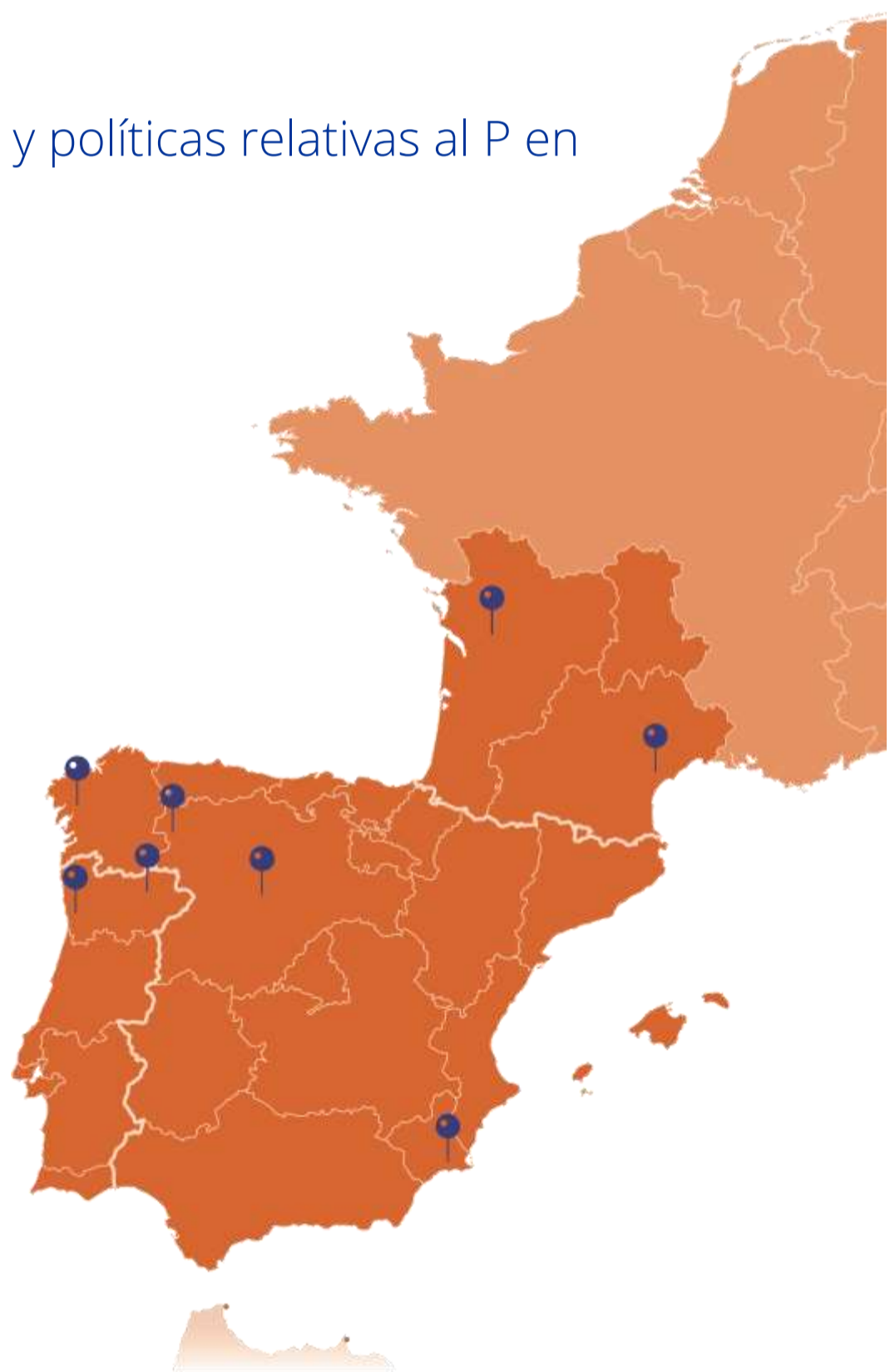




ENDORSE

E 1.4.1

Informe de identificación de normativas y políticas relativas al P en España, Francia y Portugal



Cooperar está en tus manos



INFORMACIÓN DEL PROYECTO

<i>Título del proyecto</i>	Estrategia transnacional de recuperación de fósforo y su valorización como fertilizante
<i>Acrónimo</i>	ENDORSE
<i>Programa</i>	Interreg Sudoe VI-B 2021-2027, 2ª convocatoria
<i>Objetivo específico del Programa</i>	Desarrollar y mejorar las capacidades de investigación e innovación y asimilar tecnologías avanzadas
<i>Prioridad del Programa</i>	2, Promover la cohesión social y el equilibrio territorial y demográfico en el SUDOE mediante la innovación y la transformación de los sectores productivos
<i>Fecha de inicio - fin</i>	01/06/2025 – 31/05/2028
<i>Beneficiario principal</i>	Fundación Centro Gallego de Investigaciones del agua

INFORMACIÓN DEL INFORME

<i>Nº del Entregable</i>	E 1.4.1
<i>Nombre del Entregable</i>	Informe de identificación de normativas y políticas relativas al P en España, Francia y Portugal
<i>Beneficiario principal</i>	FPNCyL
<i>Beneficiarios participantes</i>	Todos los socios y asociados del proyecto
<i>Grupo de trabajo</i>	GT1
<i>Actividad</i>	A 1.4 Identificación de políticas actuales y futuras en la región SUDOE
<i>Líder del GT</i>	FPNCyL
<i>Fecha de publicación</i>	05/06/2026
<i>Resumen</i>	<p>El presente informe constituye una primera identificación y análisis comparativo de las normativas y políticas relativas a la gestión del fósforo (P) en España, Francia y Portugal, desarrollado en el marco del proyecto ENDORSE. Su objetivo es determinar los marcos regulatorios y de política pública que condicionan la recuperación y valorización del P en el espacio SUDOE, así como identificar barreras, puntos de mejora, complementariedades, sinergias y diferencias entre los tres países. El análisis, basado en una revisión del marco europeo de referencia y en cinco contribuciones regionales del consorcio, confirma que España, Francia y Portugal comparten un núcleo normativo común</p>

derivado del acervo comunitario, aunque difieren en su grado de operativización, en la articulación entre niveles administrativos y en la madurez de sus instrumentos de economía circular. El informe identifica como principales obstáculos la incertidumbre regulatoria sobre el encaje de determinados productos de P recuperado, la fragmentación competencial entre agua, residuos y agricultura, la complejidad administrativa, la debilidad de señales de mercado y la necesidad de reforzar trazabilidad, control de calidad y aceptación social. Asimismo, destaca oportunidades de mejora vinculadas a la clarificación de itinerarios regulatorios, la simplificación administrativa para pilotos y escalado, la creación de demanda para fertilizantes recuperados y una mejor integración de la recuperación de nutrientes en las políticas agrarias, ambientales y de economía circular. En conjunto, los resultados proporcionan una base común para avanzar hacia una agenda compartida y accionable que favorezca la transición hacia un modelo más circular, seguro y resiliente de gestión del fósforo en la región SUDOE.

