

Estudios de Deusto

Revista de Derecho Público

Vol. 74/1 enero-junio 2026

DOI: <https://doi.org/10.18543/ed7412026>

ESTUDIOS

ANÁLISIS DE LA DIRECTIVA (UE) 2024/1785 SOBRE EMISIONES INDUSTRIALES Y SU PROYECCIÓN EN EL DERECHO AMBIENTAL DIGITAL Y EN LA LEY 5/2013

Analysis of directive (EU) 2024/1785 on industrial emissions and its projection in Digital Environmental Law and in Law 5/2013

Eliana Díaz Cruces

Grupo de Investigación LEGOS. Facultad de Ciencias Jurídicas
Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA), Madrid. España
<https://orcid.org/0000-0003-0782-4101>

<https://doi.org/10.18543/ed.3575>

Fecha de recepción: 30.01.2026

Fecha de aceptación: 22.04.2026

Fecha de publicación en línea: junio 2026

Derechos de autoría / Copyright

Estudios de Deusto. Revista de Derecho Público es una revista de acceso abierto, lo que significa que es de libre acceso en su integridad. Se permite su lectura, la búsqueda, descarga, distribución y reutilización legal en cualquier tipo de soporte sólo para fines no comerciales, sin la previa autorización del editor o el autor, siempre que la obra original sea debidamente citada y cualquier cambio en el original esté claramente indicado.

Estudios de Deusto. Revista de Derecho Público is an Open Access journal which means that it is free for full access, reading, search, download, distribution, and lawful reuse in any medium only for non-commercial purposes, without prior permission from the Publisher or the author; provided the original work is properly cited and any changes to the original are clearly indicated.

Estudios de Deusto. Revista de Derecho Público

© Universidad de Deusto • ISSN 0423-4847 • ISSN-e 2386-9062, Vol. 74/1, enero-junio 2026

<http://www.revista-estudios.deusto.es/>

ANÁLISIS DE LA DIRECTIVA (UE) 2024/1785 SOBRE EMISIONES INDUSTRIALES Y SU PROYECCIÓN EN EL DERECHO AMBIENTAL DIGITAL Y EN LA LEY 5/2013

Analysis of directive (EU) 2024/1785 on industrial emissions and its projection in Digital Environmental Law and in Law 5/2013

Eliana Díaz Cruces¹

Grupo de Investigación LEGOS. Facultad de Ciencias Jurídicas
Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA), Madrid. España
<https://orcid.org/0000-0003-0782-4101>

<https://doi.org/10.18543/ed.3575>

Fecha de recepción: 30.01.2026

Fecha de aceptación: 22.04.2026

Fecha de publicación en línea: junio 2026

Resumen

El artículo analiza la Directiva (UE) 2024/1785 sobre emisiones industriales, examinando su estructura jurídica, objetivos regulatorios y principales innovaciones. Se destaca la digitalización de la gobernanza ambiental, junto con la integración de la economía circular y la descarbonización como ejes del nuevo modelo de control. Igualmente, se aborda la dimensión Aarhus de la Directiva, que refuerza la transparencia, la participación pública y el acceso a la justicia como pilares de una gobernanza ambiental democrática. Desde la perspectiva del derecho público, cabe sostener que la norma sienta las bases de un incipiente derecho ambiental digital europeo. Dado el carácter emergente de esta categoría jurídica, el trabajo asume

¹ Email: floreliana.diaz@udima.es. Grupo de Investigación Derecho Equidad Gobernanza y Sostenibilidad para la Justicia Social (LEGOS).

expresamente la naturaleza inicial del derecho ambiental digital y propone una primera sistematización de sus elementos ya positivados en la Directiva (UE) 2024/1785, basada en la gestión electrónica de permisos, la interoperabilidad de bases de datos y la transparencia activa en tiempo real, en consonancia con la Declaración Europea sobre los Derechos y Principios Digitales para la Década Digital. En el contexto español, se analizan sus repercusiones sobre la Ley 5/2013 y el régimen de autorizaciones ambientales integradas, identificando los desafíos para su adaptación y proponiendo criterios y reformas legislativas que armonicen el ordenamiento nacional con los nuevos estándares europeos.

Palabras clave

Directiva 2024/1785, Emisiones industriales, Descarbonización, Economía circular, Transposición normativa, Derecho Ambiental Digital.

Abstract

This article analyzes Directive (EU) 2024/1785 on industrial emissions, examining its legal structure, regulatory objectives, and key innovations. It highlights the digitalization of environmental governance, along with the integration of the circular economy and decarbonization as cornerstones of the new control model. The article also addresses the Aarhus Dimension of the Directive, which strengthens transparency, public participation, and access to justice as pillars of democratic environmental governance. From a public law perspective, it argues that the Directive lays the groundwork for an emerging European digital environmental law. Given the emerging nature of this legal category, the article explicitly acknowledges the initial state of digital environmental law and proposes a first systematization of its elements already enshrined in Directive (EU) 2024/1785, based on electronic permit management, database interoperability, and active real-time transparency, in line with the European Declaration on Digital Rights and Principles for the Digital Decade. In the Spanish context, its repercussions on Law 5/2013 and the integrated environmental authorization regime are analyzed, identifying the challenges for its adaptation and proposing criteria and legislative reforms that harmonize the national regulations with the new European standards.

Keywords

Directive 2024/1785, Industrial emissions, Decarbonization, Circular economy, Legislative transposition, Digital Environmental Law.

Sumario: I. INTRODUCCIÓN. II. FUNDAMENTOS JURÍDICOS Y ANTECEDENTES NORMATIVOS. III. ESTRUCTURA JURÍDICA Y OBJETIVOS DE LA DIRECTIVA (UE) 2024/1785. IV. DERECHOS AMBIENTALES Y GARANTÍAS PARTICIPATIVAS: LA DIMENSIÓN AARHUS EN LA DIRECTIVA 2024/1785. 1. Hacia una democracia ambiental digital en el sector industrial. V. CONFIGURACIÓN DEL DERECHO AMBIENTAL DIGITAL EUROPEO. 1. Concepto y delimitación dogmática. 2. Elementos estructurales en la Directiva 2024/1785. 3. Principios propios y tensiones con otros regímenes. VI. LA TRANSPOSICIÓN EN ESPAÑA Y LOS RETOS JURÍDICOS DE IMPLEMENTACIÓN. 1. Contexto nacional y obligaciones derivadas del Derecho de la Unión. 2. Implicaciones sobre la Ley 5/2013 y las autorizaciones ambientales integradas. 3. Propuesta legislativa de adaptación de la Ley 5/2013 a la Directiva (UE) 2024/1785. VII. VALORACIÓN DOCTRINAL Y PERSPECTIVAS DE FUTURO. VIII. CONCLUSIONES. IX. REFERENCIAS.

I. INTRODUCCIÓN

La Directiva (UE) 2024/1785 del Parlamento Europeo y del Consejo, adoptada el 24 de abril de 2024 y publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea el 15 de julio del mismo año (Boletín Oficial del Estado 2024), constituye una de las reformas más ambiciosas del Derecho ambiental europeo en el ámbito de las emisiones industriales. Esta norma surge del proceso político impulsado por el Pacto Verde Europeo (European Commission 2019) y la Estrategia de Contaminación Cero (European Commission 2021), que establecen el principio rector de alcanzar una economía climáticamente neutra y libre de contaminación antes de 2050. Su aprobación respondió a la necesidad de adaptar el marco normativo de la Directiva 2010/75/UE (Boletín Oficial del Estado 2010), cuya eficacia inicial se había visto limitada por los avances tecnológicos y las nuevas exigencias de sostenibilidad productiva dentro de las políticas europeas de transición ecológica.

La doctrina y la práctica administrativa han venido denominando a esta nueva normativa “DEI 2.0”, denominación que expresa tanto la continuidad como la ruptura con la Directiva 2010/75/UE (Boletín Oficial del Estado 2010). La Directiva 2024/1785 no se limita a actualizar los valores técnicos de emisión o a introducir obligaciones adicionales de control; su alcance es mucho más profundo. En efecto, propone una redefinición del marco jurídico del control industrial mediante la incorporación de pilares estructurales de nueva generación, como, la digitalización administrativa, que moderniza los procedimientos y la trazabilidad de la información ambiental; la descarbonización, como elemento transversal de la política industrial europea; la eficiencia energética, que busca optimizar los recursos de producción y reducir

los impactos ecológicos; y la economía circular, que se erige en principio ordenador de la nueva cultura productiva comunitaria.

En virtud de lo anterior, la Directiva constituye un instrumento jurídico que trasciende la lógica tradicional de control de emisiones para configurar un modelo más ambicioso de gobernanza ambiental industrial inteligente. Esta gobernanza se fundamenta en la gestión digital de licencias, la interoperabilidad de los sistemas administrativos nacionales y la responsabilidad compartida entre los sectores público y privado. Adicionalmente, se concibe a la empresa no como mero destinatario de mandatos normativos, sino como agente activo de la transición ecológica, responsable de incorporar innovación tecnológica, auditorías energéticas y estrategias de sostenibilidad dentro de su modelo de gestión. Esta Directiva introduce una nueva concepción del Derecho ambiental industrial europeo, pasando de la mera prevención al fomento de la transformación industrial profunda, basada en la innovación tecnológica y el uso de las mejores técnicas disponibles (MTD) (Ramírez Sánchez-Maroto 2024; Núñez Valls 2025; Ramírez Sánchez-Maroto 2025).

En el marco del Pacto Verde Europeo, la Directiva se configura como instrumento operativo de la Estrategia de Contaminación Cero, fijando para 2030 objetivos como reducir en más de un 55 % las muertes prematuras por contaminación atmosférica y en un 30 % las personas afectadas por el ruido del transporte (European Commission 2019). Esta orientación busca no solo controlar la contaminación, sino también prevenirla desde su origen, alineando la política industrial con principios de responsabilidad ambiental, circularidad de recursos y justicia intergeneracional. La reforma refuerza el principio de integración ambiental previsto en el artículo 11 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (TFUE) y responde al mandato del artículo 192.1, que faculta a la Unión para adoptar medidas vinculantes de protección del medio ambiente. Asimismo, amplía su ámbito de aplicación para incluir sectores estratégicos de la transición energética, como la fabricación de baterías, la producción de hidrógeno mediante electrólisis y la minería de metales críticos.

A la luz de lo expuesto, el presente trabajo analiza la Directiva (UE) 2024/1785 sobre emisiones industriales mediante un estudio detallado de su estructura jurídica, sus objetivos regulatorios y sus principales innovaciones, con especial atención a la dimensión Aarhus y a la digitalización de la gobernanza ambiental. Desde la perspectiva del derecho público, cabe sostener que la Directiva no solo reconfigura el régimen jurídico de las emisiones industriales, sino que opera como laboratorio normativo de un incipiente derecho ambiental digital europeo, entendido como un subsistema del Derecho ambiental que articula la gestión electrónica de permisos, la interoperabilidad de bases de datos, los ecosistemas de datos abiertos y las garantías de transparencia y participación en entornos digitales.

