del producto podría facilitar información sobre su origen, su composición, las posibilidades de reparación y desmontaje, y la gestión al final de su ciclo de vida.

Por este motivo, Europa debe aprovechar el potencial de la transformación digital como factor clave para propiciar la consecución de los objetivos del Pacto Verde en los diferentes sectores. La digitalización brinda nuevas oportunidades para el control a distancia de la contaminación del aire y del agua, o para la monitorización y optimización del modo de utilización de la energía y los recursos naturales. No obstante, se espera que, en la fase de desarrollo de las nuevas infraestructuras y dispositivos, y del procesado de datos se genere cierto riesgo ambiental. Para mitigar este impacto también es necesario definir una Agenda Digital Verde y Circular.

En esta línea, en el documento sobre el **Nuevo Plan de Acción para la Economía Circular [7]**, la Unión Europea insiste en el potencial de las tecnologías digitales para reforzar la economía circular, mejorando la base industrial de la UE y fomentando la creación de empresas y el emprendimiento entre las pymes. De este modo, las tecnologías digitales: el internet de las cosas, los macrodatos, la cadena de bloques y la inteligencia artificial; impulsan los nuevos modelos de economía participativa y colaborativa. Las tecnologías digitales no solo acelerarán la circularidad, sino también la desmaterialización de la economía europea y harán que Europa dependa menos de las materias primas.

Por otra parte, se señala que la legislación de la UE sobre residuos ha aportado mejoras sustanciales a la gestión de los residuos desde los años setenta. Ahora bien, se considera que debe modernizarse permanentemente para adaptarla a la economía circular y la era digital. Este proceso se ha iniciado con las revisiones de las directivas de residuos, vertido, envases, ..., con objeto de prevenir residuos, aumentar el contenido reciclado, promover unos flujos de residuos más seguros y limpios, y garantizar un reciclado de

gran calidad. Para conseguir estos objetivos, se considera que las tecnologías digitales juegan un papel primordial haciendo un seguimiento de los movimientos de los productos, componentes y materiales (vírgenes y secundarios), y ofreciendo un acceso seguro a los datos resultantes.

En el caso de España, el Gobierno publica en junio de 2020 la **Estrategia Española de Economía Circular, EEEC**, [8] donde se sientan las bases para impulsar el nuevo modelo de producción y consumo en el que el valor de productos, materiales y recursos se mantengan en la economía durante el mayor tiempo posible, reduciéndose al mínimo la generación de residuos y aprovechando el máximo posible los que no se pueden evitar. Así mismo, la Estrategia pretende contribuir a los esfuerzos de España por lograr una economía sostenible, descarbonizada, eficiente en el uso de los recursos y competitiva. Esta estrategia se materializará a través de sucesivos **planes de acción trienales**. La EEEC considera que:

*“la tecnología digital supone un salto exponencial en la capacidad de los medios productivos, pues contribuye a aumentar la flexibilidad del proceso productivo y la eficiencia en el uso de recursos como el espacio, la energía, las materias primas o el tiempo, por ejemplo. El reto es combinar la flexibilidad y la eficiencia, conceptos contrapuestos hasta la actualidad. Potenciar la Industria 4.0 es una forma efectiva de impulsar la economía circular y el aprovechamiento de recursos, al conseguir un mayor control y monitorización de los mismos”.*

La EEEC está dotada de un carácter transversal y multidisciplinar, y sus principios deben aplicarse a todos los sectores económicos, aunque algunos de ellos, debido a su relevancia, son objeto de una planificación y un seguimiento especial. La transversalidad de la Estrategia se canaliza a través de los tres ejes de la sostenibilidad –económico, social (incluyendo el enfoque del género) y ambiental– y sus objetivos se materializarán actuando a través de distintas políticas y de diferentes instrumentos: normativos; financieros y fiscales; de I+D+i; y de sensibilización, formación y divulgación. También establece unas orientaciones estratégicas, a partir de las cuales se derivan las actuaciones específicas que integrarán los correspondientes planes de acción, marcándose una serie de objetivos para el año 2030.

Una de las orientaciones estratégicas es la **Eficiencia en la producción**. En este caso, se pretende introducir pautas que incrementen la innovación y la eficiencia global de los procesos productivos, mediante el uso de infraestructuras y servicios digitales, así como la adopción de medidas como la implantación de sistemas de gestión ambiental, impulsando así la competitividad y el crecimiento empresarial sostenible. En este ámbito, la digitalización posibilita el paso de residuo a recurso mediante el desarrollo de plataformas basadas en **la simbiosis industrial** que permiten conectar a aquellos agentes que generan recursos sobrantes con empresas que puedan aprovecharlos en su actividad; también posibilita la optimización de la gestión de los residuos, por ejemplo mediante el desarrollo de rutas de recogida de residuos optimizadas, donde a partir de modelos de estimación de llenado de los contenedores se optimizan las rutas que minimicen las distancias y maximicen la masa de residuos recogidos. De esta forma, se reduce la huella ambiental, principalmente la de CO<sub>2</sub>.

Como se ha comentado, la EEEC se materializa en planes de acción trienales. El primer de ellos publicado en 2021 con el acrónimo **PAEC 2021-2023** [9] tiene un carácter transversal y recoge actuaciones de la Administración General del Estado para avanzar hacia ese nuevo modelo de Economía Circular, permitiendo coordinar una gran diversidad de medidas.

Este plan, en su eje de producción, tiene entre sus objetivos el articular medidas que permitan que el tejido industrial español se beneficie del uso intensivo de las tecnologías de la información y comunicación, tanto en sus procesos productivos, como en todos sus ámbitos de actividad. Con el objeto de impulsar la circularidad, las convocatorias para las “Ayudas a la iniciativa industria conectada” incorporarán requisitos puntuables que valoren la inclusión de nuevas tecnologías habilitadoras digitales en la industria que favorezcan la Economía Circular.

El PAEC tiene un eje específico de residuos, donde entre las medidas para mejorar la prevención y gestión de diferentes flujos de residuos se encuentran aquellas que están ligadas a diferentes planes existentes, como el “Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de España”, con un presupuesto para la financiación de actuaciones para la gestión de los residuos que, además, contempla financiación destinada a la digitalización de registros para facilitar las tareas de vigilancia e inspección en el ámbito medioambiental.

## 3. POR QUÉ DIGITALIZAR LA CADENA DE VALOR DEL RESIDUO

El progreso económico y social logrado durante el último siglo viene acompañado de un efecto negativo sobre el medioambiente que pone en serio peligro el progreso económico mundial y la salud de las personas. Para impulsar la economía mundial y frenar el impacto ambiental **es necesario transformar los actuales patrones de consumo y producción**, avanzando hacia un sistema que funcione tanto para las personas como para el Planeta.

Con la ayuda de políticas e inversiones adecuadas, la adopción digital nos permitirá impulsar esta transición económica y ecológica. Se trata de una **oportunidad única y sumamente necesaria para integrar la economía circular en toda la cadena de valor de las empresas**, logrando un uso más eficiente de los recursos y reincorporando al proceso productivo los recursos aprovechables de los residuos. En definitiva, el desarrollo a través de la innovación resulta imprescindible para alcanzar un nuevo modelo productivo que desvincule el crecimiento económico de la degradación ambiental y que, al mismo tiempo, fortalezca la economía global.

Como agentes implicados en la cadena de valor del residuo, el futuro de nuestras organizaciones depende de nuestra capacidad para adaptarnos a los retos de esta necesaria transición ecológica, que viene de la mano de una inevitable transformación digital.

### 3.1. Hacia un modelo de producción y consumo más sostenible, apoyado en la transformación digital

En la economía tradicional los productos se fabrican con el fin de ser usados y tirados, sin tener en cuenta su impacto ambiental. Este sistema, fundamentado en una secuencia lineal (de extracción, producción, consumo y desecho), es responsable en gran medida del cambio climático y del agotamiento de los recursos naturales.

Frente a dicho modelo productivo, la economía circular se presenta como una alternativa donde los flujos de materiales se mantienen en circulación el mayor tiempo posible, reteniendo su valor dentro de la cadena de suministro y estimulando el crecimiento económico sin comprometer el medioambiente.

Para situar a la UE en el camino hacia una transición ecológica, la Comisión Europea lanzó un paquete de iniciativas políticas, bajo el nombre de Pacto Verde Europeo o Green Deal. Su objetivo último es **alcanzar la neutralidad climática de aquí a 2050**. ¿Cómo? A través de la aplicación de sistemas circulares en la producción y el consumo, capaces de disociar el crecimiento económico del uso de los recursos del Planeta. Esta iniciativa dio lugar a un Plan de Acción para la Economía Circular (presentado en 2020 por la Comisión Europea) que destaca la función de dicho modelo productivo a la hora de garantizar una recuperación ecológica.

Consciente del papel fundamental de las tecnologías digitales como elemento facilitador de la transformación (económica y ecológica), en 2021 la Comisión Europea presentó una “Comunicación” titulada “Brújula Digital para 2030: la Vía Europea de la Década Digital” [10]. Este documento, que transmite la visión de conseguir una transformación digital exitosa de Europa, ha sido desarrollado posteriormente en programas políticos que promueven **las inversiones en tecnologías digitales clave** (tales como la

ciberseguridad, la computación en nube, la inteligencia artificial, los espacios de datos, la cadena de bloques, la computación cuántica, y los semiconductores).

¿Y en España? En consonancia con estas políticas económicas de la UE, en los últimos años han entrado en vigor nuevas normativas que impulsan la digitalización y trazabilidad de datos en toda la cadena de valor de los residuos:

- Por una parte, el Real Decreto de traslado de residuos (RD 553/2020) [11] incluye por primera vez la **obligatoriedad de tramitar la documentación de traslado de residuos de manera electrónica** a través de las plataformas de las Administraciones Públicas competentes. Como consecuencia, en apenas dos años (desde septiembre de 2021) la gestión de documentación asociada a la gestión de residuos (Documentos de Identificación, Notificaciones de Traslado...) ya no puede remitirse a las Administraciones en formato papel. Esto supone un gran cambio en la gestión documental de los profesionales del sector residuos, hasta ahora mayoritariamente analógica.
- Por otra parte, la Ley de residuos y suelos contaminados (Ley 7/2022) [12] exige una mayor responsabilidad sobre el tratamiento de los residuos por parte de las empresas productoras bajo el principio de que “quien contamina paga”. De esta manera, **las empresas deben llevar un mayor control de la documentación y trazabilidad de los residuos**. Además, esta ley regula el uso del Sistema electrónico de Información de Residuos (e-SIR) como herramienta empleada por las autoridades para el seguimiento y control de la producción y gestión de residuos, además de otras plataformas autonómicas.

### 3.2. Oportunidades de la digitalización para la cadena de valor del residuo

La digitalización de la cadena de valor del residuo se presenta como una **oportunidad para generar valor en todo el ciclo de vida del residuo y los recursos**. Ayudará a las empresas a impulsar estrategias de sostenibilidad, minimizar riesgos y optimizar recursos activos, dando como resultado negocios más competitivos y rentables.