ÍNDICE

1. Objetivo y Alcance	7
1.1. Contexto y Justificación	7
1.2. Objetivos del informe	7
1.3. Metodología	8
2. Marco europeo de referencia	9
3. España	11
3.1. Marco nacional	11
3.2. Galicia	12
3.3. Castilla y León	13
3.4. Región de Murcia	14
4. Francia	16
4.1. Marco nacional	16
4.2. Nueva Aquitania	17
5. Portugal	19
5.1. Marco nacional	19
5.2. Región Norte	20
6. Análisis comparativo España-Francia-Portugal	22
6.1. Base común europea y elementos convergentes	22
6.2. Diferencias estructurales en la articulación del marco normativo y de políticas	22
6.3. Complementariedades entre España, Francia y Portugal	23
6.4. Complementariedades territoriales dentro del espacio SUDOE	24
6.5. Sinergias potenciales para la cooperación en el espacio SUDOE	24
6.6. Sinergias operativas para ENDORSE	25
6.7. Principales diferencias y su relevancia para el análisis posterior	25
7. Barreras identificadas	28
7.1. Barreras regulatorias y administrativas	28
7.2. Barreras económicas y de mercado	28
7.3. Barreras técnicas, de calidad y seguridad	29
7.4. Barreras de gobernanza, coordinación y capacidades	29
7.5. Barreras de datos, monitorización y trazabilidad	29
7.6. Barreras sociales y de aceptación	29
8. Puntos de mejora propuestos	31
8.1. Marco regulatorio y administrativo	31

8.1.1. Clarificación del encaje regulatorio y fin de condición de residuo	31
8.1.2. Simplificación administrativa y facilitación de escalado y pilotos	31
8.2. Instrumentos económicos y de mercado	32
8.2.1. Creación de demanda mediante compras públicas e incentivos	32
8.2.2. Adaptación a las dinámicas territoriales de oferta y demanda	32
8.3. Integración sectorial: Agricultura, agua y bioeconomía	33
8.3.1. Integración efectiva en la PAC/PEPAC y digitalización 4.0	33
8.3.2. Sinergias territoriales y bioeconomía	33
8.4. Gobernanza, trazabilidad y aceptación social	33
8.4.1. Sistemas de Monitorización, Reporte y Verificación (MRV)	33
8.4.2. Capacitación, demostración en campo y aceptación social	34
8.5. Prioridades específicas por territorio en el espacio SUDOE	34
9. Conclusiones	36

1. Objetivo y Alcance

1.1. Contexto y Justificación

El fósforo es un recurso esencial para la producción agraria y, al mismo tiempo, un elemento crítico desde el punto de vista ambiental cuando su uso o gestión inadecuados provocan pérdidas hacia el medio hídrico. Su papel dual —como nutriente indispensable y como factor asociado a procesos de contaminación difusa y eutrofización— sitúa su gestión en el centro de los retos actuales vinculados a la seguridad de suministro, la sostenibilidad de los sistemas agroalimentarios y la transición hacia modelos de economía circular. En el contexto europeo, esta cuestión adquiere una relevancia estratégica adicional debido a la elevada dependencia de importaciones de roca fosfática y de productos derivados, lo que refuerza la necesidad de avanzar hacia modelos más resilientes, eficientes y circulares en el uso de este recurso.

En este marco, la recuperación y valorización del fósforo contenido en corrientes secundarias —como lodos de depuradora, digestatos, estiércoles, biorresiduos, cenizas o efluentes líquidos— emerge como una línea de actuación prioritaria para reducir la dependencia exterior, mejorar la gestión de nutrientes y minimizar presiones ambientales sobre suelos y masas de agua. No obstante, el despliegue de estas soluciones no depende únicamente de su viabilidad técnica. Está condicionado, de manera decisiva, por la existencia de marcos regulatorios claros, instrumentos de política pública coherentes, señales de mercado adecuadas y mecanismos de coordinación capaces de facilitar su adopción en condiciones seguras y aceptables para los distintos actores implicados.

En el espacio SUDOE, esta cuestión presenta una especial relevancia por la coexistencia de realidades territoriales diversas, pero también por la presencia de retos comunes en España, Francia y Portugal. Los tres países comparten un marco europeo de referencia en materias como fertilizantes, aguas, residuos, agricultura y economía circular, si bien difieren en su grado de desarrollo normativo, en la articulación entre niveles de gobernanza y en la forma en que dichos marcos se traducen en condiciones reales para la recuperación y valorización del fósforo. Esta combinación de base común y diversidad institucional convierte el espacio SUDOE en un ámbito particularmente adecuado para un análisis comparativo que permita identificar convergencias, divergencias, barreras compartidas y oportunidades de mejora con potencial de cooperación transnacional.

En este contexto, el presente informe se justifica como una pieza analítica necesaria dentro del proyecto ENDORSE. Su finalidad es proporcionar una base estructurada para comprender cómo los marcos normativos y de política pública vigentes en España, Francia y Portugal condicionan la gestión del fósforo, y en qué medida pueden facilitar o limitar la transición hacia un modelo más circular. A través de la identificación y sistematización de instrumentos relevantes, el análisis comparativo entre países, la detección de barreras y la identificación de puntos de mejora, el informe busca generar conocimiento útil para orientar las siguientes fases del proyecto y apoyar la formulación de propuestas adaptadas tanto a las necesidades del espacio SUDOE en su conjunto como a las especificidades de cada país y territorio.

1.2. Objetivos del informe

El presente informe se articula en torno a cinco objetivos principales, estrechamente interrelacionados entre sí y orientados a proporcionar una base analítica sólida para el desarrollo posterior del proyecto ENDORSE en el espacio SUDOE.

En primer lugar, el informe tiene por objeto identificar y sistematizar el conjunto de normativas y políticas actualmente relevantes para la gestión del fósforo en España, Francia y Portugal, considerando los distintos niveles de gobernanza —europeo, nacional y regional— y los principales ámbitos sectoriales implicados, entre ellos agua, residuos, agricultura, fertilizantes, economía circular y desarrollo rural.

En segundo lugar, pretende realizar un análisis comparativo de los marcos normativos y de política pública de España, Francia y Portugal, con el fin de identificar complementariedades, sinergias, diferencias y elementos de interés común en relación con la gestión del fósforo.

En tercer lugar, el informe se propone analizar las principales barreras que, en el marco de las políticas e instrumentos vigentes, pueden dificultar o limitar la recuperación y valorización del fósforo, atendiendo a su distinta naturaleza y clasificándolas en dimensiones regulatorias, económicas, técnicas, de gobernanza, de datos y de aceptación social.

En cuarto lugar, persigue identificar los principales puntos de mejora que permitan dar respuesta a dichas barreras, formulándolos en términos operativos y orientados a facilitar el despliegue efectivo de soluciones de recuperación y valorización del fósforo en la región SUDOE.

Por último, el informe busca aportar una base inicial de recomendaciones para orientar la cooperación transnacional y apoyar la mejora del marco regulatorio y de políticas públicas aplicable al fósforo, combinando una perspectiva común para el espacio SUDOE con una aproximación adaptada a las particularidades de cada país y territorio analizado.

1.3. Metodología

La metodología adoptada para la elaboración del presente informe combina tres enfoques complementarios, concebidos para garantizar la solidez del análisis, la coherencia comparativa entre territorios y la utilidad práctica de los resultados para las siguientes fases del proyecto ENDORSE.

En primer lugar, se llevó a cabo una recopilación estructurada de información mediante un cuestionario estandarizado distribuido a los socios del proyecto, con el fin de **identificar los principales instrumentos normativos y de política pública relacionados con la gestión del fósforo, así como de recoger percepciones sobre barreras, oportunidades y necesidades de mejora** desde la perspectiva de cada territorio. El cuestionario incluyó apartados específicos sobre economía circular, gestión de residuos, fertilizantes, política agraria y desarrollo rural, materias primas críticas, calidad del agua y elementos territoriales de especial relevancia.