Por tal motivo, este trabajo propone una lectura integrada de estas transformaciones, dialogando con la literatura especializada sobre democracia ambiental, justicia ambiental y administración digital, y subrayando sus implicaciones para la tutela de los derechos reconocidos en el Convenio de Aarhus y en la Declaración Europea sobre los Derechos y Principios Digitales para la Década Digital. En coherencia con ello, la categoría de “derecho ambiental digital europeo” se presenta como un concepto en fase inicial, cuyo objetivo no es ofrecer una teoría cerrada (Fromont y Van Waeyenberge 2025), sino identificar y ordenar los elementos normativos ya presentes en la Directiva (UE) 2024/1785 (digitalización de permisos, interoperabilidad de datos, garantías Aarhus en entornos digitales) y explorar sus implicaciones para la reforma de la Ley 5/2013.

Finalmente, y desde la óptica nacional, se estudian las implicaciones de la Directiva sobre la Ley 5/2013 y el régimen de autorizaciones ambientales integradas, identificando los retos jurídicos y administrativos de su adaptación, y se formula una propuesta legislativa orientada a armonizar la normativa española con estos nuevos estándares europeos. Por consiguiente, el trabajo pretende contribuir a densificar teóricamente esta noción emergente y a dotarla de contenido operativo a través de propuestas concretas de política legislativa.

II. FUNDAMENTOS JURÍDICOS Y ANTECEDENTES NORMATIVOS

La evolución del Derecho europeo en materia de emisiones industriales refleja el tránsito desde un modelo fragmentado de control ambiental hacia un sistema integrado y preventivo. En sus primeras décadas, la regulación europea se centró en dictar normas específicas que imponían límites de emisión de contaminantes al aire, el agua o el suelo de manera independiente. Sin embargo, esta visión sectorial pronto mostró sus limitaciones, al no considerar los efectos combinados de la contaminación industrial ni las interacciones entre los distintos medios ambientales (Revuelta Pérez 2018).

El gran cambio se produjo con la aprobación de la Directiva 96/61/CE, de 24 de septiembre de 1996, conocida como IPPC (Prevención y Control Integrados de la Contaminación) (Boletín Oficial del Estado 1983; Unión Europea 2025; Boletín Oficial del Estado 1992, 1996, 1999, 2000, 2008). Esta norma sustituyó el paradigma “correctivo”, basado en reducir la contaminación una vez generada, por un enfoque “preventivo”, orientado a evitar su aparición desde el diseño mismo de los procesos industriales (O’Malley 1999). En este marco, el principio de prevención se consolidó mediante la obligación de que las instalaciones industriales aplicaran las mejores técnicas disponibles (MTD), es decir, soluciones tecnológicas capaces de garantizar un alto nivel de protección ambiental sin comprometer la viabilidad

económica de la actividad. De este modo, la IPPC introdujo una visión integrada del medio ambiente, sustituyendo las antiguas autorizaciones parciales por un único permiso ambiental que valoraba de forma global las emisiones a aire, agua y suelo (Wei et al. 2017).

En los años siguientes, la normativa evolucionó a través de mecanismos de “mejor regulación” y análisis coste-beneficio, adaptándose al rápido desarrollo del Derecho ambiental europeo. Este proceso culminó con la aprobación de la Directiva 2010/75/UE (Boletín Oficial del Estado 2010), sobre emisiones industriales, que refundió la IPPC y otras siete directivas sectoriales en un texto único (Boletín Oficial del Estado 1983; Unión Europea 2025; Boletín Oficial del Estado 1992, 1996, 1999, 2000, 2008). Esta Directiva reforzó la aplicación vinculante de las conclusiones sobre Mejores Técnicas Disponibles (MTD) y estableció reglas más estrictas para inspecciones e introdujo un sistema europeo de información pública sobre emisiones (E-PRTR), favoreciendo la transparencia y la participación ciudadana (Boletín Oficial del Estado 2010).

Actualmente, y en el marco del Pacto Verde Europeo y de las políticas de descarbonización, la nueva Directiva (UE) 2024/1785 ha introducido reformas sustanciales a la Directiva de 2010, ampliando el ámbito de aplicación a sectores como la ganadería y ciertas actividades extractivas, impulsando la digitalización mediante la autorización electrónica de permisos ambientales antes de 2035, y reforzando la transparencia al exigirse la publicación gratuita de todas las licencias (Boletín Oficial del Estado 2024).

III. ESTRUCTURA JURÍDICA Y OBJETIVOS DE LA DIRECTIVA (UE) 2024/1785

La Directiva (UE) 2024/1785 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de abril de 2024, representa una de las reformas más ambiciosas del derecho ambiental europeo contemporáneo. Su objetivo fue redefinir la estructura jurídica de la política sobre emisiones industriales y emisiones derivadas de la cría intensiva de ganado, revisando el marco de la Directiva 2010/75/UE y modificando, además, la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos. Esta nueva directiva, conocida doctrinalmente como DEI 2.0 (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico 2025; CEOE Empresas Españolas 2024), amplía la posición tradicional del control de la contaminación incorporando los principios de descarbonización, economía circular, innovación tecnológica y digitalización ambiental (Boletín Oficial del Estado 2024).

Desde el punto de vista jurídico, la estructura normativa de la Directiva (UE) 2024/1785 se apoya en disposiciones que articulan la coherencia del sistema de prevención y control ambiental. En atención a la finalidad de la

norma, el artículo 1 establece su objeto y ámbito de aplicación, orientado a prevenir y reducir de forma continua las emisiones al aire, al agua y al suelo, mejorar la eficiencia en el uso de recursos y promover la economía circular y la descarbonización como principios rectores (Ducuing 2024). Además, el artículo 2 amplía el alcance a nuevas actividades industriales como la minería de metales críticos, la fabricación de baterías (>15.000 t/año) y la producción de hidrógeno mediante electrólisis (>50 t/día). Adicionalmente, el artículo 14 consolida la nueva base técnica de los valores límite de emisión (VLE), exigiendo que estos se ajusten al extremo más riguroso del rango establecido por las Mejores Técnicas Disponibles (MTD), salvo justificación debidamente motivada (Vázquez Calvo et al. 2025).

En clave interpretativa, mediante este cambio se busca garantizar la homogeneidad regulatoria en la Unión y reducir las disparidades que históricamente afectaron a la aplicación de la directiva de 2010 (Ala-Lahti 2024). A su vez, el nuevo artículo 14 bis establece la obligación de disponer de un sistema de gestión ambiental (SGA) integrado, incluyendo la sustitución progresiva de sustancias químicas peligrosas por alternativas más seguras, en consonancia con el Reglamento REACH y la Estrategia de Sostenibilidad para las Sustancias Químicas (Boletín Oficial del Estado 2024).

Un aspecto relevante de la reforma es el artículo 27 quinquies, que impone a las instalaciones cubiertas la elaboración de planes de transformación industrial centrados en la reducción de gases de efecto invernadero, la eficiencia energética y la circularidad de materiales. Dichos planes deberán aprobarse en el marco de los permisos ambientales y revisarse periódicamente, reforzando el vínculo entre la regulación ambiental y la planificación económica a largo plazo (Boletín Oficial del Estado 2024).

A efectos de garantizar la seguridad jurídica y aplicar la gobernanza ambiental moderna, el artículo 5 se añade un apartado que introduce la obligación de establecer sistemas electrónicos para la gestión de permisos ambientales y la interoperabilidad de las bases de datos nacionales, antes del 31 de diciembre de 2035. A través de esta disposición se responde a la necesidad de mejorar la transparencia pública y la rendición de cuentas, de acuerdo con el Convenio de Aarhus, asegurando que la información sobre emisiones y cumplimiento sea accesible y en formato abierto (Finck y Mueller 2023; Mathiesen 2003).

Por otro lado, el artículo 26 refuerza la cooperación transfronteriza en casos de contaminación o incidentes medioambientales, obligando a los Estados miembros a informar inmediatamente a las autoridades competentes de los países afectados. Complementariamente, el artículo 70 octies amplía los derechos de participación y acceso a la justicia, garantizando que el público interesado pueda recurrir las decisiones administrativas incluso sin haber participado previamente en el proceso. Finalmente, el artículo 15

unifica los criterios de evaluación de cumplimiento de los límites de emisión mediante metodologías armonizadas, lo que fortifica la cohesión normativa y evita estrategias de competencia desleal entre Estados miembros (Boletín Oficial del Estado 2024).

Partiendo de un análisis jurídico, la Directiva (UE) 2024/1785 constituye un instrumento de integración normativa que eleva el nivel de exigencia ambiental en la Unión Europea, que en términos doctrinales, puede ser interpretada como una norma de tercera generación del derecho ambiental europeo, que supera el enfoque de mera autorización y control para adoptar una gobernanza dinámica basada en resultados, innovación y corresponsabilidad social (Pihalehto y Puharinen 2024). De esta forma, la articulación sobre transparencia, derechos de acceso a la justicia (art. 70 octies y 70 nonies) y digitalización de la información revela una tendencia a redefinir el principio de transversalidad ambiental, extendiendo su aplicación al ámbito industrial estratégico.

Desde la óptica académica, la Directiva refuerza el diálogo entre el derecho administrativo ambiental y el derecho económico de la sostenibilidad, integrando instrumentos jurídicos que estimulan la innovación, la inversión sostenible y la participación pública. Además, su vocación de coherencia con el Pacto Verde Europeo convierte a la DEI 2.0 en una herramienta de transición normativa hacia la neutralidad climática, en la que la regulación opera como vector de transformación estructural del modelo productivo.

IV. DERECHOS AMBIENTALES Y GARANTÍAS PARTICIPATIVAS: LA DIMENSIÓN AARHUS EN LA DIRECTIVA 2024/1785

La Directiva (UE) 2024/1785 refuerza de forma explícita la aplicación de los principios del Convenio de Aarhus en el ámbito del control industrial y la gestión ambiental (Mathiesen 2003). En este sentido, la Directiva consolida un camino plural de gobernanza ambiental participativa, mediante el fortalecimiento de los tres pilares del Convenio de Aarhus, que son, el acceso a la información, la participación pública en la toma de decisiones y el acceso a la justicia ambiental (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas 1999). Cabe entender que los artículos 21 quinquies, 24 y 25 de la nueva norma amplían de manera significativa las garantías para la ciudadanía y las organizaciones medioambientales (Boletín Oficial del Estado 2024).

En primer lugar, el artículo 24 establece que toda la información pertinente sobre los procesos de concesión, modificación y revisión de las autorizaciones ambientales integradas (AAI) debe ponerse a disposición del público a través de portales electrónicos de libre acceso, sin necesidad de registro. Esto incluye el texto consolidado del permiso, las medidas adoptadas tras el cese de actividades y los resultados de la monitorización ambiental

en curso. En este marco, esta disposición transforma los mecanismos de transparencia, haciendo exigible el derecho a la información ambiental en términos compatibles con la era digital (Epstein 2025).

En segundo lugar, el artículo 21 quinquies garantiza la participación pública efectiva durante las fases tempranas de los procedimientos de autorización y revisión, incluso después de la publicación de nuevas conclusiones sobre las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) (Boletín Oficial del Estado 2024). En este sentido, las autoridades competentes están obligadas a demostrar cómo las observaciones públicas han sido tenidas en cuenta en las decisiones finales, lo que fortalece la trazabilidad democrática del proceso administrativo ambiental, reforzando el principio de deliberación pública en la actualización de permisos y en la adopción de valores límite de emisión, y extendiendo la participación a consultas transfronterizas en caso de impactos ambientales compartidos (Akerboom y Craig 2022).