En España, un 43 % de las empresas ya impulsan procesos de economía circular en los campos de la gestión de desechos, reducción, reciclaje y reutilización. De ellas, las empresas que más esfuerzos están realizando en este sentido son las de mayor tamaño. De hecho, un 67 % de las grandes empresas están tomando iniciativas de carácter circular frente a un 37 % de las pymes y un 20 % de los profesionales autónomos.

Pero, en la práctica, ¿cómo se aplica la digitalización a la gestión de residuos? ¿Qué tecnologías existen?

La cadena de valor hasta el tratamiento final no siempre es clara y corta: la propia naturaleza de los residuos puede provocar que, al ser consolidados con otros lotes de naturaleza similar, se creen **nuevas tipologías de residuos que exigen diversos destinos y tratamientos**. En otros casos, para un correcto tratamiento es necesaria la separación de materiales o el despiece de elementos con diferentes destinos. Es ahí donde la aplicación de tecnologías digitales permite **monitorizar, captar y procesar datos**, logrando:

- mejorar la clasificación, almacenamiento y valorización de los residuos;
- optimizar procesos (como la recogida y traslado de residuos o la tramitación de documentación legal);
- garantizar la trazabilidad de los residuos de principio a fin (por ejemplo, mediante el control de movimientos internos y externos de residuos);
- asegurar tratamientos de mayor valor añadido y llevados a cabo en condiciones de mayor seguridad;
- predecir la generación de residuos;
- asegurar el cumplimiento de la normativa de residuos (gracias a la creación, consolidación y almacenamiento de datos de manera digital);
- mejorar los flujos de información entre los distintos actores de la cadena de valor del residuo (por ejemplo, mediante el uso de un software que cuente con un sistema jerárquico de asignación de usuarios y roles que facilite la subcontratación de la gestión documental);
- impulsar planes de sostenibilidad, residuos cero y economía circular en las empresas (por ejemplo, mediante la visualización gráfica de todos los datos de residuos previamente recopilados, que ayuden en la toma de decisiones).
- aumentar la productividad de las empresas, al eliminar tareas manuales (por ejemplo, mediante la automatización de tareas repetitivas asociadas a la cumplimentación de documentos de residuos; la sustitución de ficheros físicos por un almacenamiento en la nube, o la tramitación de los traslados de residuos a través de una única plataforma digital);
- minimizar el uso de papel y de transporte, con la consecuente reducción de la huella de carbono emitida (por ejemplo, mediante el almacenamiento de documentación en la nube o el uso de sistemas de firma digital que eliminan la necesidad de almacenar documentación en formato papel y permiten la gestión de datos desde dispositivo con acceso a internet).
- reducir los costes operativos de las industrias, gracias a la optimización del uso de recursos y la reintroducción de residuos en el ciclo productivo.

- obtener beneficios adicionales gracias a la integración de prácticas circulares en productos existentes o a la puesta en el mercado de residuos.
- diferenciarse de la competencia gracias a la innovación, mejorando la capacidad de las empresas para ganar cuota de mercado y abrir nuevos mercados.

En definitiva, la digitalización y gestión de datos ha impulsado una cuarta revolución industrial (Industria 4.0) que viene acompañada de un elevado potencial para crear modelos de negocio “circulares”, en los que se reduce el consumo de materias primas, la generación de residuos, las emisiones y, al mismo tiempo, se incrementa el uso de materiales reciclados.

Finalmente, cabe destacar la importancia que tienen la aplicación de los Fondos Europeos Next Generation en la digitalización de la cadena de valor del residuo. Estos fondos, movilizados de forma extraordinaria para mitigar el impacto de la COVID, se canalizan a empresas por los denominados PERTE, proyectos estratégicos para la recuperación y transición económica. [\[13\]](#) [\[14\]](#)[\[15\]](#)

Entre los PERTE aprobados por el Gobierno español, cabe destacar en nuestro ámbito el de Economía Circular, que dispone de una línea de ayudas transversales de 192 millones de euros entre las que están acciones destinadas a la transformación digital de procesos relacionados con la gestión de residuos. Oportunidad a aprovechar para conseguir una cadena de valor del residuo moderna que se beneficie de las ventajas indicadas anteriormente en este documento.

Como sociedad, nos enfrentamos a un gran desafío (ecológico y climático), en el que las industrias deben liderar una verdadera transformación digital y verde. Para avanzar de manera efectiva en este cambio, resulta indispensable la cooperación estratégica de todos los actores de la cadena de valor del residuo mediante la divulgación e impulso de prácticas empresariales escalables y replicables. Sin la aplicación de la innovación digital será difícil movernos en la dirección correcta, pues se trata de una habilitadora clave para asegurar nuestra supervivencia en el ámbito medioambiental pero también económico.

## 4. LA DIGITALIZACIÓN EN LA NORMATIVA DE RESIDUOS

La digitalización de la cadena de valor del residuo está en consonancia con el reto en la Unión Europea de crear un Mercado Único Digital y la conectividad de Europa a través de infraestructuras adecuadas, eficientes y preparadas para el futuro. En este hito, las agrupaciones de competitividad, las redes empresariales y los centros e innovación digital son una solución muy útil para reunir a todos los agentes interesados, para el caso que nos atañe, en la mejora de la gestión de los residuos. [16]

Las normativas europeas en materia de economía circular, recuperación y reciclaje de materiales, evidencian la **necesidad de contar con el apoyo tecnológico** propio de la nueva sociedad digital. Lo cual **mejorará la transición ecológica del modelo económico, la trazabilidad** y evaluación del grado real de recuperación de materiales.

Además, desde la Unión Europea se establece la **necesidad de controlar, de forma desagregada, los residuos desde su generación hasta la etapa fin de residuo**. Para ello se ha de establecer una red de comunicación desde el nivel más bajo, administración pública o el particular que realiza la primera recogida, elevándose la información de todas las acciones que se realizan con el residuo (recogida, transporte, almacenamiento, selección, etc.) hasta que, por medio de la reutilización, el reciclaje, la valorización o la eliminación dejan de ser residuos. Desde el ente local a la comunidad autónoma, de la comunidad autónoma al gobierno de España, del gobierno de España a la Unión Europea.

Esta información permitirá comprobar si se cumplen los objetivos de reducción reciclaje y correcta gestión. En caso de que dichos objetivos no sean cumplidos por alguno de los países miembros, la Unión Europea emitirá la sanción correspondiente.

Por otra parte, el correcto funcionamiento de la información podrá **limitar el fraude** en la gestión de los residuos, que no solo supone competencia desleal en el ámbito económico sino también un riesgo con consecuencias ambientales. Además, disponer de información veraz permite dar satisfacción al derecho que sobre la gestión de los residuos tiene la ciudadanía.

En el año 2015, la Comisión Europea aprobó el Plan de Acción en materia de economía circular (COM (2015) 614 final) [17], que incluía un compendio de medidas entre las que se encontraba la aprobación de un paquete normativo que revisara las piezas clave de la normativa de la Unión Europea relativa a residuos.

En 2018 se aprueba la **Directiva (UE) 2018/851** [18] del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018. Esta directiva revisa algunos artículos de la Directiva Marco de residuos con el objetivo de avanzar en la economía circular, **armonizar, mejorar la información y trazabilidad de los residuos** y reforzar la gobernanza en este ámbito.

Por último, esta ley que está **incluida en el Plan Anual Normativo de 2020** ha sido también sometida al procedimiento previsto en la **Directiva (UE) 2015/1535** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de septiembre de 2015, por la que se establece un procedimiento de información en materia de reglamentaciones técnicas y de reglas relativas a los servicios de la sociedad de la información.

#### 4.1.1. Primera inclusión de la digitalización en la normativa: Real Decreto 553/2020 para el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado

Esta normativa clarifica e incrementa el control en el traslado de residuos en el interior del territorio español, en desarrollo del artículo 25 de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. De este modo plantea como objetivo garantizar la plena coherencia del régimen de traslado de residuos con el Reglamento comunitario.

Este decreto introduce varias novedades en la regulación de residuos, entre la que destaca la presentación de **eSIR** como **Sistema electrónico de Información de Residuos**, de obligado para la tramitación de la documentación asociada al traslado del residuo vía telemática, estableciéndose un periodo de adaptabilidad de un año, con objeto de que las administraciones vayan incorporando este nuevo sistema.

La digitalización también comporta novedades en los Contratos de Tratamiento, facilitando la trazabilidad de los traslados de residuos desde el punto en el que se origina el residuo hasta su destino final, asegurando el correcto tratamiento de estos.

Otras novedades vinculadas en este caso a los Documentos de Identificación son las siguientes: (i) se detalla el procedimiento de traslado de residuos de competencia municipal, (ii) las Comunidades Autónomas (CC. AA.) tienen que tramitar electrónicamente la documentación a través de la sede electrónica del MITECO o a través de la propia sede electrónica de la comunidad.

#### 4.1.2. Ley 7/2022, de residuos y suelos contaminados para una economía circular

El día 10 de abril de 2022 entró en vigor la **Ley 7/2022 [12]**, de 8 de abril, **de residuos y suelos contaminados para una economía circular (LRSC)**, por las que se transponen la Directiva (UE) 2018/851 y la Directiva (UE) 2019/904. Y deroga la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos. También deroga la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, y la Orden de 13 de octubre de 1989 por la que se determinan los métodos de caracterización de los residuos tóxicos y peligrosos.

Esta ley recoge una serie de cambios relevantes en los que una correcta digitalización va a jugar un rol muy importante, entre los que destacan:

- **Restricciones de los plásticos de un solo uso:** (i) se fomentarán el uso de alternativas reutilizables o de otro material no plástico; (ii) prohibición de la venta de productos de plástico de un solo uso, cualquier producto fabricado con plástico oxodegradable o que contengan microesferas de plástico;
- ecodiseño de recipientes de plástico para bebidas respetando las necesidades de reutilización, y reciclado; y requisitos de marcado específicos en determinados productos de plástico.
- **Medidas de prevención de residuos:** (i) Los productores iniciales de residuos peligrosos estarán obligados a disponer de un plan de minimización de reducción de residuos peligrosos generados y su

peligrosidad; (ii) disponibilidad de agua potable no envasada gratuita en el sector de restauración, los comercios minorista de alimentación deberán aceptar el uso de recipientes reutilizables adecuados, y destinar un 20 % de su área de venta a productos sin embalaje primario; (iv) prohibición de destrucción o eliminación mediante depósito en vertedero de los excedentes no vendidos.