En segundo lugar, se realizó una **revisión documental de las referencias normativas, estratégicas y programáticas identificadas, verificando su vigencia, ámbito de aplicación y contenido en relación con la recuperación y valorización del fósforo**. Esta revisión permitió contrastar y complementar la información aportada a través de los cuestionarios con fuentes primarias oficiales, reforzando así la fiabilidad del análisis y la consistencia del ejercicio comparativo entre España, Francia y Portugal.

En tercer lugar, se desarrolló una labor de sistematización e interpretación comparativa de la información recopilada, orientada a **identificar convergencias, diferencias, barreras y oportunidades de mejora en los distintos marcos nacionales y regionales** analizados. Esta fase se diseñó además con una clara vocación operativa, de manera que los resultados pudieran servir de base para su validación posterior en el marco de los procesos participativos previstos por el proyecto. En el caso de España, la identificación de barreras, oportunidades y prioridades de mejora se enriqueció adicionalmente mediante un proceso de co-creación con stakeholders, desarrollado en dos rondas entre febrero y mayo de 2026 e inspirado en una metodología tipo Delphi definida en el marco de la actividad A1.1. Este proceso se dirigió a un público experto —incluidos agentes locales y socios asociados del proyecto—, en coherencia con el carácter especializado de la temática abordada y con la necesidad de incorporar conocimiento técnico cualificado sobre el ciclo del fósforo. A través de este ejercicio se integró la perspectiva de actores relevantes a lo largo de la cadena de valor, entre ellos representantes del sector agrícola, la industria de fertilizantes y los gestores del ciclo urbano del agua.

La combinación de estas tres aproximaciones —cuestionario estructurado, revisión documental y síntesis comparativa apoyada, en el caso español, por un proceso participativo especializado— ha permitido construir una base analítica robusta sobre el marco normativo y de políticas públicas relativo al fósforo en España, Francia y Portugal. En conjunto, esta metodología proporciona un fundamento sólido para las siguientes etapas del proyecto ENDORSE en la región SUDOE, en particular para la validación de resultados y la formulación de propuestas orientadas a facilitar el despliegue de soluciones de recuperación y valorización del fósforo.



Figura 1: Territorios analizados en el espacio SUDOE.

2. Marco europeo de referencia

El marco normativo y estratégico de la Unión Europea constituye la base común a partir de la cual se configuran las políticas nacionales y regionales relativas a la gestión del fósforo en el espacio SUDOE. Dicho marco incide de manera directa en las condiciones de recuperación, valorización y comercialización de nutrientes recuperados, así como en las obligaciones asociadas al tratamiento de aguas residuales, la protección de las masas de agua, la gestión de residuos y la seguridad de suministro de materias primas.

España, Francia y Portugal comparten este marco de referencia, si bien presentan diferencias en su grado de transposición, desarrollo operativo e integración en las políticas nacionales y regionales. Estas diferencias se analizan en los apartados posteriores. A continuación, se presentan los principales instrumentos europeos que configuran el contexto de referencia para la recuperación y valorización del fósforo.

- **Reglamento (UE) 2019/1009 sobre productos fertilizantes**

El Reglamento (UE) 2019/1009 establece el marco armonizado para la comercialización en la Unión Europea de productos fertilizantes con marcado CE, definiendo requisitos comunes en materia de seguridad, calidad, etiquetado y conformidad. Se trata de un instrumento especialmente relevante para la valorización del fósforo recuperado, en la medida en que permite que determinados nutrientes procedentes de corrientes secundarias puedan incorporarse al mercado como productos fertilizantes, siempre que cumplan las condiciones aplicables a las categorías funcionales de productos (PFC) y a las categorías de materiales componentes (CMC).

Este reglamento contribuye a reducir la incertidumbre regulatoria al proporcionar un marco común para la valorización de materiales derivados de residuos, estableciendo criterios de trazabilidad, límites de contaminantes y requisitos técnicos que refuerzan la seguridad del producto y facilitan su acceso al mercado interior. En este sentido, constituye una pieza clave para crear condiciones de mayor previsibilidad para los operadores que desarrollan o implementan tecnologías de recuperación de fósforo.

- **Directiva (UE) 2024/3019 sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas (versión refundida)**

La Directiva (UE) 2024/3019 refuerza las obligaciones relativas al tratamiento de aguas residuales urbanas y eleva el nivel de exigencia en materia de eliminación de nutrientes, en línea con los objetivos europeos de protección ambiental y uso más eficiente de los recursos. Su relevancia para la recuperación del fósforo es doble. Por una parte, incrementa la presión regulatoria para reducir las cargas de nutrientes vertidas a las masas de agua mediante tratamientos más avanzados. Por otra, genera un marco más favorable para la incorporación de soluciones tecnológicas orientadas a la recuperación y valorización de nutrientes en las estaciones depuradoras de aguas residuales. No obstante, esta Directiva no exige la recuperación de nutrientes, aunque sí la promueva.

Desde la perspectiva del presente informe, esta Directiva refuerza la conexión entre las obligaciones ambientales y las oportunidades de circularidad, al promover una evolución del tratamiento convencional de aguas residuales hacia enfoques más orientados a la recuperación de recursos. No obstante, el ritmo de incorporación de este marco al plano nacional presenta diferencias entre los países analizados, aspecto que condiciona su traducción efectiva en inversiones, planificación e instrumentos operativos.

- **Reglamento (UE) 2024/1252 sobre materias primas fundamentales**

El Reglamento (UE) 2024/1252 establece un marco europeo orientado a reforzar la resiliencia y la seguridad de suministro de materias primas estratégicas, mediante la diversificación de fuentes, el fortalecimiento de las cadenas de valor y el impulso a la circularidad y al reciclaje. Aunque su foco principal se sitúa en materiales críticos para la transición energética y digital, su lógica estratégica resulta también relevante para la gestión del fósforo, en la medida en que refuerza la importancia de recuperar recursos secundarios y reducir dependencias externas.

En este sentido, el reglamento ofrece un marco político que legitima y refuerza los planteamientos orientados a la soberanía de suministro, la valorización de corrientes residuales y la sustitución parcial de importaciones mediante recuperación regional de nutrientes. Su proyección sobre el fósforo dependerá, no obstante, de la forma en que esta lógica sea recogida e integrada en los instrumentos y estrategias desarrollados por los Estados miembros.

- **Política Agraria Común (PAC) 2023–2027**

La Política Agraria Común 2023–2027 constituye uno de los principales instrumentos europeos con incidencia sobre la gestión de nutrientes en el sector agrario. A través de la condicionalidad reforzada, los eco-regímenes, las medidas agroambientales y determinadas líneas de inversión vinculadas al desarrollo rural, la PAC promueve prácticas orientadas a reducir pérdidas de nutrientes, mejorar la eficiencia del abonado y favorecer una gestión más sostenible de estiércoles, digestatos y otros flujos orgánicos.

Aunque la PAC no regula de forma específica la recuperación de fósforo, sí crea un marco de incentivos y obligaciones que puede favorecer indirectamente la incorporación de soluciones circulares, incluidos los fertilizantes recuperados, cuando estos cumplan las

condiciones técnicas y regulatorias aplicables. La traducción de este potencial en medidas concretas depende, sin embargo, de la forma en que cada Estado miembro haya incorporado estos objetivos en su respectivo Plan Estratégico de la PAC y de su posterior desarrollo a escala territorial.