En tercer lugar, el artículo 25 introduce un régimen de acceso ampliado a la justicia ambiental, al reconocer que cualquier persona o entidad afectada, incluyendo organizaciones no gubernamentales, puede recurrir las decisiones administrativas, aunque no haya participado previamente en el procedimiento inicial. Así, los recursos deben ser “justos, equitativos, oportunos y no excesivamente costosos” (Boletín Oficial del Estado 2024), garantizando además el derecho a solicitar una indemnización por daños cuando la infracción de la normativa haya ocasionado perjuicios a la salud o al medio ambiente. Por consiguiente, se trata de una innovación de alto impacto, que alinea la normativa con las conclusiones del Comité de Cumplimiento del Convenio de Aarhus (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD) 2025) y con la Ley 27/2006 (Boletín Oficial del Estado 2006), de 18 de julio, que regula dichos derechos en el ordenamiento español.

Además, la Directiva incorpora una dimensión adicional vinculada a la tutela judicial y administrativa, ello implica que los Estados miembros deberán establecer procedimientos específicos para tramitar reclamaciones por daños derivados de la infracción de las obligaciones ambientales de las industrias, pudiendo fijar plazos de prescripción basados tanto en el conocimiento del daño como en la fecha de cese de la infracción (Boletín Oficial del Estado 2024). Ello implica que este progreso no solo refuerza la eficacia del principio de responsabilidad ambiental, sino que también amplía el espectro de protección de las personas y comunidades afectadas por actividades industriales contaminantes, con lo cual, la dimensión Aarhus de la Directiva (UE) 2024/1785 no se limita a reproducir los principios del Convenio, sino que los operativiza dentro del marco jurídico industrial europeo, asegurando su cumplimiento mediante mecanismos digitales, garantías procesales y control público reforzado.

1. *Hacia una democracia ambiental digital en el sector industrial*

Desde la perspectiva de la sistematicidad normativa, la presente Directiva debe interpretarse en el sentido de que exige la publicación electrónica de las autorizaciones ambientales integradas, de los datos de monitorización y de las decisiones de revisión, configurando el derecho de acceso a la información ambiental como un auténtico derecho de acceso y consulta a ecosistemas de datos abiertos, legibles por máquina y potencialmente reutilizables a los efectos de la supervisión social y de la investigación independiente (Boletín Oficial del Estado 2024; Epstein 2025). Este giro normativo refuerza la idea de una democracia ambiental en red, donde la participación ya no se limita a alegaciones puntuales en el expediente, sino que se proyecta sobre procesos continuos de escrutinio público mediado por tecnologías digitales. En este sentido, la configuración conjunta de portales abiertos, información ambiental en formatos reutilizables y canales de participación electrónica convierte el acceso a la información sobre emisiones industriales en una dimensión específica de la ciudadanía digital, más allá de la mera transparencia administrativa formal (Finck y Mueller 2023).

No obstante, esta evolución hacia una democracia ambiental digital plantea el riesgo de nuevas brechas de desigualdad en el ejercicio efectivo de los derechos Aarhus, vinculadas tanto a la desigual distribución territorial de infraestructuras digitales como a factores socioeconómicos y de capacitación técnica (Creutzfeldt et al. 2024). Es por ello, que la futura transposición en España debería incorporar garantías de accesibilidad universal a las plataformas de información y participación, incluyendo requisitos de diseño inclusivo, disponibilidad multilingüe y adaptación a personas con discapacidad (Northmore y Hudson 2022). Asimismo, resulta imprescindible prever mecanismos de asistencia técnica gratuita, especialmente para comunidades vulnerables y organizaciones locales con recursos limitados, a fin de evitar que la complejidad tecnológica del sistema erosione el principio de igualdad en el acceso a la justicia ambiental (McVeigh 2025).

En este marco, los datos de emisiones industriales adquieren la naturaleza de un auténtico “bien público regulado”, sometido a reglas específicas de integridad, calidad y neutralidad en su generación, custodia y difusión, con lo cual, su estandarización, trazabilidad y conservación a largo plazo no solo resultan esenciales para la planificación y la supervisión administrativa, sino que también potencian su función probatoria en litigios climáticos y procedimientos contencioso-administrativos, donde la información digital sobre emisiones, incidentes y cumplimiento de las MTD puede ser determinante para acreditar infracciones o daños ambientales (Finck y Mueller 2023). Esto quiere decir que, la regulación detallada de metadatos, sellado temporal y registros de modificaciones se convierte, en condición jurídica para

garantizar que estos datos puedan ser utilizados con plenas garantías en sede judicial (Wentz et al. 2023).

En virtud de lo anterior, la Directiva desplaza progresivamente el centro de gravedad del control ambiental industrial desde el expediente administrativo clásico, basado en documentos estáticos y de difícil acceso, hacia ecosistemas dinámicos de datos abiertos, interconectados y auditables en tiempo casi real. Esta transformación sitúa al dato ambiental digital en el núcleo de la gobernanza, redefiniendo las relaciones entre administraciones, empresas y ciudadanía, y consolidando un modelo de democracia ambiental donde la transparencia activa y la vigilancia distribuida se erigen en pilares estructurales del Derecho ambiental europeo contemporáneo, en línea con la Declaración Europea sobre los Derechos y Principios Digitales para la Década Digital, que subraya la necesidad de un entorno digital centrado en las personas, basado en la transparencia, la rendición de cuentas y el acceso significativo a la información como presupuesto para el ejercicio efectivo de los derechos fundamentales en el espacio digital (European Commission 2022).

V. CONFIGURACIÓN DEL DERECHO AMBIENTAL DIGITAL EUROPEO

1. *Concepto y delimitación dogmática*

A partir de las disposiciones de nueva generación incorporadas por la Directiva 2024/1785, es posible formular una definición dogmática, aunque provisional, de derecho ambiental digital europeo. En este trabajo se entiende por derecho ambiental digital europeo el conjunto de normas, principios e instituciones que regulan la producción, circulación y uso de datos e infraestructuras digitales para la protección del medio ambiente, integrando en entornos digitales los derechos de acceso a la información, participación pública y acceso a la justicia consagrados por el Convenio de Aarhus y desarrollados por el Derecho de la Unión (Santamaría Echeverría 2025). Esta categoría no solo se circunscribe en el simple gobierno electrónico ambiental, centrado en la tramitación telemática de expedientes, ni en la simple aplicación al medio ambiente de los regímenes generales de protección de datos o de servicios de datos, sino que configura un subsistema específico del Derecho ambiental en el que el dato ambiental digital se sitúa en el núcleo del cumplimiento normativo, de la rendición de cuentas y de la tutela de los derechos ambientales (Müller 2022; Zhavoronkova y Voronina 2025).

Desde una perspectiva metodológica, el derecho ambiental digital europeo se caracteriza por tres elementos estructurales que se complementan entre sí, el primero de ellos es la consideración del dato ambiental digital como bien público regulado, sometido a reglas específicas de integridad,

calidad y reutilización; el segundo se refiere a la obligación de desplegar infraestructuras electrónicas interoperables de gestión y supervisión ambiental, que permiten el seguimiento continuo de las emisiones y del cumplimiento de las mejores técnicas disponibles; y el tercero hace referencia a la integración de las garantías Aarhus en ecosistemas de información abierta, legible por máquina y potencialmente reutilizable para la supervisión social y la investigación independiente (Kulovesi et al. 2024). Sobre esta base, la Directiva 2024/1785 puede leerse como el primer intento de positivizar este subsistema, al consagrar jurídicamente obligaciones de digitalización avanzada que afectan tanto a las autorizaciones ambientales integradas como a los registros de emisiones y a los mecanismos de participación pública en red.

Esta propuesta conceptual se sitúa en continuidad con los debates doctrinales sobre la digitalización del Derecho ambiental y el gobierno de los datos ambientales (Dixit et al. 2025; Le Goff 2026; Kloppenburg et al. 2022; Finck y Mueller 2023; Garske et al. 2024), pero pretende ir más allá de aproximaciones sectoriales como las relativas a los datos abiertos, la modelización digital o la regulación de registros de emisiones. Frente a esas líneas de análisis, aquí se defiende que la Directiva 2024/1785 habilita la construcción de una categoría jurídica unitaria de derecho ambiental digital europeo, cuyo objeto específico es la ordenación jurídico-pública de los ecosistemas de datos ambientales digitales y de las infraestructuras técnico-administrativas que los soportan, con consecuencias directas en términos de diseño de las autorizaciones ambientales integradas, de configuración de las obligaciones de transparencia activa y de definición de los estándares probatorios en la litigación ambiental y climática.

2. Elementos estructurales en la Directiva 2024/1785

La Directiva (UE) 2024/1785 funciona como el principal soporte normativo del emergente derecho ambiental digital europeo, al reconfigurar el régimen de emisiones industriales sobre la base de una serie de elementos estructurales que combinan transición ecológica y transformación digital de la gobernanza ambiental. Ello implica que la Directiva redefine el objeto y ámbito de aplicación del control industrial, incorporando como ejes transversales la descarbonización, la eficiencia energética y la economía circular, de modo que la regulación ya no se limita a limitar emisiones, sino que orienta de forma proactiva los modelos productivos hacia la neutralidad climática y el uso circular de los recursos (Hung et al. 2023; Zeng y Wang 2025). En consecuencia, esta mutación se plasma en la ampliación del campo de aplicación a sectores estratégicos de la transición verde, como la fabricación de baterías, la producción de hidrógeno mediante electrólisis o la minería de metales críticos, y en la exigencia de que los valores límite de emisión se

sitúen en el extremo más riguroso de los rangos fijados por las MTD, salvo motivación específica en sentido contrario (Hung et al. 2023).

A partir de esto, la Directiva introduce como rasgo vertebral la planificación ambiental a largo plazo mediante los planes de transformación industrial, que deben integrar la reducción de gases de efecto invernadero, la mejora de la eficiencia energética y la circularidad de materiales dentro del ciclo de vida de las instalaciones (Šebo et al. 2023; Massoud et al. 2010). Estos planes, vinculados a los permisos ambientales y sometidos a revisión periódica, convierten a la empresa en agente activo de la transición ecológica, obligándola a anticipar su adaptación al horizonte de neutralidad climática y a justificar, con base en datos, cómo reorientará sus procesos productivos. La exigencia de sistemas de gestión ambiental integrados, con sustitución progresiva de sustancias peligrosas y control del uso de energía, agua y materias primas, refuerza esta lógica de corresponsabilidad estructural entre regulador y operador (Park y Kang 2025; Earnhart 2013).

En clave interpretativa, la Directiva despliega el componente específicamente digital de este nuevo subsistema, al imponer la implantación de sistemas electrónicos de gestión de permisos, la interoperabilidad de las bases de datos nacionales y la publicación en formato abierto de la información sobre licencias y emisiones, por tanto, el mandato de establecer portales electrónicos interoperables antes de 2035, con información accesible, legible por máquina y reutilizable, transforma el dato ambiental digital en núcleo del cumplimiento normativo y de la rendición de cuentas, y sienta las bases de la futura construcción de principios como la transparencia algorítmica, la custodia digital del dato ambiental o la interoperabilidad ecológica (McBride et al. 2022). Sobre esta infraestructura técnica se injertan, además, las garantías Aarhus reforzadas que integran el acceso electrónico a la información, participación pública temprana y trazable en los procedimientos de autorización y revisión, y un acceso a la justicia ambiental ampliado, que permite recurrir decisiones incluso sin participación previa, con recursos “justos, equitativos, oportunos y no excesivamente costosos” (Lukacz 2024).