- Producción, posesión y gestión de residuos:
  - La responsabilidad del productor inicial del productor inicial o poseedor del residuo no concluirá hasta el tratamiento completo del mismo, debidamente documentado el tratamiento completo.
  - Obligaciones en la gestión de residuos de suscribir las finanzas, seguros o garantías financieras en el supuesto de tratarse de negociantes, transportistas y entidades o empresas que realicen operaciones de tratamiento de residuos.
  - Se deberá fomentar la preparación para la reutilización y el reciclado de nuevas recogidas separadas de biorresiduos, textiles, aceites de cocina usados, residuos domésticos peligrosos y residuos voluminosos. Se prohíbe la incineración, con o sin valoración energética, y el depósito en vertedero de los residuos recogidos de forma separada.
  - Biorresiduos, aceites usados, y los residuos de construcción y demolición, deberán separarse en distintas fracciones preferentemente en el lugar de generación.
- Responsabilidad ampliada del productor (RAP): se establece una definición de productor más amplia, que implica que se considerará como productor: los que llenen productos (además de los que los fabriquen, importen, o vendan); los que los vendan a distancia desde otro país; y las plataformas de e-commerce.
- **Obligaciones del productor:** El productor cumplirá con las obligaciones de forma individual o de forma colectiva. Se regulan los mecanismos de colaboración con otros intervinientes en la gestión (administraciones públicas y otros operadores) para la organización y financiación de la gestión de los residuos. Por último, se establece también el mecanismo de autocontrol de los sistemas de responsabilidad ampliada, las medidas necesarias en materia de transparencia y diálogo, y la salvaguarda de la confidencialidad de determinada información.
- Se establecen obligaciones de información para el control de seguimiento de los sistemas RAP.
- **Medidas fiscales para incentivar la economía circular:** (i) Impuesto especial sobre los envases de plástico no reutilizables: de naturaleza indirecta que grava la fabricación, la importación o la adquisición intracomunitaria de envases no reutilizables que contengan plástico; (ii) Impuesto sobre el depósito de residuos en vertederos, la incineración y la coincineración de residuo.
- **Información sobre residuos:** a través de sistemas de información tales como: Registro de producción y gestión de residuos, Memorias anuales y Sistema electrónico de Información de residuos (eSIR).
- Se procede a la **actualización del régimen sancionador.**

### 4.1.3. El papel de la digitalización en la Ley 7/2022

La Ley 7/2022, desarrolla las diferentes acciones a realizar en la gestión de los residuos: el **registro** de información en determinados documentos específicos, la **recopilación** de información, o la **transmisión de esa información** a niveles más elevados **para el cumplimiento de las obligaciones** derivadas de la legislación nacional, de la Unión Europea, de convenios internacionales o cualquier otra obligación de información pública, **salvaguardando de la confidencialidad de la información** que pueda resultar relevante para la actividad productiva o comercial de los productores.

Así, por ejemplo, la Ley indica que los **productores de productos** que asuman por propia decisión responsabilidades financieras u organizativas y financieras para la gestión en la fase de residuo del ciclo de vida de un producto deberán **cumplir con los requisitos mínimos generales** y deberán **cumplir con las obligaciones de información previstas en el artículo 53** de dicha ley. Uno de esos requisitos es el de **implantar un sistema de información** para recopilar datos de introducción en el mercado, sobre la recogida y el tratamiento de residuos resultantes de los productos, especificando, cuando proceda, los flujos de los materiales de residuos. En todo caso, **los sistemas de información se establecerán en formato electrónico**.

Con objeto de mejorar la trazabilidad y aumentar la transparencia en la gestión de los residuos, se dedica el título VI de esta ley a la información sobre residuos.

Se regula, en primer lugar, el **Registro de producción y gestión de residuos** que incorpora la **información procedente de los registros de las comunidades autónomas**, relativa a los productores y gestores de residuos.

Por otro lado, se regulan **Memorias Anuales** que deberán recoger el **contenido del archivo cronológico**, el cual es obligatorio para las entidades o empresas registradas, así como para los productores de residuos no peligrosos de más de 10 toneladas al año y debe incluir la información relativa a las operaciones de producción y gestión de residuos. De esta forma, se facilita **la trazabilidad de los residuos desde su producción hasta su tratamiento final**. Asimismo, se añade la **obligación de llevar un registro cronológico** a las entidades o empresas que generen **subproductos** y a las que los utilicen. El envío anual de información a las comunidades autónomas (a través de las memorias) permitirá mejorar la información relativa a la producción y gestión de los residuos y disponer de información precisa y fiable, básica para desarrollar la política de residuos y para dar cumplimiento a las obligaciones de información, de la Unión Europea e internacionales.

Por último, se regula el **Sistema electrónico de Información de Residuos (e-SIR)**, sistema electrónico constituido por los registros, plataformas y herramientas informáticas que permiten disponer de la información necesaria para realizar el seguimiento y control de la gestión de los residuos y suelos contaminados en España.

El Sistema electrónico de Información de Residuos (e-SIR), nacido con el Real Decreto 553/2020 [11], de 2 de junio, se consolida con esta Ley como el sistema interoperable constituido por aquellos registros, plataformas y herramientas informáticas que permitan disponer de la información necesaria para realizar el seguimiento y control de la gestión de los residuos y suelos contaminados en España, elaborar las políticas en esta materia y contribuir al cumplimiento de los requisitos de información internacionales.

Se indica explícitamente que estará constituido, al menos, por los siguientes componentes:

- Registro de Productores de Productos
- Registro de producción y gestión de residuos
- Memorias anuales indicadas en el artículo 65
- Repositorio de traslados nacionales
- Repositorio de Traslados transfronterizos
- Registro Nacional de Lodos
- Inventario estatal de declaraciones de suelos contaminados
- Inventario estatal de descontaminaciones voluntarias de suelos
- Plataforma electrónica de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
- Registro de Subproductos.
- Normas relativas al cálculo de la consecución de los objetivos

Para garantizar el cumplimiento de objetivos establecidos de la ley, así como la fiabilidad y exactitud de los datos, se establecerá un sistema efectivo de control de calidad y trazabilidad, basado en la información contenida en el Sistema electrónico de Información de Residuos, de conformidad con el artículo 66. Asimismo, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, en colaboración con las comunidades autónomas, podrá establecer especificaciones técnicas para los requisitos de calidad de los residuos clasificados, o índices medios de pérdidas para los residuos clasificados para diferentes tipos de residuos y prácticas de gestión de los residuos respectivamente.

Por otro lado, los traslados transfronterizos, con entrada y salida de residuos del territorio nacional, deberán ir acompañados del documento que figura en el anexo VII del del Reglamento (CE) n.º 1013/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo a los efectos de inspección, ejecución, estadística y planificación, dicho documento será remitido en el caso de salidas, por el notificante antes del traslado, y en el caso de entradas por el destinatario tras la recepción del residuo a las autoridades competentes.

A los efectos del cálculo de consecución de los objetivos, el notificante o la persona que organiza el traslado deberá recabar información en la planta de destino sobre la eficiencia del tratamiento para los residuos que traslada. Dicha información será remitida a la autoridad competente de origen del traslado, junto con la notificación previa o, en su caso, junto con la documentación establecida en el apartado anterior. En el caso de los traslados sometidos a autorización, cuando no se aporte esta información, la autoridad competente podrá no autorizar el traslado.

#### 4.1.4. Competencias administrativas en materia de información

Corresponde a la persona titular del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico **recopilar, elaborar y actualizar la información necesaria** para el cumplimiento de las obligaciones derivadas de la legislación; así como ejercer la potestad de **vigilancia e inspección y la potestad sancionadora** en relación con las obligaciones de inscripción e información derivadas del Registro de Productores de Productos.

Corresponde a las comunidades autónomas y a las ciudades de Ceuta y Melilla, **registrar la información en materia de producción y gestión, pública y privada**, de residuos en su ámbito competencial.

Corresponde a las entidades locales, a las ciudades de Ceuta y Melilla o, cuando proceda, a las diputaciones forales **recopilar, elaborar y actualizar la información necesaria para el cumplimiento de las obligaciones** derivadas de la legislación en materia de residuos y suministrarla a las comunidades autónomas, en particular la información relativa a los **modelos de recogida**, a los instrumentos de **gestión**, a las cantidades recogidas y tratadas, especificando el **destino** de cada fracción.

Surge también una **Comisión de Coordinación** en materia de residuos, cuyo objetivo es **analizar y valorar la información disponible en materia de residuos** con objeto de mantener un conocimiento actualizado y disponible para las autoridades administrativas de la situación de los residuos del Estado español en el contexto de la Unión Europea.

## 5. TENDENCIAS GLOBALES DE LA DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR RESIDUOS

Actualmente a nivel internacional, la digitalización de la gestión de residuos está focalizada en las prácticas a realizar una vez se ha generado el residuo, sin tener en cuenta las etapas previas del producto origen. Reducir con eficacia el impacto ambiental debido a la generación de residuos requiere, no solo tomar medidas en la etapa de recogida y tratamiento de éstos, sino que también en el ciclo de producción (incluida la extracción de los recursos materiales y energéticos), en el transporte y en la venta y uso del producto.

Es en esta parte en dónde existen diferentes iniciativas nivel internacional para poder trazar perfectamente la procedencia de los residuos y, la manera en la que pueden ser reintroducidos en el sistema productivo aquellos recursos contenidos en los residuos. En este sentido, existen multitud de iniciativas para poder disponer de información contrastada, segura y fiable.

Dependiendo del tipo de residuo, su proceso productivo y su posterior tratamiento, se abre un abanico de posibilidades en cuanto a la gestión de estos, pero con un único fin, optimizar su recuperación.

Del mismo modo que sucede en nuestro país, existen multitud de tecnologías digitales a nivel internacional para el control de datos en procesos de recogida, selección y tratamiento de residuos, pero la tendencia en desarrollos digitales va más allá: saber en todo momento el valor que tiene el recurso utilizado en la cadena de suministro, convirtiendo en un activo los materiales residuales o, incluso, transformándolos en “*monedas digitales*”.

### 5.1. Iniciativas particulares para residuos industriales

#### **CIRCULARISE**

Se trata de una iniciativa europea en dónde se pretende digitalizar la información desde la producción de productos hasta la reintroducción de materiales residuales en la fabricación de nuevos productos. Lo que necesita este tipo de actuación es disponer de información real, contrastada y segura sobre el origen de los materiales reciclados o recuperados; de ahí que estén apostando por generar un entorno digital basado en tecnología Blockchain para garantizar un mercado de “materias primas secundarias viable”. Proporciona trazabilidad sobre el total de la cadena de suministro de materiales. [19]

Esta solución asiste a compañías como COVESTRO, muy interesada en aprovechar los polímeros plásticos en forma original para volver a fabricar productos.

#### **CIRCLEAN**

Plataforma digital basada en la denominada “simbiosis industrial” que ofrece características concretas de materiales para que puedan ser aprovechados por otras industrias. [20]

Tanto a nivel europeo como a nivel nacional, existen diferentes iniciativas para crear entornos digitales tipo mercado de compra/venta de subproductos/residuos que pretenden facilitar el acceso a materiales residuales generados por procesos productivos que sean aprovechables por distintas fábricas.