- **Directiva de Nitratos (91/676/CEE) y Directiva Marco del Agua (2000/60/CE)**

La Directiva de Nitratos y la Directiva Marco del Agua constituyen dos pilares esenciales del marco europeo de protección de las masas de agua frente a la contaminación de origen agrario y frente al deterioro de su estado ecológico y químico. Aunque ninguna de ellas se centra específicamente en el fósforo como recurso recuperable, ambas condicionan de manera significativa su gestión, en la medida en que imponen restricciones, obligaciones de planificación y medidas de control sobre la aplicación de nutrientes al suelo y sobre las presiones que afectan a las masas de agua.

La designación de zonas vulnerables, la elaboración de programas de actuación, las limitaciones a determinadas prácticas de fertilización y la exigencia de mejorar el estado de las aguas generan un marco que, de forma indirecta pero muy relevante, incide también sobre el fósforo. En términos prácticos, estas directivas favorecen una aproximación más integrada a la gestión de nutrientes, incentivando la eficiencia en el uso agronómico, la reducción de pérdidas al medio y el desarrollo de soluciones más precisas y controladas, incluidas aquellas basadas en productos recuperados.

En conjunto, el marco europeo ofrece una base normativa y estratégica cada vez más favorable para avanzar hacia modelos de recuperación y valorización del fósforo más estructurados, seguros y orientados al mercado. Sin embargo, esta evolución no elimina por sí misma las barreras existentes, ya que su efectividad depende de la forma en que los distintos instrumentos europeos se traduzcan en marcos nacionales y regionales coherentes, operativos y capaces de generar condiciones adecuadas para el despliegue de soluciones circulares. Precisamente por ello, el análisis comparativo de España, Francia y Portugal resulta esencial para comprender cómo esta base común europea se concreta en contextos institucionales y territoriales diferentes.

3. España

3.1. Marco nacional

En España, la gestión del fósforo se encuentra condicionada por un conjunto de instrumentos de alcance estatal que combinan estrategias transversales de economía circular con normativa sectorial en materia de residuos, fertilizantes, suelos agrarios y protección de las aguas. Este marco nacional configura las condiciones generales para la recuperación y valorización del fósforo en el conjunto del territorio, si bien su desarrollo e implementación presentan diferencias relevantes entre comunidades autónomas.

- **Estrategia Española de Economía Circular – España Circular 2030 (2020)**

La Estrategia Española de Economía Circular constituye el principal marco político de carácter transversal para orientar la transición hacia modelos de producción y consumo más circulares. En este contexto, proporciona una referencia general para la valorización de recursos contenidos en residuos y efluentes, incluidos los nutrientes de interés agronómico. Su relevancia para la gestión del fósforo reside en su capacidad para integrar la recuperación de materiales secundarios dentro de una lógica más amplia de eficiencia de recursos y reducción de residuos.

No obstante, a diferencia de otros marcos nacionales más explícitos en materia de nutrientes, esta estrategia no incorpora una línea de actuación específica centrada en el fósforo o en la recuperación de nutrientes, lo que limita su visibilidad como prioridad diferenciada dentro del conjunto de la política nacional de circularidad.

- **Ley 7/2022, de residuos y suelos contaminados para una economía circular**

La Ley 7/2022 constituye el pilar básico del régimen jurídico de residuos en España. Entre otros aspectos, actualiza los objetivos de reciclaje, refuerza la jerarquía de gestión e impulsa la recogida separada de biorresiduos. Desde la perspectiva del fósforo, esta norma resulta especialmente relevante porque condiciona jurídicamente la forma en que determinadas corrientes pueden ser valorizadas y eventualmente reincorporadas al mercado o al suelo agrario.

La ley influye de manera directa en la viabilidad de que materiales ricos en fósforo, como compost, digestatos, cenizas u otros subproductos, superen la condición de residuo o encuentren encaje en itinerarios de valorización material. Su aplicación tiene, por tanto, implicaciones directas sobre la disponibilidad de materia prima de calidad para procesos de recuperación de nutrientes. En la práctica, la implantación todavía desigual de la recogida separada de biorresiduos en el conjunto del territorio limita el potencial de ciertas rutas de valorización, especialmente aquellas ligadas al compostaje y la digestión anaerobia.

- **Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2024–2035**

El Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos constituye el principal instrumento estatal de planificación en materia de residuos a medio plazo. En la medida en que presta atención a la fracción orgánica, los biorresiduos y otras corrientes susceptibles de valorización, su contenido tiene incidencia directa sobre las posibilidades de recuperación de fósforo.

Su relevancia radica en que puede contribuir a reorientar determinadas corrientes, actualmente destinadas a eliminación o valorización de menor valor añadido, hacia procesos capaces de recuperar nutrientes y generar materiales útiles para la fertilización o la bioeconomía. En consecuencia, el PEMAR constituye un instrumento clave para reforzar la base material sobre la que podrían desplegarse soluciones de recuperación de fósforo a escala estatal.

- **Real Decreto 506/2013 sobre productos fertilizantes y modificaciones posteriores**

El Real Decreto 506/2013 regula la puesta en el mercado de productos fertilizantes nacionales y constituye una pieza central del marco español en materia de valorización agronómica de materiales secundarios. Su importancia para la gestión del fósforo se ha visto reforzada por sus modificaciones posteriores, en particular por el Real Decreto 1054/2022 y el Real Decreto 529/2023, que actualizan su articulación con el Reglamento (UE) 2019/1009.

Este marco reconoce la posibilidad de incorporar determinados materiales procedentes de residuos o procesos industriales a la fabricación de productos fertilizantes nacionales, siempre que cumplan las condiciones técnicas y administrativas exigidas. En este sentido, introduce una base relevante para el uso de subproductos en fertilización y amplía el espacio regulatorio para la valorización de materiales con contenido en fósforo.

Aunque la normativa española no identifica de forma expresa todas las posibles formas de fósforo recuperado, sí contempla materiales y categorías que podrían dar cabida a determinadas sales de fosfato y otros compuestos, en función de su origen y características. Asimismo, el compost se integra dentro del grupo de enmiendas orgánicas. La capacidad de este real decreto para actuar como habilitador de mercado dependerá, en gran medida, de la agilidad con la que puedan reconocerse nuevas matrices y de la proporcionalidad de las cargas administrativas asociadas.

- **Real Decreto 1051/2022 sobre nutrición sostenible en suelos agrarios, modificado por el Real Decreto 840/2024**

El Real Decreto 1051/2022 constituye uno de los instrumentos más relevantes en materia de gestión sostenible de nutrientes en España. Su enfoque se orienta a mejorar la eficiencia de la fertilización mediante la introducción de planes de abonado, registros de aplicación y mayores exigencias de justificación técnica. Desde la perspectiva del fósforo, este marco contribuye a desplazar la atención desde una lógica centrada exclusivamente en la disponibilidad del nutriente hacia otra basada en balances, eficiencia y adecuación a las necesidades reales del suelo y del cultivo.

La modificación introducida por el Real Decreto 840/2024 aporta aclaraciones importantes en relación con determinados materiales orgánicos valorizados, incluyendo referencias al marco europeo aplicable y a las condiciones bajo las cuales ciertos materiales pueden alcanzar el fin de condición de residuo. Asimismo, el anexo correspondiente incluye residuos y materiales distintos de productos fertilizantes que pueden aplicarse en suelos agrarios en determinadas condiciones.

En términos prácticos, esta normativa favorece el uso de fertilizantes de precisión y puede generar un contexto más propicio para determinados productos recuperados. Sin embargo, también incrementa la complejidad administrativa y exige reforzar las capacidades técnicas de los agricultores y de los sistemas de asesoramiento agronómico.