Por último, la Directiva articula estos vectores materiales, organizativos y digitales en una estructura jurídica coherente, que eleva el estándar de protección ambiental en la Unión y puede interpretarse doctrinalmente como una norma de tercera generación del derecho ambiental europeo (Yang et al. 2024). Procede poner de relieve que la combinación de descarbonización, economía circular, planificación de transformación industrial, sistemas de gestión ambiental obligatorios y digitalización interoperable de la información configura un auténtico subsistema de derecho ambiental digital, en el que el dato ambiental se regula como bien público, la infraestructura electrónica se convierte en condición de eficacia normativa y las garantías de

transparencia, participación y control jurisdiccional se adaptan a los entornos digitales (Turdiev 2025).

3. *Principios propios y tensiones con otros regímenes*

A partir de estas transformaciones, pueden identificarse ya principios específicos de este ámbito emergente, estrechamente vinculados a la centralidad del dato ambiental digital, a la digitalización de los procedimientos de control y a la interoperabilidad de las infraestructuras administrativas en el marco de la Directiva (Tironi y Rivera Lisboa 2023).

En primer lugar, el principio de transparencia algorítmica ambiental amplía la tradicional obligación de acceso a la información, propia de la dimensión Aarhus, hacia los entornos de gobernanza digital e inteligencia de datos (Turdiev 2025). No basta ya con publicar los resultados de las emisiones o las autorizaciones ambientales integradas, sino que se hace necesario dar cuenta de los criterios, modelos y procedimientos automatizados que intervienen en la generación, tratamiento y visualización de la información ambiental (Giest y Grimmelikhuijsen 2020; Högberg 2024). Ello implica que los algoritmos utilizados para la evaluación del cumplimiento, la fijación de condiciones en las autorizaciones, la priorización de inspecciones o la elaboración de informes de seguimiento sean documentados de forma suficiente, de manera que sus lógicas de funcionamiento, fuentes de datos, parámetros de cálculo y márgenes de incertidumbre resulten comprensibles y verificables por autoridades, operadores y público (Giest y Grimmelikhuijsen 2020; Högberg 2024). Así, la transparencia algorítmica ambiental se proyecta, como una garantía frente a riesgos de opacidad, sesgos o usos discriminatorios de tecnologías de tratamiento de datos, reforzando la rendición de cuentas en un contexto de creciente automatización de la gestión ambiental y enlazando directamente con los debates doctrinales sobre gobernanza algorítmica, democracia ambiental en red y justicia ambiental (Ziaja, Sonya; 2021).

En segundo lugar, el principio de custodia digital del dato ambiental se asienta sobre la idea de que la información ambiental digital constituye un bien público regulado, cuyo correcto tratamiento es condición para la efectividad del régimen de emisiones industriales y, en general, del derecho ambiental digital europeo. De hecho, la Directiva no se limita a exigir la informatización de expedientes, sino que configura infraestructuras electrónicas orientadas a garantizar la conservación, trazabilidad y fiabilidad de los datos, mediante herramientas como el sellado temporal, la estandarización de metadatos y el registro de modificaciones (Whittaker 2023). En este marco, la custodia digital implica un deber reforzado de las autoridades competentes de asegurar la integridad probatoria de los registros ambientales, de preservar

la cadena de custodia de la información y de organizar los sistemas administrativos de modo que permitan reconstruir, en cualquier momento, el *iter* de generación, transmisión y uso de los datos (Lajaunie et al. 2019).

Por consiguiente, esta obligación tiene consecuencias directas en la litigación ambiental y climática, en la medida en que el dato digital se convierte en elemento central de prueba y en fundamento de la responsabilidad administrativa y jurisdiccional por incumplimientos ambientales (Berti Suman y Burnette 2024). Al mismo tiempo, la custodia digital del dato ambiental exige que los sistemas faciliten la reutilización y verificación independiente de la información, en coherencia con los ecosistemas de datos abiertos y con los estándares europeos sobre datos reutilizables y legibles por máquina, apuntalando así el potencial emancipador de los datos abiertos, pero también haciendo visibles los riesgos derivados de nuevas desigualdades asociadas a brechas digitales y asimetrías de capacidades técnicas (Finck y Mueller 2023; Fusi et al. 2023).

Por último, el principio de interoperabilidad ecológica responde a la vocación de la Directiva de articular un auténtico espacio europeo de datos ambientales, evitando la fragmentación normativa y técnica entre Estados miembros y entre distintos niveles de gobierno (Schneider et al. 2025). En este marco, la interoperabilidad que se reclama no es meramente informática, sino también jurídica y organizativa, por tanto, exige que los sistemas de información ambiental, los registros de emisiones y las plataformas de autorizaciones electrónicas puedan comunicarse entre sí, compartir datos de manera segura y coherente y aplicar criterios homogéneos de calidad, actualización y acceso (Di Muri et al. 2024).

De esta forma, la Directiva apuesta por portales interoperables, por la estandarización de formatos y metadatos y por la integración de las garantías Aarhus en ecosistemas de información abierta, lo que sitúa a la interoperabilidad ecológica como condición para una gobernanza ambiental industrial verdaderamente integrada, por tanto, este principio busca evitar que la digitalización genere nuevas brechas territoriales o regulatorias, asegurando que la información ambiental digital circule de forma fluida en el conjunto de la Unión y permitiendo que las autorizaciones, controles e informes se inserten en un marco común de datos que refuerce tanto la eficacia de la protección ambiental como la igualdad de acceso a la información y a la justicia (Di Muri et al. 2024).

Esta evolución conecta directamente con los debates doctrinales sobre democracia ambiental en red, justicia ambiental y gobernanza algorítmica, en los que se ha subrayado tanto el potencial emancipador de los datos abiertos como los riesgos de nuevas desigualdades derivadas de brechas digitales y asimetrías de capacidades técnicas (Zeybek 2026). En este marco, el derecho ambiental digital europeo debe ser comprendido como un régimen de

tercera generación que integra principios clásicos del Derecho ambiental (prevención, precaución, integración) (Gorosito 2017) con principios propios del espacio digital, como la transparencia activa reforzada, la auditabilidad de los sistemas de información y la protección frente a usos opacos o discriminatorios de tecnologías de tratamiento de datos. Cabe considerar que la consolidación de esta categoría exigirá, en consecuencia, un desarrollo doctrinal y jurisprudencial adicional, así como su articulación sistemática con el Derecho de protección de datos, el Derecho administrativo digital y el Derecho de la Unión en materia de servicios de datos, de modo que los principios de transparencia algorítmica ambiental, custodia digital del dato e interoperabilidad ecológica encuentren encaje estable en el entramado normativo europeo.

VI. LA TRANSPOSICIÓN EN ESPAÑA Y LOS RETOS JURÍDICOS DE IMPLEMENTACIÓN

1. *Contexto nacional y obligaciones derivadas del Derecho de la Unión*

La aprobación de la Directiva (UE) 2024/1785 persigue la modernización de la política industrial hacia la neutralidad climática mediante la reducción simultánea de emisiones a la atmósfera, el agua y el suelo, la disminución de la generación de residuos y la mejora en la eficiencia de los recursos. España, en su calidad de Estado miembro, debe transponer esta directiva antes del 1 de julio de 2026, de conformidad con el artículo 4 de la norma europea, lo cual implica la adopción de todas las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para garantizar su aplicación plena, comunicando inmediatamente a la Comisión Europea los textos correspondientes (Boletín Oficial del Estado 2024). En la práctica, este proceso obligará a revisar de forma sustancial la Ley 5/2013 y las autorizaciones ambientales integradas, en el marco del texto refundido aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2016, por el que se aprueba la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.

2. *Implicaciones de la Directiva (UE) 2024/1785 sobre la Ley 5/2013*

En concordancia con lo expuesto anteriormente, las principales implicaciones sobre la Ley 5/2013, de 11 de junio, eje normativo que adaptó el ordenamiento jurídico español a la Directiva 2010/75/UE sobre emisiones industriales, hoy integrada en el texto refundido aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2016, de prevención y control integrados de la contaminación (Boletín Oficial del Estado 2013), presenta un doble alcance, material y procedimental, que transformará tanto el contenido de las autorizaciones

ambientales integradas (AAI) como el régimen de derechos y obligaciones de los operadores y del público. En el plano material, la Ley 5/2013 deberá incorporar modificaciones sustanciales en los preceptos relativos al contenido de la solicitud y resolución de la AAI, ampliación de los valores límite de emisión, la inclusión obligatoria de sistemas de gestión ambiental y la regulación más estricta de las sustancias químicas peligrosas (European Union 2006).

En los términos previstos en la Directiva, se deberá regular la implantación de los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) para asegurar el control eficiente del consumo de energía, agua y materias primas, así como la trazabilidad de los residuos generados. Esto supone un cambio profundo frente al régimen anterior, en el que la Ley 5/2013 dejaba en manos del operador la implementación voluntaria de estos sistemas. A su vez, las autorizaciones deberán incorporar un plan de transformación industrial orientado al horizonte 2050, en el que las empresas deberán justificar cómo adaptarán su actividad a una economía circular y climáticamente neutra.

Conviene precisar que el contenido material de las AAI deberá ser más detallado, esto quiere decir que los nuevos artículos deberán especificar las cantidades de agua y energía utilizadas, la capacidad de reutilización y reciclaje dentro del proceso productivo y la compatibilidad de los vertidos con las infraestructuras de saneamiento receptoras, por tanto, este nivel de precisión se alinea con el principio de “mejor rendimiento ambiental posible”, conforme al cual la autoridad competente deberá fijar los valores límite de emisión más estrictos del rango asociado a las mejores técnicas disponibles (MTD), salvo justificación técnica razonada (Silva Hernández 2025).

En el plano procedimental, la transposición exigirá una reconfiguración de los derechos públicos ambientales y de la arquitectura procesal de las AAI, con lo cual se deberá incorporar el reconocimiento del derecho de las personas afectadas a obtener compensación por daños a la salud derivados de la contaminación ilegal o de una aplicación deficiente de las autorizaciones, ampliando la legitimación activa en la vía contencioso-administrativa y fortaleciendo los principios de acceso a la justicia e igualdad procesal consagrados por el Convenio de Aarhus.

3. *Propuesta legislativa de adaptación de la Ley 5/2013 a la Directiva (UE) 2024/1785*

Vistas las implicaciones de la Directiva (UE) 2024/1785 sobre la Ley 5/2013, este epígrafe formula una propuesta legislativa de adaptación que pretende ir más allá de una mera transposición literal de obligaciones. Se parte del diagnóstico de las principales insuficiencias del régimen vigente de autorizaciones ambientales integradas, especialmente en materia de

digitalización de expedientes, integración de la información y garantías de participación, y de las exigencias específicas que la nueva Directiva introduce en relación con los planes de transformación industrial, los sistemas de gestión ambiental y el acceso a la justicia. Sobre esta base, se propone la modificación selectiva de los artículos 2, 7 y 12, junto con la incorporación de nuevos preceptos 14 bis y 79 bis, orientados a reforzar la prevención, la transparencia y la tutela efectiva de los derechos ambientales en el contexto de una gobernanza digitalizada.