Por el momento estas iniciativas topan con requerimientos legales a la hora de almacenar, transportar y procesar estos materiales residuales; pero ya aparecen líneas de trabajo en las nuevas disposiciones legales europeas que facilitarán su implantación, como son las características de “fin de la condición de residuo” y “subproducto”.

### **HOLYGRAIL 2.0**

Este proyecto utiliza marcas de agua digitales del tamaño de un sello postal en envases de bienes de consumo. [21] La marca de agua es invisible al ojo humano, pero una vez el residuo de envase entra en una instalación de tratamiento de residuos es fácilmente detectable por un lector óptico, que podrá clasificar los envases residuales de distinta forma dependiendo de la información contenida en la marca de agua. Con este tipo de herramientas podríamos hablar de selección digital inteligente, en dónde empieza a vislumbrarse la utilización de tecnologías como internet de las cosas o inteligencia artificial.

### **QR TRACING**

Se trata de una empresa española que ha diseñado un sistema de trazabilidad mediante códigos QR para gestionar información logística y de uso para envases de uso industrial reutilizables. [22]

## **5.2. Iniciativas para residuos domésticos**

### **PLASTIC BANK**

Proyecto a nivel internacional que permite a empresas y particulares hacer donaciones para limpiar las playas y mares del mundo de residuos de envases de plástico. [23]

### **ENVIRO BANK**

En Sidney (Australia) este proyecto utiliza más de 500 máquinas de recogida de residuos de envases domésticos a cambio de moneda local. [24]

### **PAGO DEL TRANSPORTE PÚBLICO CON RESIDUOS DE ENVASES**

Medellín (Colombia)

Existen estaciones de metro en dónde pueden comprarse tickets de viaje con botellas de plástico usada

Surabaya (Indonesia)

Para mejorar la recogida de este material, en abril 2018 la ciudad de Surabaya, la segunda más grande de Indonesia, lanzó un programa por el cual los pasajeros pueden pagar su billete de autobús con botellas en las estaciones o directamente pagando con envases vacíos. Según los datos proporcionados por la ciudad,

con 20 vasos de plástico o 5 botellas puedes comprar un billete de dos horas. Un autobús puede recoger hasta 250 kilos de botellas de plástico al día, 7,5 toneladas en un mes.

#### Estambul (Turquía)

En septiembre 2018, el alcalde de Estambul anunció la puesta en marcha del programa Smart Mobile Waste Transfer Centers, máquinas de recogida de residuos con capacidad de escanear y asignar un valor de reciclado antes de triturar y clasificar el material. Valor que va de 0,02 liras turcas (0,003 euros) por una botella de 33 centilitros a 0,09 liras (0,014 euros) por una de medio litro. Para tener un tique gratuito desde las afueras de la ciudad hasta el centro, haría falta reciclar aproximadamente 28 latas de refresco, por ejemplo.

#### Pekín (China)

La ciudad china de Beijín fue de las primeras en sumarse a esta iniciativa. En 2012 empezaron a funcionar en las estaciones de la red de metro de la capital china las primeras 10 máquinas. Los viajeros reciben entre 5 y 10 céntimos de yen, (entre uno y dos céntimos de euro), en sus tarjetas de transporte público costando el billete entre tres y 10 yenes. El crédito se puede destinar al transporte público o a adquirir minutos para los teléfonos móviles.

**Todas estas iniciativas están incentivando la idea de que existe un recurso aprovechable en el residuo que tiene un valor.** La mayoría de ellas podrían contar con procesos digitales que evaluarían la cantidad y calidad de los residuos recogidos para poder asignar ese valor a los materiales; creando así un nuevo marco de desarrollo de modelos económicos digitales para la gestión de residuos.

### 5.3. Iniciativas en sistemas de responsabilidad ampliada de productor.

Los sistemas RAP están diseñados para que fabricantes y comercializadoras de productos de todo tipo puedan hacerse cargo de la correcta gestión de los productos que venden una vez se han convertido en residuos. Estos modelos son obligatorios para algunos tipos de productos, como por ejemplo envases de todo tipo, y voluntarios en otros casos.

Estos sistemas utilizan herramientas digitales para el control de datos de los residuos que se generan en los mercados, trabajando conjuntamente con las empresas de recogida y reciclado de residuos. Empiezan a verse iniciativas orientadas a realizar un control de datos más exhaustivo y con mayor garantía de veracidad de la información basadas en la aplicación de nuevas tecnologías digitales, como por ejemplo el uso de inteligencia artificial y Blockchain.

#### VALIPAC

Es el modelo de RAP para envases industriales de Bélgica que dispone de un sistema de control de datos que incentiva a los poseedores de residuos económicamente para facilitar su segregación en origen y su posterior tratamiento. [25]

### **AEVAE**

Es un sistema de RAP para envases de uso agrícola profesional en España, que ya ha hecho un ensayo a escala piloto para recoger la información de sistema de recogida y tratamiento de residuos de envases de plásticos utilizando la tecnología Blockchain y el marcado de activos con códigos QR. [26]

### **CIRCULAR TRUST**

Red basada en Blockchain impulsada por el sistema de RAP de envases ECOEMBES abierta a todos los agentes que trabajan en la Economía Circular. En esta plataforma ya residen varios casos de uso productivos como RECICLOS o Central de retiradas, que permite la trazabilidad de los movimientos de residuos de envases desde las plantas de selección y de tratamiento y los recicladores, facilitando el proceso a todos los agentes que intervienen y optimizando la logística.

## 6. DIGITALIZACIÓN DE LOS AGENTES DE LA CADENA DE VALOR DEL RESIDUO

En esta sección se reflejan los puntos de vista de los distintos actores que intervienen en la cadena de valor del residuo.

### 6.1. Administraciones Públicas.

No podemos hablar de las necesidades de la digitalización de las administraciones públicas (AA. PP.) sin tener en cuenta las obligaciones legales de los administrados en materia de información de residuos. La Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular regula dichas obligaciones a través de los siguientes artículos [12]:

- Artículo 18: Medidas de prevención. Plan de minimización Artículo 31: Traslados de residuos en España
- Artículo 32: Traslados transfronterizos Artículo 64: Archivo cronológico
- Artículo 65: Obligaciones de información. Memoria anual

Las AA. PP. están obligadas a facilitar al administrado el cumplimiento de sus obligaciones legales de la manera más sencilla posible. A la par, las administraciones públicas autonómicas están obligadas al reporte de información a la Administración Estatal y ésta a la Unión Europea para rendir cuentas del cumplimiento de objetivos de las diferentes Directivas en materia de residuos.



Flujograma de información en las AA.PP.

Lo más operativo es que este traslado de información se realice desde el origen por medio de herramientas informáticas que hablen entre sí el mismo lenguaje. De esta forma, nace el lenguaje E3L utilizado de forma muy extendida por todos los agentes de la cadena del valor del residuo para comunicar los traslados efectuados.

El Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, [11] por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado indica en la Disposición adicional primera que, la tramitación electrónica de los procedimientos de traslados debe realizarse por vía electrónica mediante documentos estandarizados para todo el territorio del Estado y, que las CC. AA. deberán optar porque la tramitación electrónica del procedimiento de traslado sometido a notificación previa se realice a través de la sede electrónica del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, o a través de su propia sede electrónica.

Se habla por primera vez en esta norma de «e-SIR» como el Sistema de Información de Residuos Electrónico que pretende incluir, entre otros, el Registro de producción y gestión de residuos, las memorias anuales de los gestores y el repositorio de traslados y que permite la grabación, validación e intercambio electrónico de información, incluidos los documentos relativos al procedimiento de traslados.

Hoy en día, el estado de empleo de e-SIR para el control de la trazabilidad de los residuos por parte de las CC. AA. no es suficiente para cubrir todas las necesidades para el control de los traslados, como se puede observar en la siguiente figura. Esto se debe a que en la parte no obligatoria (traslados en el interior de la comunidad) son más las comunidades que se han decantado por seguir utilizando sus propios sistemas. No obstante, algunas de estas comunidades están poniendo a punto sus sistemas de información para utilizarlos también en los traslados entre CC. AA.



Uso de la plataforma e-SIR por parte de las CC. AA.

No se puede negar que e-SIR ha sido un gran avance, marcando el camino de la digitalización de las obligaciones legales en materia de trazabilidad de residuos en el estado español en los últimos tiempos; pero también se puede afirmar que para muchas CC. AA., y para muchos operadores de traslado, los mecanismos implementados actualmente en este sistema no cubren sus necesidades reales. En este sentido, **el sector demanda un e-SIR que:**

- Extienda su posibilidad de uso a todos los traslados de residuos y no sólo a los sometidos a notificación previa.
- La información contenida en el registro general de productores y gestores de residuos sea pública.
- Se habiliten buscadores entre fechas para notificaciones previas y traslados.

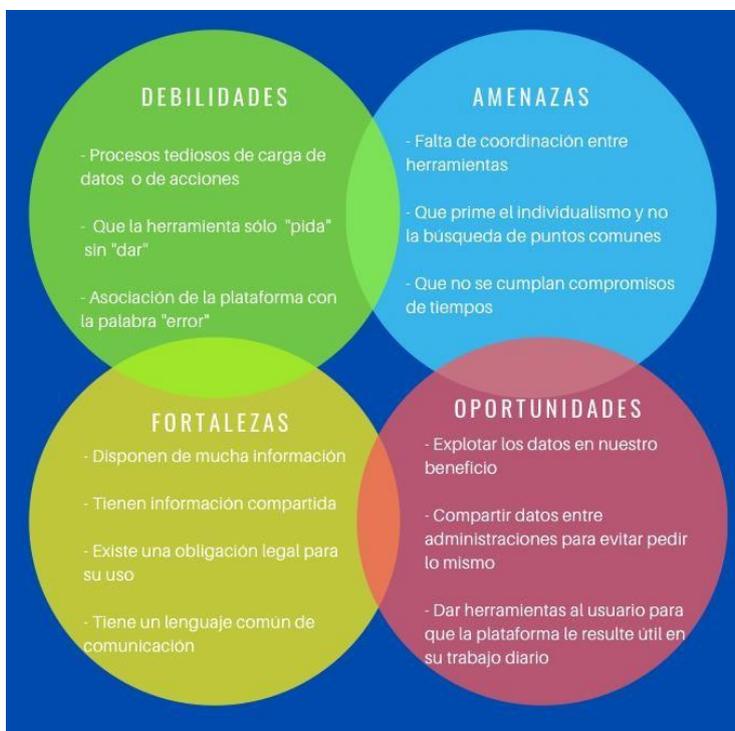
- Las comunicaciones con las plataformas de las CC. AA. y de los operadores del traslado sean efectivas.
- Las validaciones de negocio implementadas estén consensuadas previamente con los agentes implicados y, que el calendario de nuevas versiones sea realista y de fácil cumplimiento para todos.

La Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular ha venido a reforzar el uso obligatorio de este Sistema electrónico de Información de Residuos (e-SIR) y a ampliar sus funcionalidades, indicando que debe estar constituido por los registros, plataformas y herramientas informáticas que permiten disponer de la información necesaria para realizar el seguimiento y control de la gestión de los residuos y suelos contaminados en España. También, en esta Ley, se han detallado otras funcionalidades que e-SIR debe incluir:

- Registro de Productores de Productos
- Registro de producción y gestión de residuos
- Memorias anuales indicadas en el artículo 65
- Repositorio de traslados nacionales
- Repositorio de Traslados transfronterizos
- Registro Nacional de Lodos
- Inventario estatal de declaraciones de suelos contaminados
- Inventario estatal de descontaminaciones voluntarias de suelos
- Plataforma electrónica de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
- Registro de Subproductos

Existen, por lo tanto, nuevos campos y funcionalidades que el lenguaje E3L y e-SIR no tiene en la actualidad y que deben ser consensuadas por todos los agentes implicados para lograr que la integración sea lo menos costosa para todos y, adecuada a la realidad de los obligados al presentar esta información.

A continuación, se muestra el estado de las herramientas informáticas de las AA.PP. utilizando un análisis DAFO general.



#### Análisis DAFO uso de aplicación e-SIR en las CC.AA.

Cabe destacar que, tanto las CC. AA. como los usuarios de dichas herramientas informáticas obligatorias, inciden en que ha llegado el momento de que dichas herramientas comiencen a “dar” y dejen de “pedir”. Es decir, que nos ayuden a llegar a la cúspide de la pirámide de la información y nos empiecen a dar información, conocimiento de nuestro sector para poder utilizarlo en nuestro beneficio.

#### 6.1.1. Propuestas

Ante el reto a corto plazo de incorporar a e-SIR nuevas herramientas como las Memorias Anuales u otra información relativa a subproductos, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) o traslados transfronterizos **creemos que es necesario crear un grupo de trabajo permanente formado por Comunidades Autónomas, Ministerio y sectores implicados con el fin de consensuar la forma de trasladar la información**, el lenguaje utilizado y la alineación de las diferentes casuísticas para que esta obligación tenga el menor impacto posible en la operativa diaria.

Por otra parte, creemos que no estaremos en disposición de reportar información de las memorias anuales de forma telemática e-SIR mientras no sea obligatorio para los agentes implicados la llevanza del archivo cronológico de forma telemática en los sistemas de información de las distintas CC.AA.; **creemos que a nivel Estado existe una necesidad real de modificación del artículo 64 de la Ley de residuos obligando a los sujetos a que el archivo cronológico no sea sólo electrónico, si no que se encuentre disponible en los**

**sistemas de información** de las distintas CC. AA. así como todos los traslados de residuos, estén o no sometidos a notificación previa.

En este sentido, por ejemplo, la Comunidad Autónoma de Galicia ya ha dado un paso y ha incluido en el articulado de su ley autonómica de residuos (Ley 6/2021, del 17 de febrero, de residuos y suelos contaminados de Galicia) las siguientes obligaciones con respecto a su sistema de información, la Plataforma Galega de Información Ambiental, GaIA:

*Art. 26.2 y 27.5. Los productores inscritos de residuos peligrosos y no peligrosos, los pequeños productores que se determinen reglamentariamente y los gestores que lleven a cabo operaciones de tratamiento (incluido el almacenamiento) deben llevar el archivo cronológico de manera telemática a través de la plataforma habilitada por la administración gallega.*

*Art 29.4. Todos los traslados dentro de la comunidad autónoma deben ser presentados en formato electrónico a través de la plataforma GaIA.*

Por último, y no por ello lo menos importante, es hora de que los sistemas de información de las administraciones empiecen a “dar” al administrado y dejen de “pedir”. Se está ya en disposición de tratar datos, de generar informes y de utilizar la información disponible en aras de ayudar al administrado en su tediosa labor del cumplimiento legal en materia de información de residuos. La propuesta pasa por incorporar en estos sistemas de información, de obligado uso, motores de generación de informes potentes y dinámicos o cuadros de mando adaptados al rol de cada entidad en los que se recuerde al usuario mediante alertas o avisos cómo va en el cumplimiento de sus obligaciones legales. Debemos dejar atrás los sistemas de información tradicionales y adentrarnos en el mundo del Business Intelligence (BI).



Jerarquía basada en Business Intelligence.

*“La información es poder. Pero como con todo poder, hay quienes lo quieren mantener para sí mismos”* (Aaron Swartz). Es momento de desenterrar de nuestra mente esta frase, de pensar que compartir información es necesario y nos beneficia en la consecución de nuestros objetivos empresariales.

## 6.2. Gestores de residuos.

**Los gestores de residuos han venido digitalizando los procesos de su actividad** como la trazabilidad interna de los residuos, la relación con los clientes, la organización de las rutas, la generación de documentación y un largo etcétera, apoyados en aplicaciones comerciales y otras herramientas como dispositivos de identificación de contenedores y seguimiento de vehículos.

Sin embargo, **uno de los aspectos más relevantes de la digitalización en los últimos años ha sido la tramitación telemática de los traslados de residuos.** La principal razón es que esta tramitación es la forma electrónica de un procedimiento administrativo (Notificación de Traslado) y de un sistema de control y trazabilidad de cada traslado de residuos (Documento de Identificación), por lo que el adecuado funcionamiento de estos mecanismos de comunicación tiene su reflejo en el funcionamiento ágil de sector. Además, la precisión de la información reflejada puede tener responsabilidades legales.

**Desde los primeros intentos en la digitalización de los traslados de residuos, los gestores han sido el agente central en el proceso.** Los motivos han sido varios: su profesionalización, constituir el nexo entre los productores y las administraciones competentes en materia de residuos y la facilidad de transmitir instrucciones a los productores a través de los gestores.

Así fue desde los comienzos de las aplicaciones autonómicas en lenguaje E3L y se ha mantenido con los desarrollos telemáticos que aplicaban el Real Decreto 553/2020 sobre traslado de residuos en el interior del Estado. Cabe señalar que el Real Decreto 553/2020 preparaba el terreno para la introducción por parte de la Ley 7/2022 de residuos y suelos contaminados **del régimen compartido de responsabilidad del productor del residuo.**

La razón es que refuerza la trazabilidad del residuo y pone al productor como primero en la lista que designa al operador del traslado, y por tanto como primer responsable en la tramitación administrativa del traslado. En caso de que el productor no desee realizar esta tramitación administrativa, podrá apoderar a un tercero, pero siempre mantendrá parte de la responsabilidad sobre el residuo.

Con la entrada en funcionamiento y uso obligatorio de las plataformas telemáticas a finales del año 2021 y a lo largo de 2022, los gestores han tenido que transmitir este nuevo enfoque del Real Decreto 553/2020 a los productores.

### 6.2.1. Experiencia inicial del procedimiento electrónico

**La entrada en funcionamiento de e-SIR y de algunas de las aplicaciones autonómicas en el año 2021 fue un reto** para todos los actores de la cadena de valor del residuo, pero especialmente para las administraciones competentes y para los gestores.

**La experiencia inicial en el uso de estas plataformas presentó complicaciones de tipo técnico,** de capacidad de los sistemas y de conocimiento de los usuarios, como cabía esperar. A estos problemas se añadieron, además, los errores en la base de datos que conforma el actual Registro de Productores y Gestores de Residuos, derivados principalmente por la introducción de la información disponible (en ocasiones, información no completa) y la unificación en una base de datos única de la información procedente de las administraciones autonómicas y, además, la tardanza de estas las administraciones en solucionar esos errores y actualizar sus datos.

**Sin embargo, los planes de contingencia no contemplaron en ningún momento el uso de alguna tramitación alternativa** a estas plataformas en situación de funcionamiento deficiente, que permitiera a los usuarios continuar su actividad de gestión de residuos y cubrir las obligaciones legales del Real Decreto 553/2020.

**Esto generó numerosas situaciones de inseguridad jurídica**, puesto que los gestores recibían la presión de los productores para gestionar los residuos y, las AA. PP. exigían el uso de aplicaciones telemáticas que no funcionaban. En un primer momento los productores y gestores solicitaron a través de sus asociaciones la prolongación de los periodos de prueba de las nuevas plataformas; sin embargo, no encontraron la complicidad de las administraciones competentes en la materia.

Para solventar esta situación, los gestores dedicaron importantes recursos que incluso resultaban ineficientes porque las aplicaciones no estaban operativas o los tiempos de tramitación por documento hacían inviable la tramitación.

El Real Decreto 553/2020 contempla la posibilidad de que las CC. AA. desarrollen sus propias plataformas telemáticas. Por lo que, algunos de los problemas mencionados con e-SIR se replicaron en cada aplicación autonómica que se puso en producción.

**Esta proliferación de aplicaciones autonómicas está configurando un complejo panorama en el que tienen que operar los agentes.** La aplicación e-SIR está diseñada para realizar las tramitaciones de los traslados dentro de cada comunidad y entre comunidades autónomas. No obstante, Galicia y Andalucía han desarrollado sus propias aplicaciones para todos los traslados con origen en esas CC. AA. y se espera más comunidades autónomas les sigan en este. A esto se une que el número de CC. AA. con plataforma propia para el traslado dentro de su territorio es elevado (ejemplos: Cataluña, Castilla y León, Comunidad Valenciana, Aragón, Navarra). Esta situación es un claro fraccionamiento del mercado interior del estado español, que dificulta considerablemente la actividad de los productores, gestores, agentes, negociantes y transportistas con actividad en todo el territorio español.

La coexistencia de numerosas plataformas telemáticas para el traslado de residuos también requiere un importante esfuerzo de coordinación entre las administraciones responsables a fin de que los criterios de validación aplicados sean idénticos, o de lo contrario se producirán rechazos cuando un traslado pase de una plataforma a otra.

La proliferación de aplicaciones autonómicas es paralela a la proliferación de apoderamientos electrónicos diferentes, sin darse la posibilidad de que el apoderamiento de una administración sea válido para aplicaciones de otras administraciones.

**Las aplicaciones se han diseñado en su mayor parte sin la participación de los usuarios**, donde un ejemplo es que no permiten la carga de datos desde los programas informáticos que ya tienen instalados los gestores, por lo que plantean dificultades de diseño que ya no podrán solucionarse, y otras de uso que deberán resolverse en los próximos meses. También tendrán que facilitar su uso con planteamientos más flexibles, para adaptarse a la realidad del sector (modificaciones de fechas, vehículos, etc.), aportar soluciones de valor añadido como puede ser la confección automática de las memorias anuales, y el empleo de los datos introducidos para evitar duplicidad de plataformas, como es el caso de la plataforma electrónica de RAEE.

Los problemas planteados han resultado en que la experiencia en el primer año de digitalización ha supuesto un incremento significativo en la carga de trabajo y, al menos durante la fase de implantación, la ausencia de seguridad jurídica. Todo esto obliga a que el nivel de conocimiento de los usuarios tenga que ser elevado, dificultando que sean los productores quienes realicen la tramitación de sus propios documentos de traslados de residuos.