- **Real Decreto 47/2022 sobre protección de las aguas frente a la contaminación difusa por nitratos procedentes de fuentes agrarias**

El Real Decreto 47/2022 actualiza el marco español de aplicación de la Directiva de Nitratos y establece las bases para la designación de zonas vulnerables y la aprobación de programas de actuación. Aunque su foco principal se sitúa en el nitrógeno, su relevancia para el fósforo es también significativa.

Al introducir límites, restricciones y obligaciones de planificación sobre la fertilización y la gestión de deyecciones ganaderas, este real decreto favorece indirectamente una gestión más controlada del conjunto de nutrientes. En este sentido, contribuye a reforzar una aproximación más integrada a la fertilización, con efectos potenciales sobre la reducción de pérdidas de fósforo al medio y sobre la adopción de prácticas más eficientes.

- **Real Decreto 817/2015 sobre criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas**

El Real Decreto 817/2015 desarrolla criterios de seguimiento, evaluación y clasificación del estado de las aguas superficiales y subterráneas en el marco de la Directiva Marco del Agua. Aunque no regula de forma específica la recuperación de fósforo, sí condiciona de manera importante la identificación de presiones por nutrientes, la evaluación de riesgos de eutrofización y la adopción de medidas correctoras en aquellas masas de agua que no alcancen los objetivos ambientales exigidos.

Su relevancia radica en que aporta la base técnica y regulatoria necesaria para justificar actuaciones y restricciones territoriales vinculadas a la fertilización y a la gestión de aportes orgánicos. En España, los valores y criterios asociados al fósforo no responden a un único umbral legal nacional, sino que se definen de manera diferenciada según el tipo de masa de agua, la ecorregión y la planificación hidrológica de cuenca.

- **Marco de lodos de depuradora: Directiva 86/278/CEE y Real Decreto 1310/1990**

El uso agrario de lodos de depuradora en España continúa apoyándose en el Real Decreto 1310/1990, que transpone la Directiva 86/278/CEE. Este marco establece valores límite para metales pesados y define las condiciones básicas para la utilización de lodos tratados en suelos agrícolas. A pesar de su antigüedad, sigue constituyendo el principal instrumento habilitador para la reincorporación del fósforo contenido en lodos urbanos al ciclo productivo agrario.

La norma se complementa con disposiciones de desarrollo, entre ellas la Orden AAA/1072/2013, y mantiene un papel relevante en la valorización agronómica de lodos, al proporcionar unas condiciones mínimas de seguridad ambiental. No obstante, su antigüedad también pone de manifiesto la necesidad de considerar su adecuación a los retos actuales relacionados con trazabilidad, contaminantes emergentes y nuevas exigencias de circularidad.

3.2. Galicia

Además del marco nacional, Galicia cuenta con instrumentos autonómicos relevantes para la gestión del fósforo en ámbitos como residuos, lodos, agricultura y planificación hidrológica. La comunidad presenta un contexto particularmente significativo por la existencia de un sistema consolidado de gestión de biorresiduos y lodos, articulado en gran medida a través de la red de infraestructuras de SOGAMA.

- **Estrategia Galega de Economía Circular 2020–2030**

La Estrategia Galega de Economía Circular constituye el principal marco autonómico de referencia para avanzar hacia modelos más sostenibles de producción y gestión de recursos. Dentro de este marco, la valorización de materiales secundarios y la recuperación de nutrientes aparecen integradas en una lógica más amplia de transición circular.

Su interés para el fósforo radica en que reconoce el potencial de determinadas corrientes, como lodos de EDAR y purines, dentro de los objetivos autonómicos de circularidad. No obstante, en comparación con otros territorios, el nivel de concreción operativa en materia específica de nutrientes resulta más limitado, lo que reduce su capacidad para orientar por sí sola actuaciones detalladas de recuperación de fósforo.

- **Decreto 125/2012 sobre utilización de lodos de depuradora en agricultura**

El Decreto 125/2012 regula la utilización de lodos de depuradora en el sector agrario gallego y establece condiciones técnicas aplicables a su valorización agronómica. Su relevancia para el fósforo es elevada, ya que concreta requisitos relativos a higienización, control, trazabilidad y condiciones de aplicación, elementos esenciales para que estos materiales puedan ser considerados fuentes válidas de nutrientes recuperados.

La existencia de un marco autonómico específico aporta mayor claridad operativa al uso agrario de lodos dentro del territorio gallego, aunque también condiciona su viabilidad técnica y social en función del cumplimiento de criterios estrictos de calidad y control.

- **Plan Sectorial de Xestión de Residuos Municipais de Galicia 2030**

Este plan orienta la gestión de los residuos municipales en Galicia con especial atención a la recogida separada de la fracción orgánica. Su importancia para la recuperación del fósforo radica en que determina la capacidad regional de captación y tratamiento de biorresiduos, especialmente a través de las infraestructuras gestionadas por SOGAMA.

En términos prácticos, el despliegue de plantas de biorresiduos y de transferencia proporciona una base material relevante para el desarrollo de procesos de compostaje y digestión anaerobia, y contribuye a reforzar la disponibilidad de corrientes susceptibles de valorización como fertilizantes o enmiendas orgánicas.

- **Gestión de residuos agrarios y RIS3 Galicia**

El marco gallego se complementa con instrumentos relativos a la gestión de residuos agrarios y con la Estrategia de Especialización Inteligente de Galicia (RIS3). El tratamiento de deyecciones ganaderas, purines y estiércoles constituye un elemento especialmente relevante en una comunidad con fuerte presencia del sector agroganadero.

Por su parte, la RIS3 desempeña un papel importante desde la perspectiva de la innovación, ya que orienta prioridades de I+D+i susceptibles de apoyar el desarrollo de nuevas tecnologías y soluciones para la recuperación y valorización de nutrientes. En este sentido, facilita la conexión entre política de innovación, tejido empresarial y capacidades científico-tecnológicas.

- **Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa 2022–2027**

La planificación hidrológica de Galicia-Costa identifica masas de agua afectadas por presiones significativas asociadas al exceso de nutrientes, especialmente en determinadas cuencas y zonas con elevada densidad ganadera. Estas áreas imponen restricciones y obligaciones de control que inciden de forma indirecta pero clara en la gestión del fósforo.

La importancia de este instrumento radica en que vincula la gestión del nutriente con objetivos de protección de las aguas y obliga a un seguimiento más riguroso de balances de fertilización y presiones territoriales.

En Galicia, el fósforo no se percibe prioritariamente como un problema de escasez a corto plazo, sino como un reto asociado a la acumulación histórica en determinados suelos y al riesgo de pérdidas hacia el medio. En este contexto, la recuperación de fósforo se plantea menos desde una lógica extractiva y más como una estrategia de economía circular, sustitución de fertilizantes minerales y reducción de presiones ambientales futuras. Este enfoque sitúa la valorización de recursos secundarios como una herramienta relevante tanto para la gestión de residuos como para la protección de suelos y ecosistemas acuáticos.

3.3. Castilla y León

Castilla y León presenta un enfoque regional particularmente explícito en relación con la circularidad, la bioeconomía y la recuperación de nutrientes. El conjunto de instrumentos identificados refleja una aproximación relativamente madura, en la que la gestión del fósforo no se limita al cumplimiento ambiental, sino que se vincula también con objetivos de innovación, desarrollo territorial y competitividad del sistema agroalimentario.

- **RIS3 y prioridades de innovación regional**

La Estrategia de Especialización Inteligente de Castilla y León orienta las prioridades regionales de innovación y constituye un marco relevante para encuadrar proyectos de demostración y escalado vinculados a la bioeconomía, la agroalimentación y las tecnologías del agua. Su valor para ENDORSE reside en que facilita la alineación entre necesidades ambientales y oportunidades de innovación aplicada.