En este marco, con esta propuesta se pretende reforzar la aplicación de los principios de prevención, integración y mejora continua del desempeño ambiental, garantizando la convergencia con los objetivos europeos de neutralidad climática y economía circular a 2050. Así, este plan afecta a un conjunto limitado pero estratégico de artículos, a fin de garantizar su plena adaptación a las nuevas obligaciones derivadas de la Directiva. Las modificaciones se justifican por la necesidad de ampliar el ámbito sectorial, reforzar la exigencia técnica de las autorizaciones ambientales integradas (AAI), asegurar la implantación de sistemas de gestión ambiental obligatorios y garantizar una mayor transparencia y participación pública (Díaz-Cruces 2025).

En la actualidad, el artículo 2 de la Ley 5/2013 delimita el ámbito de aplicación de la normativa española sobre emisiones industriales reproduciendo, en esencia, la arquitectura sectorial de la Directiva 2010/75/UE, al remitirse a las categorías de instalaciones previstas en sus anexos y a las actividades ya tradicionalmente sujetas a autorización ambiental integrada. Esta configuración ha permitido una transposición formalmente correcta del marco europeo anterior, pero mantiene una dirección centrada en sectores industriales clásicos (grandes instalaciones de combustión, refino, químicas de base, gestión de residuos, cría intensiva de determinadas especies ganaderas) que no refleja plenamente la ampliación material introducida por la Directiva (UE) 2024/1785, especialmente en lo que respecta a actividades vinculadas a la transición energética y a la economía circular (Boletín Oficial del Estado 2010, 2024).

Desde la perspectiva de su aplicación práctica, esta delimitación ha generado una doble tensión interpretativa y operativa. Por un lado, las comunidades autónomas han debido integrar progresivamente nuevas actividades intensivas en emisiones o en consumo de recursos, como determinadas instalaciones de almacenamiento de energía, fabricación de componentes para tecnologías bajas en carbono o explotaciones extractivas de recursos críticos, mediante instrumentos heterogéneos (autorizaciones distintas de la AAI, licencias sectoriales específicas, condiciones ambientales adicionales), con el consiguiente riesgo de fragmentación del régimen jurídico y de desigualdad territorial en el nivel de protección ambiental (Anapyanova y Jendroška 2021). Por otro lado, la concentración del artículo 2 en categorías

tradicionales ha dificultado una anticipación normativa coherente de los impactos ambientales asociados a cadenas de valor emergentes, lo que se traduce en incertidumbre para los operadores y en una menor capacidad de las autoridades para aplicar de forma sistemática las mejores técnicas disponibles en estos nuevos sectores (Calvo et al. 2021).

A la luz de estas insuficiencias, y con el fin de asegurar una adaptación sustantiva a la Directiva (UE) 2024/1785, se propone la reformulación del artículo 2 de la Ley 5/2013 en un doble sentido. En primer lugar, debería ampliarse expresamente el ámbito de aplicación para incluir las instalaciones industriales y agroindustriales que la nueva directiva incorpora al régimen de emisiones industriales, en particular aquellas relacionadas con la fabricación de baterías, la producción de hidrógeno mediante electrólisis, la minería y tratamiento de materias primas críticas y los nuevos umbrales de cría intensiva de ganado, evitando remisiones genéricas y garantizando una correspondencia clara con las actividades enumeradas en los anexos de la norma europea. En segundo lugar, se propone la incorporación de una cláusula de flexibilidad que permita someter a autorización ambiental integrada, mediante desarrollo reglamentario, otras actividades que, aun no estando expresamente listadas, presenten un potencial significativo de contaminación o de consumo intensivo de recursos, de acuerdo con los criterios materiales establecidos por la Directiva (UE) 2024/1785. De este modo, el artículo 2 dejaría de ser una mera transposición estática del listado europeo para convertirse en una verdadera puerta de entrada de la economía baja en carbono y circular al régimen integrado de prevención y control, fortaleciendo la coherencia entre el derecho interno y los objetivos de neutralidad climática y de protección ambiental de la Unión.

En esta misma línea, en el régimen vigente, el artículo 7 de la Ley 5/2013 se limita a establecer que los valores límite de emisión de las instalaciones sujetas a autorización ambiental integrada deben fijarse tomando como referencia las conclusiones sobre Mejores Técnicas Disponibles (MTD), sin imponer de forma expresa la obligación de situarlos en el extremo más estricto del rango asociado a dichas técnicas. Esta formulación ha permitido a las autoridades competentes un margen apreciable de discrecionalidad a la hora de concretar los valores límite en las autorizaciones, lo que en la práctica se ha traducido en diferencias notables entre comunidades autónomas y sectores, así como en la persistencia de situaciones en las que los valores aplicados se aproximan más al mínimo de exigencia que al mejor rendimiento ambiental posible (Boletín Oficial del Estado 2013).

De conformidad con la experiencia administrativa y los estudios disponibles sobre la aplicación del régimen de emisiones industriales se han puesto de manifiesto estas divergencias en la práctica, tanto en la intensidad de los valores límite como en el uso de justificaciones técnicas para flexibilizar las

exigencias derivadas de las MTD. En algunos casos, las autoridades han optado por fijar valores menos estrictos dentro del rango MTD para evitar costes adicionales a corto plazo o por falta de información detallada sobre el desempeño real de las instalaciones, generando una competencia regulatoria a la baja y una percepción de desigualdad entre operadores sometidos a condiciones distintas en función del territorio (Calvo et al. 2021; Laforest 2014; Dellise et al. 2020). Esta situación compromete la coherencia del sistema, dificulta el control efectivo de la contaminación y se aleja de los objetivos de homogeneidad y alto nivel de protección ambiental.

La Directiva (UE) 2024/1785 introduce un cambio cualitativo al exigir que los valores límite de emisión se ajusten, con carácter general, al extremo más riguroso del rango establecido por las MTD, permitiendo apartarse de ese nivel únicamente cuando exista una justificación técnica debidamente motivada que acredite la imposibilidad de alcanzarlo sin costes desproporcionados o sin riesgos añadidos para la seguridad de la instalación. Este nuevo estándar desplaza el centro de gravedad desde una remisión genérica a las MTD hacia una obligación positiva de maximizar el rendimiento ambiental, reduciendo la variabilidad injustificada entre autorizaciones y Estados miembros y alineando la práctica administrativa con los objetivos de descarbonización, economía circular y protección reforzada de la salud y el medio ambiente (Karavanas et al. 2009).

En consecuencia, resulta aconsejable reescribir el artículo 7 de la Ley 5/2013 para que establezca expresamente que las autoridades competentes deberán fijar, en las autorizaciones ambientales integradas, valores límite de emisión situados, como regla general, en el extremo más exigente del rango asociado a las MTD aplicables a cada actividad. Solo podrá fijarse un valor menos estricto cuando la administración motive de manera detallada, mediante informes técnicos independientes y datos verificables sobre la instalación concreta, que la aplicación del extremo más riguroso resultaría técnica o económicamente inviable, o generaría impactos negativos relevantes que no puedan evitarse por otros medios, garantizando en todo caso que no se produzcan efectos significativos sobre la salud humana ni el medio ambiente. Esta nueva redacción permitiría trasladar fielmente al derecho interno el mandato de la Directiva (UE) 2024/1785, limitar la discrecionalidad injustificada, reforzar la seguridad jurídica de los operadores y asegurar que el principio de mejor rendimiento ambiental posible se convierta en criterio operativo central en la fijación de los valores límite de emisión (Silva Hernández 2025; Gorosito 2017; Díaz-Cruces et al. 2025).

En el marco vigente, el artículo 12 de la Ley 5/2013 regula el contenido de la solicitud de autorización ambiental integrada, exigiendo que el titular aporte una descripción técnica de la instalación, información sobre las materias primas empleadas, las fuentes y tipos de emisiones, así como las medidas

previstas para su prevención y control. No obstante, esta regulación responde todavía a una lógica predominantemente documental y analógica, que genera importantes limitaciones para el seguimiento y la evaluación del desempeño ambiental de las instalaciones a lo largo del ciclo de vida de la autorización. Por un lado, la heterogeneidad en la forma de presentar la información dificulta la comparación entre instalaciones y la explotación sistemática de los datos por parte de las autoridades, que deben invertir recursos adicionales en la validación, normalización y carga manual de la documentación (Martínez-Orozco et al. 2016; Rodríguez 1999). Por otro lado, la ausencia de una exigencia clara de datos estructurados y trazables ha dado lugar a expedientes en los que resulta complejo reconstruir, en tiempo real, el vínculo entre las condiciones de la autorización, las MTD aplicables y los resultados de la monitorización ambiental, lo que merma la eficacia del control y complica la participación informada del público (Martínez-Orozco et al. 2016; Rodríguez 1999). En consecuencia, procede su reformulación para incorporar exigencias de digitalización, trazabilidad e interoperabilidad, para sustituir expedientes en soporte papel o en formatos electrónicos poco estructurados.

Se aprecia que la Directiva (UE) 2024/1785 refuerza la necesidad de disponer de información ambiental en formato digital, legible por máquina e interoperable, vinculando la gestión de permisos con la monitorización continua de emisiones, los sistemas de gestión ambiental y los planes de transformación industrial. A partir de este nuevo marco, el contenido de la solicitud de autorización no puede limitarse a una descripción estática de la instalación, sino que debe convertirse en el punto de partida de un flujo de datos estructurados que alimente los registros estatales y autonómicos, facilite la trazabilidad de las decisiones administrativas y permita evaluar, de manera verificable, la contribución de cada instalación a los objetivos de descarbonización y economía circular (Northmore y Hudson 2022).

Por lo anterior, se propone replantear el artículo 12 de la Ley 5/2013 para que la solicitud de autorización ambiental integrada incluya, además de la descripción técnica de las instalaciones y procesos, los siguientes elementos mínimos: a) un inventario digitalizado y actualizado de las materias primas, fuentes de energía y consumos de agua, expresados mediante indicadores normalizados que permitan su incorporación directa a los sistemas de información ambiental; b) la justificación del cumplimiento de las MTD aplicables, acompañada de indicadores cuantitativos de rendimiento ambiental (valores de emisión previstos, eficiencia energética, tasas de reutilización y reciclaje de recursos), de modo que la autoridad pueda verificar la correspondencia entre las condiciones propuestas y el extremo más exigente del rango MTD; c) un plan de sustitución progresiva de sustancias químicas peligrosas, elaborado conforme al Reglamento REACH (European Union 2006), que identifique calendarios, alternativas y medidas de gestión de riesgos; d) la

declaración de interoperabilidad con el Registro Estatal y autonómico de Emisiones y Fuentes Contaminantes, especificando los formatos y protocolos de transmisión de datos que utilizará la instalación; y e) un plan de transformación hacia la neutralidad climática y la economía circular con horizonte 2050, en el que se detallen hitos intermedios, inversiones previstas y actuaciones de mejora continua vinculadas al sistema de gestión ambiental.