Esta dificultad de gestión está dando lugar a que dependiendo del volumen de movimientos los operadores del traslado recurran a empresas de servicios informáticos que ofrecen una pasarela entre el gestor y las distintas administraciones competentes, a aplicaciones informáticas para facilitar la introducción de datos y firma de los documentos, y a empresas que ofrecen servicios de gestión documental y administrativa. Por otro lado, los gestores se ven obligados a realizar una tarea constante de formación de los productores, haciéndoles comprender su responsabilidad y el estado de los trámites en cada momento, que en ocasiones retrasan la retirada de residuos de sus instalaciones.

### 6.2.2. Experiencia en residuos de construcción y demolición.

Se puede afirmar, sin riesgo a equivocarse, que los residuos de construcción y demolición (RCD) han sido los grandes ignorados en el desarrollo legislativo referente a los traslados de residuos. Se trata de un sector con unas características propias tanto en el proceso de producción del residuo como en referencia a los agentes que intervienen desde el origen a la entrega final al gestor.

El sector cuenta con una falta de formación muy significativa (productores y transportistas) que en ningún caso ha sido recogida con algún plan de formación que facilitase la adecuada implantación de una legislación compleja y extensa.

Pretender extender los procedimientos y las exigencias documentales del sector puramente industrial hacia el sector de la construcción, no ha hecho sino generar incongruencias, incumplimientos e ineficiencias en su cumplimiento, en contra del objetivo que se pretende conseguir.

Es urgente reconducir esta situación para que el sector apueste decididamente por la digitalización de la gestión de sus residuos, facilitando la labor de los agentes de la cadena, a la vez que se obtiene una trazabilidad imprescindible para garantizar la correcta gestión del residuo.

### 6.2.3. Estado de la digitalización de los gestores de residuos

Para conocer el estado de digitalización en el ámbito de la gestión de residuos se ha tomado como base el **estudio realizado por TEIMAS en 2022 sobre una muestra compuesta por 508 empresas**, autorizadas para distintas actividades de gestión de residuos [26].

Del total de las empresas entrevistadas, **solo el 28.5 % utilizan un *software* específico para su actividad como gestor de residuos**. De las empresas digitalizadas, el 35,4 % usan un *software* propio, desarrollado dentro de la compañía o desarrollado a medida por terceros. El resto de las empresas dispone de una solución *software* comercial específica. De aquellas que utilizan *software* comercial, el 60,3 % utilizan un *software cloud (en la nube)*, es decir accesible por medio de un navegador en un dispositivo con conexión a internet.

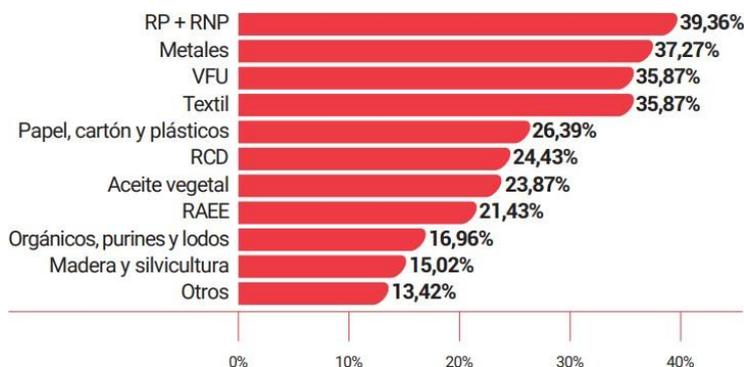


Gestores de residuos autorizados que disponen de *software* comercial específico para su actividad.

Fuente: TEIMAS, 2022 [26]

**Las Comunidades Autónomas con mayor porcentaje de empresas gestoras de residuos digitalizadas** son Galicia (70 %), Navarra (55%), Madrid (43%), Castilla-León (43%) y Murcia (43%). Los valores más bajos corresponden a Andalucía (12%), Asturias (13%) y Baleares (14%). Esta heterogeneidad, en cuanto a la implantación de tecnología digital en las diferentes CC. AA., indica la necesidad de implantar mecanismos de recuperación y resiliencia para conseguir una transformación digital a corto plazo y, homogénea a nivel estatal.

De las empresas digitalizadas, el 44,7 % gestionan exclusivamente residuos no peligrosos; mientras que el 55,7 % disponen de autorización ambiental para gestionar, al menos, un tipo de residuo peligroso.



Gestores de residuos autorizados que disponen de *software* específico por tipo de residuo.

Fuente: TEIMAS, 2022 [26]

Así, las empresas que más afirman invertir en soluciones software específicas para la gestión de residuos son aquellos que gestionan residuos peligrosos y no peligrosos (RP +RNP), seguido de aquellas empresas que gestionan residuos metálicos, y vehículos fuera de uso (VFU) como se muestra en la figura anterior.

### 6.3. Productores de residuos.

Los productores de residuos, especialmente, los grandes productores, llevan tiempo haciendo un esfuerzo importante por digitalizar todos los procesos de su actividad. Si bien es cierto que la parte de los residuos que se producen como consecuencia de su actividad no está habitualmente entre las prioridades, cada vez son más las empresas que ven en los residuos la posibilidad de realizar acciones tangibles en su camino hacia la sostenibilidad.

En los últimos años, tanto inversores como consumidores exigen cada vez más que las empresas sean sostenibles y que actúen de forma respetuosa con el Medio Ambiente. Por otro lado, las propias empresas, en ocasiones motivadas por la cada vez más exigente legislación, necesitan encontrar mecanismos y palancas que les acerquen a ese cumplimiento normativo. Además, cada día aumenta el número de compañías que van mucho más allá de la normativa vigente y, conscientes de su papel en este nuevo orden mundial, incorporan en sus políticas la hoja de ruta hacia la circularidad.

Es precisamente, en este camino, que los residuos toman un papel protagonista. Así, por ejemplo, el residuo bien segregado permite al productor disfrutar de una reducción de costes e incluso un retorno económico (por ejemplo, en el caso de algunos metales). Además, la búsqueda del tratamiento adecuado del residuo favorece la reducción de la huella de carbono (no es lo mismo el tratamiento en vertedero que un tratamiento que reincorpora el material en la cadena productiva). El seguimiento de la información de los residuos generados identifica problemas y situaciones no deseadas en la producción y además, el control de la documentación de traslado de residuos favorece la consecución de auditorías y sellos de calidad a la par que reduce las posibles sanciones.

Las grandes compañías son, en muchas ocasiones, grandes generadores de residuos. Bien porque tienen grandes complejos industriales en los que se generan grandes cantidades de desechos, bien porque, aun siendo entornos menos industriales o más pequeños, tienen una gran dispersión geográfica y en cada punto generan pequeñas cantidades. Así, los productores que están presentes en varios territorios suelen encontrarse con las dificultades inherentes al aumento de la normativa y a la particularización de normas, plataformas y exigencias según el territorio.

No obstante, los productores se encuentran con la dificultad añadida de que los residuos, en términos generales, no forman parte de la actividad principal de la compañía y, por lo tanto, no siempre se dispone de personal especializado en la materia. Por lo que no es habitual destinar recursos a estar al día de la normativa (que en los últimos años ha sido muy prolija) y, no siempre existe un buen mecanismo para el seguimiento de los residuos generados y, de cómo se tratan posteriormente.

Esta tendencia ha comenzado a cambiar y, son cada vez más las compañías que incorporan a sus órganos de gobierno especialistas en Medio Ambiente, Sostenibilidad o Economía Circular. Suelen ser estas áreas las que comprenden que es necesario poder dar respuesta a las exigencias establecidas por la legislación vigente; pero esto supone para la compañía la generación y gestión de un gran volumen de información y, en ocasiones, el manejo de diversas plataformas autonómicas. Por otro lado, es innegable que cada vez más las empresas asumen la obligación de una gestión eficaz bajo lo que se denomina Responsabilidad Extendida o Ampliada del Productor del residuo (RAP).

Una de las situaciones clave son los procesos de auditoría, tanto internas como externas (ISO 14001, Residuo Cero, etc.), que a menudo suponen una inversión de tiempo enorme para los productores. Además, existen numerosos riesgos como el incumplimiento legal, garantizar que la información de la que se dispone sea correcta, duplicidad de tareas, distintas fuentes de datos, etc. Es habitual también que se busquen soluciones que permitan el control a nivel de cada punto de producción o de cada centro, pero también de forma global de cara a la toma de decisiones o a la generación de memorias de sostenibilidad o informes no financieros. En general, se buscan herramientas software que favorezcan el acceso a los datos de forma fiable, robusta y ágil y que reduzcan el tiempo que la organización debe dedicar a cumplir tanto las exigencias de la normativa vigente, como las propias exigencias internas de la organización.

En ocasiones, los productores buscan soluciones genéricas, que cubran toda la información que el área de Medio Ambiente debe gestionar, pero suelen encontrarse con la dificultad de que no siempre disponen de la información directamente, sino que esta reside en otros departamentos u otros sistemas de la compañía (consumos energéticos, datos de producción, etc.) y que las herramientas no siempre se pueden integrar (ejemplos: SAP, GMAOs, software de producción, etc.).

Un punto de fricción habitual es el cotejo de datos que el gestor de residuos indica, que suele requerir revisión de las peticiones de recogida y del contrato establecido con el gestor o intermediario, este punto suele requerir en general demasiado tiempo y esfuerzo. Otro punto de fricción es la decisión de quién debe actuar como operador del residuo, ya que este será el encargado de generar la documentación y de entregarla en la plataforma informática de la comunidad autónoma que corresponda.

Las principales dificultades que se han identificado a la hora de digitalizar la generación y entrega de residuos son:

- Comprender que la información de residuos es un punto clave en la estrategia ambiental de la compañía.
- Tener claros los procedimientos internos de generación de residuos (puntos de generación, momentos, puntos de acopio interno, procedimiento, etc.)
- Encontrar un software que se adecúe a la actividad de organizaciones complejas.
- Encontrar un software que proporcione una solución global o que permita exportar datos a otros sistemas.
- Resistencia de los distintos actores de la cadena de generación de residuos.
- Resistencia de la organización a incorporar nuevos sistemas.
- Ciberseguridad y protección de datos.
- Dispersión de los datos necesarios para iniciar el proceso y dificultad de recuperación.
- Áreas de medio ambiente sin presupuesto asignado.
- Falta de formación en las exigencias normativas y en las exigencias operacionales.

Las principales ventajas que se han identificado son:

- Datos fiables para la toma de decisiones.
- Reducción de tiempo a la hora de realizar memorias anuales, memorias de sostenibilidad, informes no financieros y reportes internos.
- Reducción de tiempo en preparación de auditorías o procesos de certificación.
- Reducción del tiempo necesario para preparar la información de traslado de residuos.
- Reducción del tiempo en procesos de facturación y recepción de facturas.
- Reducción del coste de los residuos entregados o incluso generación de valor positivo.
- Datos para análisis y posible reducción de la Huella de Carbono.
- Fiabilidad de la información.
- Accesibilidad a la información.
- Control de indicadores relacionados con producción.