En particular, la priorización de ámbitos relacionados con valorización de residuos, economía circular y tecnologías limpias crea un entorno favorable para el desarrollo de soluciones de recuperación de fósforo y para su eventual escalado en entornos productivos.

- **Estrategia de Economía Circular y Plan de Bioeconomía Agroalimentaria**

La comunidad cuenta con un marco estratégico robusto compuesto por la Estrategia de Economía Circular 2021–2030 y el Plan de Bioeconomía Agroalimentaria 2022–2027. Ambos instrumentos se refuerzan mutuamente y sitúan la valorización de recursos, la gestión eficiente del agua y el aprovechamiento de subproductos agroindustriales y urbanos en el centro de la planificación regional.

Su relevancia para el fósforo es especialmente destacable, ya que incorporan de forma más explícita que otros territorios la recuperación de nutrientes y la valorización de lodos como parte de una lógica de cierre de ciclos y de desarrollo económico. De este modo, la recuperación de fósforo aparece vinculada no solo a objetivos ambientales, sino también a oportunidades de innovación y dinamización territorial.

- **Plan de Residuos de Castilla y León (PIRCyL)**

El plan regional de residuos constituye el instrumento de planificación que organiza la recogida, tratamiento y valorización de residuos en la comunidad. Su atención a la fracción orgánica y a los lodos de depuradora lo convierte en una referencia clave para la disponibilidad de corrientes susceptibles de recuperación de fósforo.

Al establecer objetivos y prioridades de valorización material, contribuye a crear condiciones más favorables para la generación de productos fertilizantes y otros materiales de interés agronómico a partir de residuos tratados.

- **Gestión hídrica y zonas vulnerables a nitratos**

La planificación hidrológica de la Demarcación del Duero y la normativa regional relativa a zonas vulnerables a nitratos configuran un marco relevante de control sobre la fertilización y la gestión de nutrientes. Aunque estos instrumentos se sitúan principalmente en el ámbito de la prevención de la contaminación por nitratos, sus efectos sobre la gestión del fósforo son igualmente significativos.

La exigencia de programas de actuación y de una planificación más rigurosa del abonado favorece una utilización más eficiente del conjunto de nutrientes y genera un contexto en el que los fertilizantes reciclados y de precisión pueden adquirir mayor interés como alternativas viables para el sector agrario.

El marco regional de Castilla y León destaca por integrar la valorización de nutrientes dentro de una visión estratégica que combina circularidad, bioeconomía e innovación. Más allá del cumplimiento normativo, la región presenta un enfoque que identifica la gestión del fósforo como una oportunidad para conectar investigación aplicada, desarrollo industrial y necesidades del sector agropecuario, lo que la sitúa como un territorio particularmente relevante para la experimentación y el escalado de soluciones en el contexto de ENDORSE.

3.4. Región de Murcia

La Región de Murcia representa un caso especialmente singular dentro del contexto español, al combinar un modelo avanzado de valorización de lodos de EDAR con un marco regulatorio particularmente exigente derivado de la necesidad de proteger el ecosistema del Mar Menor. Esta combinación convierte a la región en un territorio de alto interés para analizar tanto el potencial de la circularidad del fósforo como las tensiones que pueden surgir entre valorización de nutrientes y protección ambiental.

- **Modelo de aprovechamiento de lodos de EDAR**

Murcia ha desarrollado un modelo consolidado de valorización de lodos de depuradora, basado en su aplicación agraria y en el compostaje bajo condiciones controladas. La existencia de entidades especializadas como ESAMUR y EMUASA ha contribuido a estructurar un sistema con altos niveles de aprovechamiento y con mecanismos de control y trazabilidad relativamente avanzados.

Este modelo constituye una referencia destacada en el contexto español por demostrar que el retorno de nutrientes al suelo puede alcanzar un elevado grado de desarrollo cuando confluyen capacidad de gestión, control técnico y aceptación sectorial.

- **Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor**

La Ley 3/2020 introduce un marco regulatorio singular por su orientación específica a la protección del Mar Menor frente a la contaminación por nutrientes. Su relevancia para el fósforo es particularmente alta, ya que establece limitaciones estrictas a la fertilización en la cuenca vertiente y crea una regulación territorial intensiva en un ámbito especialmente sensible desde el punto de vista ecológico.

Desde la perspectiva de la economía circular, esta norma pone de manifiesto una tensión estructural relevante: materiales considerados fertilizantes circulares, como lodos o estiércoles, pueden ver restringido su uso en zonas vulnerables cuando existen riesgos ambientales elevados. Esta situación muestra con claridad que la valorización del fósforo no puede analizarse únicamente desde la óptica del aprovechamiento de recursos, sino también desde su compatibilidad con objetivos reforzados de protección del agua y del territorio.

- **Registro Electrónico de Deyecciones Ganaderas**

Como herramienta operativa asociada a la gestión del riesgo ambiental en la cuenca del Mar Menor, la región ha desarrollado un Registro Electrónico de Deyecciones Ganaderas que permite controlar la gestión y el movimiento de purines. Este sistema constituye un ejemplo avanzado de trazabilidad digital de flujos de nutrientes y aporta información valiosa tanto para el cumplimiento normativo como para la mejora del conocimiento territorial sobre oferta y destino de materiales orgánicos.

- **RIS4 Región de Murcia 2021–2027**

La estrategia regional de innovación orienta prioridades en ámbitos como economía circular, bioeconomía y gestión eficiente de recursos, lo que proporciona un marco favorable para el desarrollo de soluciones tecnológicas y de gestión relacionadas con la recuperación de nutrientes. En este sentido, la RIS4 permite vincular la dimensión regulatoria y ambiental con las oportunidades de innovación regional.

- **Estrategia de Economía Circular y escala local**

Aunque el marco regional de economía circular continúa en evolución, el Ayuntamiento de Murcia ha avanzado mediante una estrategia municipal de economía circular y su correspondiente plan de acción. Este elemento resulta de interés porque muestra cómo la escala local puede actuar como complemento de las políticas regionales y nacionales, especialmente en territorios con una fuerte interacción entre medio urbano, agroindustria y sistemas de depuración.

- **Plan Recircula 2024–2035**

El Plan Recircula constituye el instrumento regional más reciente en materia de prevención y gestión integral de residuos. Su orientación hacia la valorización material y energética de residuos orgánicos refuerza el contexto político y técnico en el que pueden desarrollarse soluciones de recuperación de nutrientes. Desde la perspectiva del fósforo, este plan aporta una base de planificación relevante para desviar corrientes orgánicas desde opciones de menor valor hacia usos más alineados con la circularidad.

- **Programas de desarrollo rural y financiación agraria**

La región cuenta con instrumentos de desarrollo rural y con acceso a fondos vinculados al PEPAC y al FEADER, que pueden mobilizarse para apoyar innovación, modernización agraria y soluciones asociadas a una mejor gestión de nutrientes. Aunque estos instrumentos no se orientan exclusivamente al fósforo, sí constituyen un soporte potencial para actuaciones ligadas a economía circular agraria y valorización de materiales secundarios.