Con esta reformulación, el artículo 12 se convertiría en la pieza central de un modelo de autorización basado en datos, en el que la digitalización, la trazabilidad y la verificabilidad del desempeño ambiental se integran desde el inicio del procedimiento. En virtud de ello, se facilitaría el control administrativo en tiempo casi real, reforzaría la transparencia hacia el público y permitiría que las autoridades evaluaran de forma coherente la contribución de cada instalación a los objetivos de la Directiva (UE) 2024/1785, garantizando al mismo tiempo un nivel elevado y homogéneo de protección del medio ambiente en todo el territorio.

Con vocación de uniformidad y coherencia regulatoria, se plantea la inclusión de un nuevo artículo 14 bis para establecer la implantación obligatoria de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) en todas las instalaciones sometidas a la Ley, tomando como base el Reglamento EMAS o esquemas equivalentes (Díaz-Cruces 2025). En este marco, el SGA deberá contemplar auditorías ambientales internas anuales, programas de eficiencia en recursos energéticos e hídricos, mecanismos de trazabilidad de residuos y sustancias peligrosas, y la publicación anual de un informe de desempeño ambiental verificado por entidad acreditada. Asimismo, la autoridad ambiental competente será responsable de supervisar la correcta implantación y funcionamiento del sistema, con capacidad para revocar o suspender la autorización ante incumplimientos graves. A través de esta obligación se transforma el marco voluntario actual, hacia uno de cumplimiento obligatorio y verificable, alineándose con las exigencias europeas y estableciendo al SGA como herramienta imprescindible para la mejora continua y la adaptación progresiva a los retos de sostenibilidad y descarbonización (Díaz-Cruces 2025).

Finalmente, se presenta la incorporación de un nuevo artículo 79 bis, destinado a reconocer de forma expresa el derecho de las personas físicas o jurídicas afectadas por contaminación ilegal a obtener la reparación íntegra de los daños a la salud, a los bienes y al medio ambiente. Con este precepto se pretende trasladar al ordenamiento interno la orientación de la Directiva (UE) 2024/1785 en materia de acceso a la justicia e indemnización, en convergencia con los principios del Convenio de Aarhus y con el régimen de la Ley 27/2006 y de la normativa de responsabilidad medioambiental (Boletín Oficial del Estado 2014). El nuevo precepto no solo amplía la legitimación activa a las organizaciones ambientales que cumplan los requisitos legales, sino que impone a los poderes públicos la obligación de garantizar que los

procedimientos sean justos, equitativos, oportunos y no excesivamente costosos, evitando que las cargas económicas y probatorias se conviertan en un obstáculo insuperable para la tutela judicial efectiva. Además, el 79 bis ancla explícitamente la prueba del daño y de la causalidad en los registros y sistemas electrónicos de información ambiental previstos en la Ley, de modo que los datos digitales sobre emisiones, vertidos, inspecciones y cumplimiento de las condiciones de la autorización ambiental integrada adquieran plena relevancia probatoria en sede contencioso-administrativa (Akerboom y Craig 2022). De este modo, la regulación propuesta refuerza la dimensión de justicia ambiental del sistema, cierra la brecha entre infracción administrativa y reparación de los daños y consolida el vínculo entre derecho ambiental digital y protección efectiva de los derechos de las personas y comunidades afectadas.

A la luz de lo expuesto, la modificación de los artículos 2, 7 y 12, junto con la introducción de los nuevos artículos 14 bis y 79 bis, no se limita a cumplir formalmente las exigencias de la Directiva (UE) 2024/1785, sino que persigue una actualización estructural del régimen español de autorizaciones ambientales integradas. El refuerzo del ámbito de aplicación, la alineación estricta con las mejores técnicas disponibles, la obligatoriedad de los sistemas de gestión ambiental y el reconocimiento expreso del derecho a la reparación de daños configuran un modelo más exigente en términos de prevención y de responsabilidad. Al mismo tiempo, la centralidad atribuida a los sistemas electrónicos de información y a la trazabilidad digital de los permisos y de los datos de emisiones impulsa una gobernanza ambiental de corte digital, preventiva y participativa, en la que la transparencia activa y el acceso a la justicia dejan de ser elementos accesorios para convertirse en pilares del propio diseño normativo. Este paquete de reformas permitiría, en consecuencia, que la Ley 5/2013 se sitúe en sintonía con los estándares del Pacto Verde Europeo y con la evolución hacia un derecho ambiental digital europeo orientado a resultados verificables y a la protección efectiva de los derechos de las personas y comunidades afectadas.

VII. VALORACIÓN DOCTRINAL Y LAS PERSPECTIVAS DE FUTURO

Desde el punto de vista del Derecho Público, la Directiva (UE) 2024/1785 representa la consolidación de un régimen de tercera generación en el Derecho ambiental industrial europeo, en el que la lógica clásica de autorización y control se ve sustituida por una gobernanza orientada a resultados ambientales verificables, descarbonización y economía circular. Por tal motivo, las obligaciones de planes de transformación industrial, de implantación de sistemas de gestión ambiental y de evaluación periódica de riesgos revelan un desplazamiento del foco normativo, es decir, ya no se trata solo de limitar

emisiones, sino de reconfigurar los modelos productivos a largo plazo bajo parámetros de sostenibilidad exigible jurídicamente.

En este marco, la dimensión Aarhus de la Directiva adquiere un papel estructural y no meramente complementario. Ha de entenderse que la ampliación del acceso a la información, la participación en fases tempranas de los procedimientos de autorización y revisión, y el reconocimiento reforzado del derecho de acceso a la justicia, incluida la reparación de daños a la salud y al medio ambiente, integran la justicia ambiental en el funcionamiento ordinario del régimen de autorizaciones ambientales integradas. Esta evolución aproxima el sistema europeo a las posiciones doctrinales que conciben la democracia y la justicia ambientales como elementos constitutivos, y no accesorios, de la legitimidad del Derecho ambiental contemporáneo.

Al mismo tiempo, la Directiva 2024/1785 puede interpretarse como un auténtico laboratorio normativo de un emergente derecho ambiental digital europeo, en el que la producción, gestión y circulación de datos ambientales dejan de ser instrumentos técnicos para convertirse en objeto directo de regulación y garantía de derechos. Cabe interpretar que la obligación de digitalizar permisos, monitorizar emisiones en tiempo casi real y ofrecer información en formatos abiertos y reutilizables, configura al dato ambiental como bien público regulado, con funciones simultáneas de planificación, control administrativo y prueba en sede judicial. Este giro conecta con la literatura que analiza el impacto de la digitalización en la transparencia, la rendición de cuentas y la prevención de nuevas formas de desigualdad en el acceso a la justicia ambiental.

En la medida en que la Directiva 2024/1785 positiviza obligaciones de gestión electrónica de permisos, de interoperabilidad de bases de datos y de transparencia activa en tiempo casi real, el emergente derecho ambiental digital europeo deja de ser una simple etiqueta descriptiva para adquirir densidad como categoría jurídica. La lectura sistemática de los artículos 24, 25 y 67 (Boletín Oficial del Estado 2024), en conexión con las disposiciones relativas a la participación pública y al acceso a la justicia, permite sostener que el legislador de la Unión Europea ha configurado un marco normativo reforzado en materia de información ambiental digital, orientado a garantizar la transparencia, la accesibilidad y la trazabilidad de los datos, con incidencia directa en el régimen de las autorizaciones ambientales integradas, en la organización administrativa competente y en el control jurisdiccional de su aplicación. De este modo, las innovaciones de la Directiva no solo modernizan el control industrial, sino que contribuyen a consolidar el derecho ambiental digital europeo como subsistema del Derecho ambiental de tercera generación, en el que la digitalización se convierte en un elemento constitutivo del propio régimen jurídico de protección del medio ambiente.

Pese a ello, la articulación de este derecho ambiental digital plantea retos significativos, esto quiere decir que la integración de datos ambientales con información sobre salud, localización de comunidades afectadas o indicadores de vulnerabilidad socioeconómica exige conciliar el principio de máxima publicidad ambiental con las garantías de protección de datos personales y de no estigmatización de determinados territorios o colectivos. Asimismo, el despliegue de algoritmos y sistemas automatizados de vigilancia de emisiones requiere someter su diseño y funcionamiento a criterios de transparencia y ausencia de sesgos, de modo que la priorización de inspecciones o la generación de alertas no queden entregadas a lógicas opacas o discriminatorias (Olawade et al. 2024; Kaminski y Malgieri 2021; Lu, Sylvia; 2022; Luccioni et al. 2025; Swedish School of Library and Information Science, University of Borås, Sweden et al. 2022).

En el plano interno, la propuesta de adaptación de la Ley 5/2013 mediante la modificación de los artículos 2, 7 y 12 y la introducción de los nuevos artículos 14 bis y 79 bis sitúa al ordenamiento español en una posición privilegiada para aprovechar el potencial transformador de la Directiva. De ahí que la ampliación del ámbito de aplicación a sectores emergentes, la exigencia de alineación estricta con las mejores técnicas disponibles, la obligatoriedad de los sistemas de gestión ambiental y el reconocimiento del derecho a la reparación de daños contribuya a reforzar la eficacia preventiva del sistema y su dimensión garantista. Al mismo tiempo, la centralidad conferida a los sistemas electrónicos de información y a la trazabilidad digital de permisos y datos de emisiones permite anclar la transición ecológica en una arquitectura jurídica coherente con el derecho ambiental digital europeo, en la que protección del medio ambiente, derechos Aarhus e infraestructuras digitales aparecen indisolublemente entrelazados.

VIII. CONCLUSIONES

La Directiva (UE) 2024/1785 consolida un modelo de regulación industrial de tercera generación, basado en resultados ambientales verificables y en la integración de la descarbonización, la economía circular y la eficiencia en el uso de recursos como ejes del control de las emisiones industriales. Desde la óptica jurídica, este marco refuerza la coherencia entre política industrial y protección del medio ambiente, elevando el nivel de exigencia tanto para los operadores como para las administraciones públicas.

En coherencia con el régimen jurídico aplicable, la dimensión Aarhus de la Directiva configura la transparencia, la información ambiental en formato digital reutilizable y la participación electrónica temprana como condiciones estructurales de la legitimidad del régimen de autorizaciones ambientales integradas. Ello implica que se amplía el acceso a la información y a la

justicia, e introduce la posibilidad de reclamar la reparación de daños a la salud y al medio ambiente, esto quiere decir que se refuerza el carácter garantista del sistema y se consolidan los derechos de las personas y comunidades afectadas.

Desde la óptica interna, la reforma selectiva de los artículos 2, 7 y 12, junto con la propuesta de nuevos preceptos 14 bis y 79 bis, permite avanzar hacia un modelo de gobernanza ambiental preventiva, digital y participativa, alineado con el Pacto Verde Europeo y con el Convenio de Aarhus. En tal sentido, la transposición que deberá completarse, a más tardar, el 1 de julio de 2026 ofrece una oportunidad para situar el ordenamiento español en una posición sólida ante los retos jurídicos y ambientales de la transición ecológica.