### 6.3.1. Experiencia inicial en el procedimiento electrónico

La experiencia de puesta en marcha de e-SIR y del cambio de algunas plataformas de Comunidades Autónomas en el año 2021 supuso un reto enorme también para los productores. Además de la comprensión y uso de distintas plataformas, se produjeron numerosas dificultades que impactaron en la operativa diaria:

- En algunos casos, gestores e intermediarios que hasta el momento ofrecían el servicio de generación de documentación de forma gratuita dejaron de hacerlo, con lo que el coste se incrementó.
- Algunos gestores e intermediarios que ejercían de operador de traslado dejaron de hacerlo, con lo que, la responsabilidad del productor se incrementó, aunque no se disponía a veces de la formación necesaria.
- Los productores empezaron a recibir documentos para autorizar a agentes y negociantes a ejercer como tal, pero con formatos distintos e información diferente, lo que generó mucha incertidumbre y requirió en muchos casos la intervención del equipo legal.
- También se propuso en muchas ocasiones el apoderamiento a empresas terceras para la presentación de documentación ambiental, pero este trámite presentó dos dificultades principales:
- normalmente la intervención del equipo legal y (2) la obtención y uso del certificado digital adecuado para realizar los citados apoderamientos.

- Finalmente, el proceso generó y sigue generando muchas dudas ya que, una vez que se realiza el apoderamiento, en plataformas como e-SIR, ya no es posible ver los documentos que se están generando (sólo puede visualizarlos el usuario que los ha creado), lo que genera mucha incertidumbre y se desconoce si el apoderado realmente actuando correctamente.

Las dificultades descritas están provocando también una aceleración en la adopción de productos y servicios digitales que permitan controlar toda la cadena de información y documentación del residuo.

### 6.3.2. Estado de la digitalización de los productores de residuos

Para conocer el estado de digitalización en el ámbito de la producción de residuos se ha tomado como base un estudio realizado por TEIMAS en 2022 sobre una muestra compuesta por 461 grandes empresas productoras de residuos, de las que pudo obtenerse información completa de 265 de ellas [26].

De las empresas encuestadas, el **16,2 % afirman disponer de alguna solución software específica para el control de los residuos producidos en los distintos puntos de generación**. Los principales motivos que explica el 83,8 % restante incluyen: (i) disponen de información agrupada en soluciones software más generales (y no tienen el detalle de la producción y el tratamiento detallado), (ii) externalizan el servicio a gestores o consultoras y, (iii) falta de recursos económicos.

De las empresas que están digitalizadas, el 92,3 % afirma utilizar una solución software comercial. Por volumen de facturación, los datos se distribuyen del siguiente modo:

Volumen de facturación	Nº empresas analizadas	% empresas digitalizadas
01 - Entre 60M€ y 100M€	69	10.14%
02 - Entre 100M€ y 250M€	122	9.84%
03 - Entre 250M€ y 500M€	108	6.48%
04 - Entre 750M€ y 1000M€	36	5.56%
05 - Entre 750M€ y 1000M€	14	14.29%
06 - Entre 1000M€ y 1500M€	22	9.09%
07 - Entre 1500M€ y 5000M€	23	30.43%
08 - Más de 5000M€	12	33.33%

Grandes productores de residuos por volumen de facturación

Así, en la tabla anterior se observa que la prioridad en la digitalización de la producción de residuos aumenta a medida que el volumen de negocio crece.

Porcentaje de empresas digitalizadas por actividad respecto al total de empresas analizadas por actividad	% empresas digitalizadas
Telecomunicaciones	66,67%
Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado	50,00%
Industria papel, madera, corcho, vidrio, plástico o cemento	35,29%
Industria pesada. Oil&Gas	29,17%
Industria alimentación y bebidas	13,33%
Logística. Transporte y almacenamiento	12,50%
Construcción	10,53%
Industria farmacéutica	10,00%
Comercio	7,89%
Actividades profesionales, administrativas y servicios	5,56%
Otra industria manufacturera	4,35%

Grandes productores de residuos por sector de actividad

En cuanto a los sectores donde más se promueve el uso de software para el control de los residuos generados es en **telecomunicaciones, suministro de energía y en el sector industrial.**

## 6.4. Sistemas Colectivos de Responsabilidad Ampliada del Productor (SCRAP).

En esta nueva era digital, la toma de decisiones en base a datos es uno de los pilares fundamentales que deben aplicarse a procesos y organizaciones y, en el caso de los Sistemas de Responsabilidad Ampliada del Productor (SCRAPs), la digitalización es un habilitador que permite conectar con una **sociedad cada vez más digital y más preocupada por el Medio Ambiente**, mediante el **impulso de un modelo de gestión transparente** y abierto a la evolución tecnológica, construyendo **relaciones de valor** con administraciones, empresas y ciudadanos.

Esta nueva concepción del dato requiere de la **aplicación de las tecnologías** no solo en las fases de **análisis y toma de decisiones**, donde la inteligencia artificial es un facilitador del proceso, sino sobre todo en los aspectos de **captura y enriquecimiento del dato**, y para ello, se debe apostar por integrar a todos los agentes que intervienen en el proceso (Administración Pública, empresas productoras, operadores de plantas, recicladores,...) en plataformas abiertas a múltiples canales (API, ficheros, IoT, ...) para obtener el dato en el punto de generación del mismo, aprovechando además la capacidad de computación de la nube pública para garantizar su disponibilidad y enriquecimiento en un plazo de tiempo adecuado para la toma de decisiones.

Este proceso de captura y enriquecimiento, además de estar gobernado por **políticas de seguridad y gestión** que garanticen los procesos de integridad e inmutabilidad de los datos, se debe ver reforzada por otro tipo de tecnologías como Blockchain que no solo garantiza la inmutabilidad del dato, sino que hace **participes de este consenso en la confianza del dato** a todos los agentes implicados en la red descentralizada.

Para no dejar a nadie atrás en un sector tan diverso y heterogéneo como es la cadena de valor del residuo, es necesario que la digitalización se gestione con un **enfoque orientado hacia las soluciones y las**

**oportunidades existentes.** Es importante que la digitalización no se imponga por sí misma. El alcance y los ritmos de desarrollo deben adaptarse a cada necesidad para que tengan éxito.

Los SCRAPs son receptores de la información que proporcionan los diferentes agentes de la cadena de valor de los distintos flujos de residuos que operan. Esta cadena de valor en la RAP incluye a múltiples agentes: los productores de productos; los puntos de venta; los gestores, incluyendo operadores de recogida y selección y los recicladores; las Administraciones Públicas, tanto las administraciones locales cuando hablamos de la gestión de los residuos domésticos, como las administraciones autonómicas con la relevante función del cumplimiento de las obligaciones establecidas en la normativa y; finalmente, los ciudadanos que son uno de los agentes clave y el punto de inicio de toda la cadena.

Por ello, el papel de los SCRAPs debe ser: (i) de **colaborador** con el resto de los agentes para que puedan llevar a cabo la digitalización de sus procesos y, (ii) de **facilitador** de herramientas eficientes para la transmisión de datos al sistema.

#### 6.4.1. La utilización del dato

La disponibilidad de datos correctos y completos es un elemento necesario para establecer estrategias, diseñar la planificación y desarrollar las medidas y actuaciones más adecuadas. En el ámbito de los residuos, los retos que tiene nuestra sociedad son titánicos y el tiempo escaso; tener **información suficiente y a tiempo real**, que es lo que nos permite la digitalización, es clave para que poder trabajar en el momento adecuado y alcanzar el objetivo de generar cambios reales en la sociedad.

La digitalización aporta solidez e integridad a los datos y, por ello, contribuye a generar confianza entre los distintos agentes y entornos de colaboración público-privado. Además, el potencial de la digitalización para comunicarnos con los ciudadanos y, en general, con la sociedad es enorme.

Pero de nada sirve un completo y sólido sistema de captura de datos, en el que estén integrados todos los agentes de la cadena del residuo, si no se dispone de un **sistema oficial de seguimiento y validación de resultados** y de un marco normativo en el que se recojan, sin ningún tipo de ambigüedades que puedan dar lugar a interpretaciones dispares, y se establezcan de forma clara las metodologías, fórmulas y procedimientos para hacer el seguimiento de los objetivos legales establecidos.

La disparidad en el uso de los datos y la falta de reglas claras de cálculo provoca desconfianza y desapego por parte de la sociedad, genera incertidumbre en el sector privado de cara a desarrollar las inversiones necesarias y, debilita la capacidad de colaboración público-privada.

Por ello, es ilusionante el momento actual, con la aprobación de nueva normativa derivada de la transposición de Directivas Europeas, en la que la **mejora en los procesos de información y reporting y, en la garantía de transparencia** es uno de los focos de atención prioritarios.

La normativa prevé el desarrollo de registros (registros de productor de productor) y de plataformas de datos generados por los productores, gestores, SRAPs (e-SIR), que se unirá a los requisitos que ya fueron establecidos en el RD 553/2020 [11], con relación a los traslados de residuos y la obligación de la tramitación vía telemática.

El planteamiento es disponer de un **sistema único y homogéneo, uniforme y verificado** gracias al cual se pueda hacer el seguimiento de resultados. Las claves para el éxito podrían ser las siguientes:

- Recursos necesarios y fórmulas de **cooperación y coordinación entre Administraciones**, para un **despliegue rápido y eficiente de las herramientas** de la captación de datos, para el soporte a los usuarios y para el desarrollo efectivo del control previsto en la normativa.
- **Colaboración público-privada** en la identificación de necesidades, en el diseño y desarrollo de soluciones y en el seguimiento de posibles adaptaciones y desarrollos complementarios.
- Estándares que permitan la **compatibilidad y la interoperabilidad** entre diferentes sistemas y aplicaciones, facilitando las cargas masivas, volcados, consultas y contrastes.
- **Armonización y uniformidad** en la aplicación de la normativa, en la interpretación de definiciones y metodologías, en la definición de requisitos en los diferentes desarrollos normativos en las Comunidades Autónomas.
- **Sistema único de datos, abierto y transparente**, al que todos los agentes puedan acceder para obtener información de valor para su actividad y para el seguimiento de resultados.

La evolución del sector ha sido muy relevante en los últimos 20 años, pero el **reto de su aceleración y escalado a la totalidad de agentes es enorme**, sobre todo para las pequeñas y medianas empresas: tramitación electrónica, nuevos registros, elaboración memorias e informes, etc. Y también para la Administración Pública, sobre todo las administraciones locales, que cuentan con recursos escasos.