El caso de Murcia ofrece varias lecciones de interés para ENDORSE. En primer lugar, demuestra que es posible alcanzar niveles muy elevados de valorización de lodos de EDAR cuando existen capacidad institucional, operadores especializados y mecanismos de control adecuados. En segundo lugar, evidencia que los objetivos de economía circular pueden entrar en tensión con exigencias reforzadas de protección ambiental en territorios especialmente sensibles, lo que obliga a considerar con mayor precisión la calidad del producto, su origen y su compatibilidad con el contexto de aplicación. En tercer lugar, subraya la importancia de las herramientas de trazabilidad digital para mejorar el conocimiento sobre flujos de nutrientes y apoyar decisiones basadas en evidencia. Finalmente, muestra cómo la acción local y regional puede desempeñar un papel complementario en el impulso de estrategias de circularidad en territorios con elevada intensidad agroindustrial y presión ambiental.

4. Francia

4.1. Marco nacional

En Francia, la gestión del fósforo se inscribe en un marco normativo y de política pública caracterizado por una fuerte estructuración jurídica y administrativa, articulada principalmente a través del *Code de l'environnement*, el *Code rural* y diversos instrumentos estratégicos y programáticos de alcance nacional. Este marco ofrece una base relativamente consolidada para la valorización agronómica de materiales orgánicos y para la protección de las masas de agua, si bien su operatividad se apoya en una combinación compleja de normas, procedimientos y actores territoriales.

- **Hoja de ruta para la economía circular (FREC, 2018)**

La *Feuille de route pour l'économie circulaire* constituye el principal marco estratégico nacional para impulsar la transición hacia modelos más circulares de producción y consumo en Francia. Aunque no incorpora una línea de actuación específica centrada en el fósforo o en la recuperación de nutrientes, sí proporciona un marco político general que legitima e impulsa la valorización de materiales secundarios, incluidos aquellos con potencial fertilizante.

Su interés para la gestión del fósforo radica, por tanto, en su capacidad para integrar esta temática dentro de una agenda más amplia de eficiencia de recursos, reducción de residuos y valorización material. No obstante, la ausencia de una referencia explícita al nexo "agua-nutrientes" limita su capacidad para posicionar el fósforo como una prioridad diferenciada dentro del conjunto de la política nacional de economía circular.

- **Código del medio ambiente: artículos R211-25 a R211-47**

El *Code de l'environnement* constituye uno de los pilares del marco francés aplicable a la valorización agronómica de lodos, en particular a través de las disposiciones relativas a la aplicación de lodos residuales. Los artículos R211-25 a R211-47 establecen el régimen general para la aplicación de lodos en suelos agrícolas, definiendo responsabilidades, condiciones de control, trazabilidad y requisitos de protección ambiental.

Este marco aporta una elevada estructuración jurídica a la valorización agronómica de lodos y proporciona una base relativamente estable para el retorno de nutrientes al suelo. Desde la perspectiva del fósforo, su relevancia reside en que permite reincorporar materiales con contenido fertilizante al sistema agrario bajo condiciones regladas, aunque dentro de un esquema administrativo exigente y fuertemente condicionado por la protección del suelo y del agua.

- **Decretos de 8 de enero de 1998**

Los decretos ministeriales de 8 de enero de 1998 desarrollan los requisitos aplicables a los lodos urbanos tratados y precisan condiciones de calidad, control, seguimiento y trazabilidad. Estos textos desempeñan un papel operativo esencial en la implementación del marco francés de valorización agronómica de lodos.

Para la gestión del fósforo, su importancia radica en que fijan condiciones técnicas que inciden directamente en la aceptabilidad y viabilidad de estos materiales como fuente de nutrientes recuperados. Al mismo tiempo, refuerzan la dimensión de control y seguridad del sistema, aunque también pueden incrementar la carga técnica y administrativa asociada a la valorización.

- **Código rural: artículos L255-2 y L255-5**

El *Code rural* regula, entre otros aspectos, la comercialización y el control de materias fertilizantes y soportes de cultivo. Las disposiciones incluidas en los artículos L255-2 y L255-5 resultan especialmente relevantes para los materiales valorizados con potencial fertilizante, en la medida en que condicionan las vías de puesta en el mercado y el encaje jurídico de determinados productos recuperados.

Desde la óptica del fósforo, este marco ofrece una base importante para la comercialización de productos derivados de procesos de valorización, siempre que estos cumplan los requisitos aplicables. Su funcionamiento muestra, no obstante, que la transición desde residuo o subproducto hacia producto fertilizante sigue dependiendo de itinerarios regulatorios precisos y de una adecuada coordinación entre normativa ambiental y agraria.

- **Leyes del agua y Agencias del Agua**

La gobernanza del agua en Francia se apoya en una tradición consolidada de planificación por cuencas hidrográficas, estructurada a partir de las grandes leyes del agua y de la actuación de las *Agences de l'eau*. Estas agencias desempeñan un papel particularmente relevante no solo en la protección de la calidad del agua, sino también en la financiación y acompañamiento de actuaciones relacionadas con la reducción de presiones por nutrientes.

En este contexto, las Agencias del Agua pueden desempeñar una función tractora en proyectos orientados a mejorar la gestión del fósforo, tanto mediante apoyo financiero a infraestructuras y prácticas agrarias como a través de instrumentos de planificación y sensibilización. Su papel refuerza la articulación entre política hídrica, prevención de la contaminación difusa y valorización de nutrientes.

- **Directiva de Nitratos y programas de acción**

La transposición de la Directiva de Nitratos en Francia se articula a través de Programas de Acción Nacionales (*PAN*) y Programas de Acción Regionales (*PAR*), que regulan la fertilización, el almacenamiento y la gestión de efluentes ganaderos. Aunque estos instrumentos se orientan principalmente al nitrógeno, tienen también una incidencia significativa sobre la gestión del fósforo, al imponer restricciones y criterios de planificación que afectan al conjunto del balance de nutrientes.

Su importancia radica en que consolidan una lógica de control integrada de la fertilización y favorecen, de forma indirecta, una gestión más eficiente del fósforo, especialmente en territorios con elevada presión agraria o vulnerabilidad hídrica.

- **PNDAR (Programa Nacional de Desarrollo Agrícola y Rural)**

El *Programme national de développement agricole et rural* desempeña una función relevante como instrumento de apoyo a la innovación, la transferencia de conocimiento y la mejora de prácticas en el sector agrario. Aunque no se centra específicamente en el fósforo, puede constituir una palanca útil para la difusión de soluciones relacionadas con la gestión sostenible de nutrientes, el uso de fertilizantes recuperados y la adopción de prácticas más eficientes.

Su interés en el contexto de ENDORSE reside en su capacidad para conectar objetivos regulatorios y ambientales con procesos de acompañamiento técnico y transferencia al sector productor.

El marco nacional francés se caracteriza por una elevada densidad normativa y una fuerte institucionalización de la valorización agronómica y la protección del agua. Esta configuración aporta seguridad jurídica y estabilidad procedimental, pero también puede traducirse en una mayor complejidad administrativa para la incorporación de nuevas tecnologías o productos de recuperación de fósforo. En consecuencia, Francia ofrece un contexto particularmente interesante por combinar una base regulatoria sólida con el reto de adaptar esquemas consolidados a nuevas soluciones de circularidad y valorización de nutrientes.

4.2. Nueva Aquitania

A escala regional, Nueva Aquitania presenta un marco complementario en el que convergen instrumentos de desarrollo económico, planificación de residuos, apoyo al sector agrario y gestión del agua. Este contexto muestra cómo, en Francia, la implementación práctica de los objetivos nacionales se apoya en una combinación de niveles administrativos y actores territoriales con funciones diferenciadas pero complementarias.