Del análisis realizado se desprende la formulación de una definición y una primera sistematización dogmática del derecho ambiental digital europeo como categoría jurídica emergente. A partir de la interpretación de la Directiva 2024/1785, se muestra que es posible identificar un subsistema normativo centrado en el dato ambiental digital como bien público regulado, en las infraestructuras electrónicas de gestión y supervisión ambiental y en la proyección en red de los derechos de acceso a la información, participación y justicia ambiental. Cabe afirmar que la propuesta aquí defendida no agota las posibilidades de desarrollo de esta categoría, pero ofrece un marco conceptual inicial para futuros estudios doctrinales y jurisprudenciales sobre su articulación con la protección de datos personales, la regulación de los servicios de datos y la gobernanza algorítmica en el ámbito ambiental, así como para el diseño de reformas legislativas que, como la adaptación de la Ley 5/2013, deberán operar cada vez más en clave de derecho ambiental digital.

IX. REFERENCIAS

- Akerboom, Sanne, y Robin Kundis Craig. 2022. «How Law Structures Public Participation in Environmental Decision Making: A Comparative Law Approach». *Environmental Policy and Governance* 32 (3): 232-46. <https://doi.org/10.1002/eet.1986>.
- Ala-Lahti, Tellervo. 2024. «The Awkward Relations between EU Innovation Policies and Environmental Law». *Review of European, Comparative & International Environmental Law* 33 (3): 438-51. <https://doi.org/10.1111/reel.12567>.
- Anapyanova, Alina, y Jerzy Jendrośka. 2021. «Conference Report: “Revision of the Industrial Emissions Directive: In Search of Consistency with Climate, Energy and Circular Economy Policies?”». *Elni Review*, 35-40. <https://doi.org/10.46850/elni.2021.005>.
- Berti Suman, Anna, y Amelia Burnette. 2024. «A Place for People’s Knowledge in Climate Evidence: Exploring Civic Evidence in Climate Litigation». *Review of European, Comparative & International Environmental Law* 33 (3): 383-96. <https://doi.org/10.1111/reel.12552>.

- Boletín Oficial del Estado. 1983. «Directiva del Consejo, de 24 de enero de 1983, por la que se modifica la Directiva 78/176/CEE relativa a los residuos procedentes de la industria del dióxido de titanio.» enero 24. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1983-80024>.
- Boletín Oficial del Estado. 1992. «Directiva 92/112/CEE del Consejo, de 15 de diciembre de 1992, por la que se fija el régimen de armonización de los programas de reducción, con vistas a la supresión, de la contaminación producida por los residuos de la industria del dióxido de titanio.» diciembre 15. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1992-82274>.
- Boletín Oficial del Estado. 1996. «Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación.» septiembre 24. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1996-81690>.
- Boletín Oficial del Estado. 1999. «Directiva 1999/13/CE del Consejo, de 11 de marzo de 1999, relativa a la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas actividades e instalaciones.» marzo 11. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1999-80534>.
- Boletín Oficial del Estado. 2000. «Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de diciembre de 2000, relativa a la incineración de residuos.» diciembre 28. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2000-82556>.
- Boletín Oficial del Estado. 2006. «Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE).» <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2006-13010>.
- Boletín Oficial del Estado. 2008. «Directiva 2008/1/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de enero de 2008, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación (Versión codificada).» enero 29. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2008-80074>.
- Boletín Oficial del Estado. 2010. «Directiva 2010/75/UE sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación)». noviembre 24. <https://www.boe.es/doue/2010/334/L00017-00119.pdf>.
- Boletín Oficial del Estado. 2013. «Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.» junio 12. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-6270.
- Boletín Oficial del Estado. 2014. «Law 11/2014, of July 3, amending Law 26/2007, of October 23, on Environmental Liability.» <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2014-7009>.
- Boletín Oficial del Estado. 2024. «Directiva (UE) 2024/1785 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de abril de 2024, por la que se modifican la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación) y la Directiva 1999/31/CE del Consejo relativa al vertido de residuos.» julio 15. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2024-81092>.
- Calvo, Víctor Luis Vázquez, Germán Giner-Santonja, Bernabé Alonso-Fariñas, y José Morillo Aguado. 2021. «The Effect of the European Industrial Emissions

- Directive on the Air Emission Limit Values Set by Competent Authorities in the Permitting Procedure: The Case of the Spanish Cement Industry». *Science of The Total Environment* 773 (junio): 145491. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145491>.
- CEOE Empresas Españolas. 2024. «Informe sobre la Directiva (UE) 2024/1785 por la que se modifica la Directiva 2010/75/UE sobre Emisiones Industriales (DEI)». https://www.ceoe.es/sites/ceoe-corporativo/files/content/file/2024/09/02/110/informe_directiva_2024_1785_emisiones_industriales_2024_07_1.pdf.
- Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas. 1999. «Convención sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en asuntos ambientales». <https://unece.org/DAM/env/pp/documents/cep43s.pdf>.
- Creutzfeldt, Naomi, Arabella Kyprianides, y Ben Bradford. 2024. *Access to Justice, Digitalization and Vulnerability: Exploring Trust in Justice*. 1.ª ed. Policy Press. <https://doi.org/10.1332/policypress/9781529229523.001.0001>.
- Dellise, Marie, Jonathan Villot, Rodolphe Gaucher, Anne Amardeil, y Valérie Lafortest. 2020. «Challenges in Assessing Best Available Techniques (BATs) Compliance in the Absence of Industrial Sectoral Reference». *Journal of Cleaner Production* 263 (agosto): 121474. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121474>.
- Di Muri, Cristina, Martina Pulieri, Davide Raho, et al. 2024. «Assessing Semantic Interoperability in Environmental Sciences: Variety of Approaches and Semantic Artefacts». *Scientific Data* 11 (1): 1055. <https://doi.org/10.1038/s41597-024-03669-3>.
- Díaz-Cruces, Eliana. 2025. «El Reglamento EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) como instrumento preceptivo en la transición sostenible de España». *European Public & Social Innovation Review* 11 (septiembre): 1-23. <https://doi.org/10.31637/epsir-2026-2127>.
- Díaz-Cruces, Eliana, Mercedes Navarro Cejas, Ezequiel Zamora-Ledezma, y Simone Belli. 2025. «Spain and the climate transition: legislative advances and institutional challenges within the framework of public law». *Estudios de Deusto* 73 (2): 103-37. <https://doi.org/10.18543/ed.3445>.
- Dixit, Dr. Rajat, Dr. Govind Prasad Goyal, Dr. Archana Singh, et al. 2025. «Green Governance 4.0: Leveraging Law, Management, And Digital Technologies For Environmental Sustainability». *International Journal of Environmental Sciences*, octubre 7, 4835-41. <https://doi.org/10.64252/c0vvpf019>.
- Ducuing, Charlotte. 2024. «Data Governance for the Ecological Transition: An Infrastructure Perspective». *Review of European, Comparative & International Environmental Law* 33 (3): 412-23. <https://doi.org/10.1111/reel.12547>.
- Earnhart, Dietrich. 2013. «Effect of Systems to Manage Environmental Aspects on Environmental Performance». *Sustainability* 5 (6): 2557-88. <https://doi.org/10.3390/su5062557>.
- Epstein, Aude-Solveig. 2025. «EU Environmental Law in the Digital Age: A Critical Outlook on the Twin Transition's Legal Structure». *European Journal of Risk Regulation*, julio 28, 1-17. <https://doi.org/10.1017/err.2025.10029>
- European Commission. 2019. «The European Green Deal». diciembre 11. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF.

- European Commission. 2021. «EU Action Plan: “Towards Zero Pollution for Air, Water and Soil”». mayo 12. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0400>.
- European Commission. 2022. «European Declaration on Digital Rights and Principles for the Digital Decade». <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/european-declaration-digital-rights-and-principles>
- European Union. 2006. «Reglamento (CE) n o 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) n o 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) n o 1488/94 de la Comisión así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión». diciembre 18. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1907>.
- Finck, Michèle, y Marie-Sophie Mueller. 2023. «Access to Data for Environmental Purposes: Setting the Scene and Evaluating Recent Changes in EU Data Law». *Journal of Environmental Law* 35 (1): 109-31. <https://doi.org/10.1093/jel/eqad006>.
- Fromont, Louise, y Arnaud Van Waeyenberge. 2025. «The European Semester as a Governance Mechanism for Rule of Law Risks in the EU». *European Journal of Risk Regulation* 16 (3): 872-81. <https://doi.org/10.1017/err.2025.29>.
- Fusi, Federica, Fengxiu Zhang, y Jiaqi Liang. 2023. «Unveiling Environmental Justice through Open Government Data: Work in Progress for Most US States». *Public Administration* 101 (3): 1088-114. <https://doi.org/10.1111/padm.12847>.
- Garske, Beatrice, Wilmont Holz, y Felix Ekardt. 2024. «Digital twins in sustainable transition: exploring the role of EU data governance». *Frontiers in Research Metrics and Analytics* 9 (marzo): 1303024. <https://doi.org/10.3389/fрма.2024.1303024>.
- Giest, Sarah, y Stephan Grimmelikhuijsen. 2020. «Introduction to special issue algorithmic transparency in government: Towards a multi-level perspective». *Information Polity* 25 (4): 409-17. <https://doi.org/10.3233/IP-200010>.
- Gorosito, Ricardo. 2017. «Los principios del Derecho ambiental». *Revista de Derecho*, n.º 16 (noviembre). <https://doi.org/10.22235/rd.v2i16.1471>.
- Högberg, Charlotte. 2024. «Stabilizing Translucencies: Governing AI Transparency by Standardization». *Big Data & Society* 11 (1): 20539517241234298. <https://doi.org/10.1177/20539517241234298>.
- Hung, Bui Quang, Nguyen Thi Hong Nham, y Le Thanh Ha. 2023. «The Importance of Digitalization in Powering Environmental Innovation Performance of European Countries». *Journal of Innovation & Knowledge* 8 (1): 100284. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100284>.
- Kaminski, Margot E., y Gianclaudio Malgieri. 2021. «Algorithmic Impact Assessments under the GDPR: Producing Multi-Layered Explanations». *International Data Privacy Law* 11 (2): 125-44. <https://doi.org/10.1093/idpl/ipaa020>.
- Karavanas, A., A. Chaloulakou, y N. Spyrellis. 2009. «Evaluation of the Implementation of Best Available Techniques in IPPC Context: An Environmental Perfor-