Por ello, una referencia final es la necesidad de impulsar **líneas de colaboración** para que todos los agentes puedan acceder a los beneficios de la digitalización, aprovechando por ejemplo la financiación derivada de los fondos Next Generation y, de establecer un **intenso plan de formación desde la Administración**, para que todos los agentes de la cadena de valor del residuo tengan conocimiento de sus obligaciones y de cómo cumplirlas.

## 7. CONCLUSIONES.

Es innegable que entramos en una década que se apoya en dos pilares fundamentales: digitalización y sostenibilidad. El marco estratégico es favorable a procesos que incidan en la descarbonización y la digitalización de las actividades. Pacto Verde (Green Deal Europeo), Plan de Acción de Economía Circular Europeo o Estrategia Española de Economía Circular EEC.

El rápido desarrollo de las tecnologías de digitalización y tratamiento de datos han abierto múltiples oportunidades en todos los ámbitos, siendo la cadena de valor del residuo uno, quizás, de los que tiene un mayor potencial de crecimiento. La digitalización de la cadena de valor del residuo se presenta como una oportunidad para generar valor en todo el ciclo de vida del residuo y los recursos. Ayudará a las empresas a impulsar estrategias de sostenibilidad, minimizar riesgos y optimizar recursos activos, dando como resultado negocios más competitivos y rentables.

La propia normativa española relacionada con el vector residuos ha avanzado fuertemente en la digitalización impulsando la trazabilidad de datos en toda la cadena de valor del residuo. Como ejemplos tenemos:

- El Real Decreto de traslado de residuos (RD 553/2020) incluye por primera vez la obligatoriedad de tramitar la documentación de traslado de residuos de manera electrónica a través de las plataformas de las Administraciones Públicas competentes. Esto supone un gran cambio en la gestión documental de los profesionales del sector residuos, hasta ahora mayoritariamente analógica.
- La Ley de residuos y suelos contaminados (Ley 7/2022) exige una mayor responsabilidad sobre el tratamiento de los residuos por parte de las empresas productoras bajo el principio de que “quien contamina paga”. De esta manera, las empresas deben llevar un mayor control de la documentación y trazabilidad de los residuos. Además, esta ley regula el uso del Sistema electrónico de Información de Residuos (e-SIR) como herramienta empleada por las autoridades para el seguimiento y control de la producción y gestión de residuos, además de otras plataformas autonómicas.

En este sentido, el PERTE de Economía Circular del Gobierno Español, movilizador de fondos europeos Next Generation, representa una gran oportunidad para avanzar en la digitalización de la cadena de valor del residuo.

**Las Administraciones Públicas ejercen un doble rol en la gestión de residuos:** por un lado se responsabilizan del control de la gestión de residuos en sus territorios facilitando el cumplimiento de las obligaciones legales de la manera más sencilla posible a sus administrados y, por otro, están obligadas reportar a otras administraciones (Gobierno Central en el caso de las Comunidades Autónomas y Unión Europea en el caso del Ministerio). Desde hace años, parte de estos flujos de información se intercambian de forma digital apoyándose en el lenguaje estándar E3L, utilizado de forma muy extendida por todos los agentes de la cadena del valor del residuo para comunicar los traslados efectuados.

Hoy en día, el empleo de e-SIR para el control de la trazabilidad de los residuos por parte de las CC. AA. no es suficiente para cubrir todas las necesidades para el control de los traslados. No obstante, la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular ha venido a reforzar la figura de e-SIR y a ampliar sus funcionalidades incorporando nuevos registros de residuos (RAEEs, lodos, subproductos,

etc.) durante los próximos años. Esta hoja de ruta excede el ámbito de E3L y e-SIR en la actualidad por lo que debe ser consensuada por todos los agentes implicados para lograr que la integración sea lo menos costosa para todos y adecuada a la realidad de los obligados a presentar esta información.

Cabe destacar que, tanto las CC. AA. como los usuarios de dichas herramientas informáticas obligatorias, inciden en que ha llegado el momento de que dichas herramientas comiencen a “dar” y dejen de “pedir”. Es decir, que nos ayuden a llegar a la cúspide de la pirámide de la información y nos empiecen a dar información, conocimiento de nuestro sector para poder utilizarlo en nuestro beneficio.

**Los gestores de residuos han sido el agente central en el proceso de digitalización del residuo**, incorporando tecnología en sus procesos: la trazabilidad interna de los residuos, la relación con los clientes, la organización de las rutas, la generación de documentación y un largo etcétera, apoyados en aplicaciones comerciales y otras herramientas como dispositivos de identificación de contenedores y seguimiento de vehículos. No obstante, hay un gran campo de mejora para la digitalización del sector, **ya que solo el 28.5 % de las empresas encuestadas sobre un total de 508 utilizaban un software específico para su actividad como gestor de residuos.**

Uno de los aspectos más relevantes de la digitalización en los últimos años ha sido la **tramitación telemática de los traslados de residuos**. Desde los comienzos, esta tramitación telemática del traslado se ha apoyado fuertemente en el lenguaje E3L para favorecer el intercambio de información entre sistemas privados de las empresas y públicos de las AAPP. No obstante, el RD 553/2020 y la Ley 7/2022 introducen nuevos conceptos a tener en cuenta como la **responsabilidad ampliada del productor del residuo**, estableciendo nuevos flujos de trabajo que se complican dada la proliferación de las aplicaciones autonómicas. Desde el sector de la gestión de residuos se critica que parte de estas aplicaciones se han diseñado en su mayor parte sin la participación de los usuarios, dificultando el intercambio de información entre los sistemas de los gestores y las AAPP.

Un caso destacado es el de los **residuos de construcción y demolición (RCD)**, grandes ignorados en el desarrollo legislativo referente a los traslados de residuos. Se trata de un sector con unas características propias tanto en el proceso de producción del residuo como en referencia a los agentes que intervienen desde el origen a la entrega final al gestor. El sector cuenta con una falta de formación muy significativa (productores y transportistas) que en ningún caso ha sido recogida con algún plan de formación que facilite la adecuada implantación de una legislación compleja y extensa.

**Los productores de residuos, especialmente, los grandes productores, llevan tiempo haciendo un esfuerzo importante por digitalizar todos los procesos de su actividad.** Si bien es cierto que la parte de los residuos que se producen como consecuencia de su actividad no está habitualmente entre las prioridades, cada vez son más las empresas que ven en los residuos la posibilidad de realizar acciones tangibles en su camino hacia la sostenibilidad. No obstante, **solo el 16,2% de empresas productoras de residuos consultadas afirman disponer de alguna solución software específica** para el control de los residuos producidos en los distintos puntos de generación.

En los últimos años tanto inversores como consumidores exigen cada vez más que las empresas sean sostenibles y que actúen de forma respetuosa con el medio ambiente. Por otro lado, las propias empresas, en ocasiones motivadas por la cada vez más exigente legislación, necesitan encontrar mecanismos y palancas que les acerquen a ese cumplimiento normativo. Además, cada día aumenta el número de compañías que van mucho más allá de la normativa vigente y, conscientes de su papel en este nuevo orden mundial,

incorporan en sus políticas la hoja de ruta hacia la circularidad. **La responsabilidad extendida o ampliada del productor del residuo será, sin duda, un estímulo para la digitalización** de estas entidades.

**Los SCRAPs son receptores de la información que proporcionan los diferentes agentes de la cadena de valor de los distintos flujos de residuos que operan.** Esta cadena de valor en la RAP incluye a múltiples agentes: los productores de productos; los puntos de venta; los gestores, incluyendo operadores de recogida y selección y los recicladores; las Administraciones públicas, tanto las administraciones locales cuando hablamos de la gestión de los residuos domésticos, como las administraciones autonómicas con la relevante función del cumplimiento de las obligaciones establecidas en la normativa; y finalmente los ciudadanos, que son uno de los agentes clave y el punto de inicio de toda la cadena.

Por ello **el papel de los SCRAPs debe ser de colaborador con el resto de las agentes** para que puedan llevar a cabo la digitalización de sus procesos y de facilitador de herramientas eficientes para la transmisión de datos al sistema. Una de las problemáticas identificadas se relaciona con **la disparidad en el uso de los datos y la falta de reglas claras de cálculo, provoca desconfianza y desapego por parte de la sociedad**, genera incertidumbre en el sector privado de cara a desarrollar las inversiones necesarias y debilita la capacidad de colaboración público-privada.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] DESI, Digital Economy and Society Index, 2022.
- [2] OECD Environment Working Papers No. 192.
- [3] Valkokari, P. et al. (2019), “Advancing Circular Business”, Tampere University; OECD (2017).
- [4] The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business, OECD Publishing, Paris.
- [5] OECD (2017), OECD Digital Economy Outlook 2017, OECD Publishing, Paris.
- [6] COM (2019) 640 final. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. The European Green Deal.
- [7] COM (2020) 98 final. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe
- [8] España Circular 2030.Estrategia Española de Economía Circular.MITECO. [espanacircular2030\\_def1\\_tcm30-509532\\_mod\\_tcm30-509532.pdf](https://www.miteco.gob.es/planificacion-y-programas/planes-y-programas/plan-accion-de-economia-circular/plan-accion-de-economia-circular-2021-2023) ([miteco.gob.es](https://www.miteco.gob.es))
- [9] I Plan de Acción de Economía Circular 2021-2023.
- [10] COM (2021) 118 final. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. 2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade.
- [11] BOE-A-2020-6422. Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- [12] BOE-A-2022-5809. Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- [13] Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Avances en la ejecución del plan de recuperación. 22 de septiembre de 2022.
- [14] Proyectos estratégicos para la recuperación y transformación económica (PERTE). [Proyectos estratégicos para la recuperación y transformación económica \(PERTE\) | Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia Gobierno de España. \(planderecuperacion.gob.es\)](https://www.planderecuperacion.gob.es/)

- [15] PERTE de Economía circular. [PERTE de Economía circular | Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia Gobierno de España. \(planderecuperacion.gob.es\)](https://planderecuperacion.gob.es)
- [16] European Parliament resolution of 5 July 2017 on building an ambitious EU industrial strategy as a strategic priority for growth, employment and innovation in Europe (2017/2732(RSP))
- [17] COM (2015) 0614 final. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy.
- [18] Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste
- [19] <https://www.circularise.com/>
- [20] <https://circlean-symbiosis.eu/>
- [21] <https://www.digitalwatermarks.eu/>
- [22] <https://qrtracing.com/>
- [23] <https://plasticbank.com/>
- [24] <https://envirobank.com.au/>
- [25] <https://www.valipac.be/en/>
- [26] <https://www.aevae.net/>
- [27] TEIMAS, Estudio sobre la digitalización de las empresas gestoras de residuos en España, 2022.
- [28] TEIMAS, Estudio sobre la digitalización de las empresas productoras de residuos en España, 2022.
- [29] Á. M. M. Peral, «Código de Derecho Urbanístico Estatal». Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, Madrid, 2018.
- [30] Jefatura del Estado, «Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local». Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, Madrid, 1985.



**C**  **NAMA2022**