- mance Indicators Approach». *Journal of Cleaner Production* 17 (4): 480-86. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.08.016>.
- Kloppenborg, Sanneke, Aarti Gupta, Sake R. L. Kruk, et al. 2022. «Scrutinizing Environmental Governance in a Digital Age: New Ways of Seeing, Participating, and Intervening». *One Earth* 5 (3): 232-41. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.02.004>.
- Kulovesi, Kati, Sebastian Oberthür, Harro Van Asselt, y Annalisa Savaresi. 2024. «The European Climate Law: Strengthening EU Procedural Climate Governance?» *Journal of Environmental Law* 36 (1): 23-42. <https://doi.org/10.1093/jel/eqad034>.
- Laforest, Valérie. 2014. «Assessment of Emerging and Innovative Techniques Considering Best Available Technique Performances». *Resources, Conservation and Recycling* 92 (noviembre): 11-24. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.08.009>.
- Lajaunie, Claire, Burkhard Schafer, y Pierre Mazzega. 2019. «Big Data Enters Environmental Law». *Transnational Environmental Law* 8 (3): 523-45. <https://doi.org/10.1017/S2047102519000335>.
- Le Goff, Thomas. 2026. «Environmental Law's Principles Applied to Artificial Intelligence: A Path towards Regulation». *International Review of Law, Computers & Technology* 40 (1): 74-97. <https://doi.org/10.1080/13600869.2025.2506166>.
- Lu, Sylvia; 2022. *Data Privacy, Human Rights, and Algorithmic Opacity*. <https://doi.org/10.15779/Z38804XM07>.
- Luccioni, Sasha, Boris Gamazaychikov, Theo Alves da Costa, y Emma Strubell. 2025. «Misinformation by Omission: The Need for More Environmental Transparency in AI». arXiv:2506.15572. Preprint, arXiv, junio 18. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2506.15572>.
- Lukacz, Przemyslaw Matt. 2024. «Imaginaries of Democratization and the Value of Open Environmental Data: Analysis of Microsoft's Planetary Computer». *Big Data & Society* 11 (2): 20539517241242448. <https://doi.org/10.1177/20539517241242448>.
- Martínez-Orozco, Juan M., Begoña González-Calderón, y Iñigo Sobrini. 2016. «Reviewing the EIA Process in Spain: Streamlining and Beyond». *UVP-Report* (DE), n.º 30 (2): 88-92. <https://doi.org/10.17442/uvp-report.030.16>.
- Massoud, May A., Rabih Fayad, Rabih Kamleh, y Mutasem El-Fadel. 2010. «Environmental Management System (ISO 14001) Certification in Developing Countries: Challenges and Implementation Strategies». *Environmental Science & Technology* 44 (6): 1884-87. <https://doi.org/10.1021/es902714u>.
- Mathiesen, Anders S. 2003. «Public Participation in Decision-Making and Access to Justice in EC Environmental Law: The Case of Certain Plans and Programmes». *European Energy and Environmental Law Review* 12 (Issue 2): 36-52. <https://doi.org/10.54648/EELR2003006>.
- McBride, Keegan, Sujani Kamalanathan, Sandhra-Mirella Valdma, Taavi Toomere, y Margus Freudenthal. 2022. «Digital Government Interoperability and Data Exchange Platforms: Insights from a Twenty Country Comparative Study». *Proceedings of the 15th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance*, octubre 4, 90-97. <https://doi.org/10.1145/3560107.3560123>.

- McVeigh, Joanne. 2025. «Operationalising Article 13 of the Convention on the Rights of Persons with Disabilities the role of assistive technology in ensuring access to justice». *Frontiers in Rehabilitation Sciences* 6 (octubre): 1650487. <https://doi.org/10.3389/fresc.2025.1650487>.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. 2025. «Jornada sobre la Directiva de Emisiones Industriales 2.0: RETOS Y OPORTUNIDADES». junio 12. https://accioclimatica.bibliotecadigital.gencat.cat/bitstream/handle/20.500.14343/766/2025_Transposic_D2024_1785_Ministerio.pdf?sequence=6&isAllowed=y.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD). 2025. «Informe de Cumplimiento presentado por España». <https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ministerio/servicios/participacion-publica/anexos/informe-de-cumplimiento-presentado-por-espaa/C3%B1a/ESP%20NIR%20Aarhus%202025%20informaci%C3%B3n%20p%C3%ABlica.pdf>.
- Müller, Mathias Nikolaus. 2022. «Transparent Enforcement: Access to Information related to the Monitoring of EU Environmental Law: The Case of the EU Emissions Trading System». Maastricht university. <https://doi.org/10.26481/dis.20220628mm>.
- Northmore, Laurel, y Malcolm D. Hudson. 2022. «Digital Environmental Impact Assessment: An Exploration of Emerging Digital Approaches for Non-Technical Reports». *Environmental Impact Assessment Review* 92 (enero): 106689. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106689>.
- Núñez Valls, Juana. 2025. «Normativas y desafíos en la gestión de suelos contaminados en Estados Unidos y la Unión Europea: futura directiva de vigilancia del suelo». *Actualidad Jurídica Ambiental*, enero 10, 1-59. <https://doi.org/10.56398/ajacieda.00395>.
- Olawade, David B., Ojima Z. Wada, Abimbola O. Ige, Bamise I. Egbewole, Adedayo Olojo, y Bankole I. Oladapo. 2024. «Artificial Intelligence in Environmental Monitoring: Advancements, Challenges, and Future Directions». *Hygiene and Environmental Health Advances* 12 (diciembre): 100114. <https://doi.org/10.1016/j.heha.2024.100114>.
- O'Malley, Vincent. 1999. «The Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Directive and Its Implications for the Environment and Industrial Activities in Europe! The Views Expressed in This Paper Are the Opinions of the Author Solely and Not That of the Organisation He Represents.1». *Sensors and Actuators B: Chemical* 59 (2-3): 78-82. [https://doi.org/10.1016/S0925-4005\(99\)00199-9](https://doi.org/10.1016/S0925-4005(99)00199-9).
- Park, Jae Hong, y Phil Goo Kang. 2025. «Novel Approach for Integrated Environmental Management Systems». *Sustainability* 17 (21): 9635. <https://doi.org/10.3390/sul17219635>.
- Pihalehto, Mari, y Suvi-Tuuli Puharinen. 2024. «Uncharted Interplay and Troubled Implementation: Managing Hydropower's Environmental Impacts under the EU Water Framework and Environmental Liability Directives». *Journal of Environmental Law* 36 (1): 43-66. <https://doi.org/10.1093/jel/eqad032>.
- Ramírez Sánchez-Maroto, Carlos. 2024. «Un comentario a los mandatos ambientales de la Ley europea de materias críticas». *Actualidad Jurídica Ambiental*, noviembre 11, 1-46. <https://doi.org/10.56398/ajacieda.00386>.

- Ramírez Sánchez-Maroto, Carlos. 2025. «La propuesta de Directiva de la vigilancia y resiliencia del suelo (Ley de vigilancia del suelo) y los antecedentes de este impulso ambiental». *Actualidad Jurídica Ambiental*, junio 23, 1-29. <https://doi.org/10.56398/ajacieda.00421>.
- Revuelta Pérez, Inmaculada. 2018. «Evolución de la prevención y control integrados de la contaminación en el derecho europeo». *Actualidad Jurídica Ambiental*, mayo 7, 1-21. <https://doi.org/10.56398/ajacieda.00111>.
- Rodríguez, Esther García. 1999. «Environmental Impact Assessment in Spain: A Critical Review». *European Energy and Environmental Law Review* 8 (Issue 8/9): 234-43. <https://doi.org/10.54648/EELR1999037>.
- Santamaría Echeverría, Enrique. 2025. «Integrating Environmental Sustainability into EU Data Law and Governance: The Case of Health Data». *Review of European, Comparative & International Environmental Law* 34 (2): 512-21. <https://doi.org/10.1111/reel.12614>.
- Schneider, Jens-Peter, Johannes Erny, y Franka Enderlein. 2025. «Collaborative Governance Structures for Interoperability in the EU's New Data Acts». *European Journal of Risk Regulation* 16 (1): 24-35. <https://doi.org/10.1017/err.2024.46>.
- Šebo, Juraj, Jasna Prester, y Miriam Šebová. 2023. «The Role of Environmental Management Systems and Energy Management Systems in the Adoption of Energy Recuperation Technologies in Central European Manufacturing Companies». *Sustainability* 15 (24): 16913. <https://doi.org/10.3390/su152416913>.
- Silva Hernández, Francisca. 2025. «Principios ambientales. Aplicabilidad y alcance ¿Qué? ¿Cuáles? ¿Para qué?». *European Public & Social Innovation Review* 10 (febrero): 1-20. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1246>.
- Swedish School of Library and Information Science, University of Borås, Sweden, Jutta Haider, Malte Rödl, Department of Urban and Rural Development, at the Swedish University of Agricultural Sciences in Uppsala, Sofie Joosse, y Department of Urban and Rural Development, at the Swedish Agricultural University in Uppsala. 2022. «Algorithmically embodied emissions: the environmental harm of everyday life information in digital culture». *Information Research: an international electronic journal* 27. <https://doi.org/10.47989/colis2224>.
- Tiróni, Martín, y Diego Ignacio Rivera Lisboa. 2023. «Artificial Intelligence in the New Forms of Environmental Governance in the Chilean State: Towards an Eco-Algorithmic Governance». *Technology in Society* 74 (agosto): 102264. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102264>.
- Turdiev, Bobir. 2025. «The Aarhus Convention: A Framework for Transforming Environmental Governance in Uzbekistan». *Review of European, Comparative & International Environmental Law* 34 (2): 409-19. <https://doi.org/10.1111/reel.12617>.
- Unión Europea. 2025. «Directiva 82/883/CEE del Consejo, de 3 de diciembre de 1982, relativa a las modalidades de supervisión y de control de los medios afectados por los residuos procedentes de la industria del dióxido de titanio». octubre 10. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX%3A31982L0883>.

- Vázquez Calvo, Víctor Luis, Zbigniew Korzeb, Bernabé Alonso-Fariñas, y José Morillo Aguado. 2025. «Circular Economy Transition under the Revised Industrial Emissions Directive: A Review of Challenges and Enablers». *Journal of Cleaner Production* 533 (noviembre): 146779. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.146779>.
- Wei, Jing, Kai Huang, Shunshun Yang, Yan Li, Tingting Hu, y Yue Zhang. 2017. «Driving Forces Analysis of Energy-Related Carbon Dioxide (CO₂) Emissions in Beijing: An Input–Output Structural Decomposition Analysis». *Journal of Cleaner Production* 163 (octubre): 58-68. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.086>.
- Wentz, Jessica, Delta Merner, Benjamin Franta, Alessandra Lehmen, y Peter C. Frumhoff. 2023. «Research Priorities for Climate Litigation». *Earth's Future* 11 (1): e2022EF002928. <https://doi.org/10.1029/2022EF002928>.
- Whittaker, Sean. 2023. «Exploring a Right to Submit Environmental Information Under International Environmental Law». *Journal of Environmental Law* 35 (3): 401-18. <https://doi.org/10.1093/jel/eqad025>.
- Yang, Jie, Yaozhong Wang, Chang Tang, y Zhenhua Zhang. 2024. «Can Digitalization Reduce Industrial Pollution? Roles of Environmental Investment and Green Innovation». *Environmental Research* 240 (enero): 117442. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117442>.
- Zeng, Rui, y Xin Wang. 2025. «Digital Infrastructure and Carbon Emission Reduction: Mechanisms of Industrial Upgrading and Green Innovation in China's Provinces». *Proceedings of the 2025 2nd International Conference on Digital Society and Artificial Intelligence*, mayo 23, 587-93. <https://doi.org/10.1145/3748825.3748916>.
- Zeybek, Bengi. 2026. «What Environmental Sensing Means for the Scope of the Right to Private Life». *Law, Innovation and Technology*, febrero 27, 1-30. <https://doi.org/10.1080/17579961.2025.2593770>.
- Zhavoronkova, N. G., y N. P. Voronina. 2025. «Digitalization of Environmental Law and Possibilities for Artificial Intelligence Implementation». *Actual Problems of Russian Law* 20 (8): 155-64. <https://doi.org/10.17803/1994-1471.2025.177.8.155-164>.
- Ziaja, Sonya; 2021. *How Algorithm-Assisted Decision Making Is Influencing Environmental Law and Climate Adaptation*. <https://doi.org/10.15779/Z388G8FJ5J>.