- **Plan Regional para el Desarrollo Económico, la Innovación y la Internacionalización (SRDEII) 2022-2028**

El *Schéma Régional de Développement Économique, d'Innovation et d'Internationalisation* (SRDEII) constituye la principal hoja de ruta regional para el desarrollo económico, la innovación y la transición ecológica en Nueva Aquitania. Su interés para la gestión del fósforo reside en que incorpora la economía circular y la innovación en sectores estratégicos, entre ellos la agroalimentación, el agua y la valorización de residuos.

Aunque no se trata de un instrumento específico sobre nutrientes, sí ofrece un marco de apoyo importante para proyectos demostrativos, innovación tecnológica y soluciones orientadas a la circularidad de recursos.

- **Planes departamentales de gestión de residuos y programas de economía circular**

La planificación territorial de residuos en Nueva Aquitania se articula, en parte, a través de planes departamentales y otros instrumentos de apoyo a la economía circular. La generalización de la recogida separada de biorresiduos constituye un elemento particularmente relevante, ya que incrementa la disponibilidad de corrientes orgánicas susceptibles de compostaje, digestión anaerobia y valorización agronómica.

Desde la perspectiva del fósforo, estos instrumentos contribuyen a reforzar la base material necesaria para el desarrollo de soluciones circulares, al facilitar una mejor captación y gestión de fracciones orgánicas de interés.

- **Programas de las Agencias del Agua**

Las Agencias del Agua desempeñan un papel especialmente activo en Nueva Aquitania, apoyando acciones destinadas a reducir la contaminación difusa, mejorar el tratamiento de aguas residuales y favorecer prácticas agrarias más sostenibles. Este apoyo puede

traducirse en financiación para infraestructuras, actuaciones piloto o medidas de mejora de la calidad del agua con incidencia sobre la gestión de nutrientes.

En el contexto regional, este papel resulta especialmente relevante porque permite conectar la agenda de protección hídrica con inversiones y medidas de carácter más operativo, incluidas aquellas con potencial relación con la recuperación y valorización de fósforo.

- **Zonas vulnerables a nitratos y despliegue regional del Plan de Acción Nacional/Regional (PAN/PAR)**

La aplicación regional de los programas de acción en zonas vulnerables a nitratos constituye uno de los principales mecanismos de control de la fertilización y de la gestión de efluentes en Nueva Aquitania. Aunque se trata de un marco centrado en nitratos, su impacto sobre el fósforo es igualmente significativo, al condicionar cantidades, períodos y modalidades de aplicación de nutrientes al suelo.

Este marco contribuye a reforzar una lógica de planificación y control que puede favorecer el uso de soluciones más eficientes y trazables, incluyendo materiales recuperados, siempre que estos cumplan las condiciones exigibles.

- **PRDAR (Plan Regional de Desarrollo Agrícola y Rural)**

El PRDAR constituye un instrumento regional orientado al desarrollo agrícola y rural, con capacidad para apoyar iniciativas ligadas a la agroecología, la eficiencia de sistemas y la transferencia de conocimiento. Su interés para ENDORSE reside en que puede ofrecer un canal adecuado para introducir y validar prácticas relacionadas con la gestión sostenible del fósforo en condiciones reales de explotación.

De este modo, actúa como complemento de los marcos estrictamente normativos, aportando una dimensión de acompañamiento y desarrollo territorial.

- **MéthaN-Action y apoyo a la metanización**

El dispositivo regional *MéthaN-Action* apoya proyectos de metanización y, por tanto, resulta indirectamente relevante para la gestión del fósforo al favorecer la producción de digestato como material fertilizante. La digestión anaerobia puede desempeñar un papel importante en la concentración, redistribución y potencial valorización de nutrientes, incluido el fósforo, especialmente cuando se combina con tecnologías de separación o recuperación más avanzada.

En este sentido, *MéthaN-Action* representa una herramienta regional de interés para conectar políticas energéticas, tratamiento de residuos orgánicos y circularidad de nutrientes.

Nueva Aquitania muestra un contexto regional en el que la recuperación y valorización del fósforo no se articula a través de un único instrumento específico, sino mediante la convergencia de políticas de residuos, agua, agricultura e innovación. Esta configuración refleja una lógica de implementación multinivel en la que los instrumentos regionales y territoriales complementan un marco nacional ya consolidado. Desde la perspectiva de ENDORSE, la región ofrece un ejemplo de cómo la articulación entre planificación económica, gestión hídrica, valorización orgánica y acompañamiento agrario puede generar un entorno favorable para avanzar en soluciones de recuperación de nutrientes, aun cuando estas deban integrarse en esquemas regulatorios y administrativos ya maduros.

5. Portugal

5.1. Marco nacional

En Portugal, la gestión del fósforo se enmarca en un conjunto de instrumentos nacionales que combinan economía circular, gestión de residuos, valorización agronómica de lodos, regulación de productos fertilizantes y planificación hídrica. En comparación con otros contextos analizados, el marco portugués destaca por incorporar de forma más explícita la regeneración de recursos —incluidos agua y nutrientes— dentro de su estrategia de economía circular, lo que proporciona una base política especialmente relevante para la recuperación y valorización del fósforo.

- **Plan de Acción para la Economía Circular en Portugal (PAEC) – RCM n.º 190-A/2017**

El *Plano de Ação para a Economia Circular em Portugal* constituye el principal marco estratégico nacional para impulsar la transición hacia un modelo económico más circular. Su relevancia para la gestión del fósforo es particularmente destacable, al incluir de forma expresa la macroacción “Regenerar recursos: água e nutrientes”, lo que sitúa la recuperación de nutrientes dentro de una lógica política claramente definida.

Este enfoque permite articular de forma más coherente las políticas de residuos, agua y agricultura, favoreciendo el cierre de ciclos materiales y la valorización agronómica de corrientes secundarias. En este sentido, el PAEC proporciona un marco de referencia especialmente favorable para el desarrollo de soluciones orientadas a la recuperación del fósforo y a su reincorporación al sistema productivo.

- **Decreto-Ley n.º 102-D/2020 – Regimen General de Gestión de Residuos**

El Decreto-Ley n.º 102-D/2020 establece el régimen general de gestión de residuos en Portugal y regula aspectos esenciales relativos a jerarquía, prevención, valorización y obligaciones de gestión. Desde la perspectiva del fósforo, este instrumento resulta especialmente relevante porque condiciona la disponibilidad, trazabilidad y tratamiento de corrientes con potencial de recuperación de nutrientes.

Asimismo, constituye una referencia importante para la planificación de infraestructuras y para la organización de itinerarios de valorización de residuos orgánicos y otras corrientes susceptibles de generar productos fertilizantes o materiales de interés agronómico.

- **Decreto-Ley n.º 276/2009 – Lodos de depuradora en suelos agrícolas**

El Decreto-Ley n.º 276/2009 regula la utilización de lodos de depuración en suelos agrícolas y constituye el principal marco nacional para la valorización agronómica de estas corrientes en Portugal. La norma establece condiciones aplicables en materia de calidad, control, seguimiento y aplicación, configurando así la base jurídica para el retorno al suelo de nutrientes contenidos en lodos de EDAR.

Su interés para la gestión del fósforo es elevado, dado que los lodos de depuración representan una de las corrientes urbanas con mayor potencial de recuperación. Al mismo tiempo, este marco condiciona la aceptación y viabilidad de su uso agrario en función del cumplimiento de requisitos analíticos y de seguridad.

- **Decreto-Ley n.º 30/2022 – Productos fertilizantes y ejecución del Reglamento (UE) 2019/1009**

El Decreto-Ley n.º 30/2022 regula los productos fertilizantes en Portugal y desarrolla, a nivel nacional, la ejecución del Reglamento (UE) 2019/1009. Este instrumento es especialmente relevante porque define procedimientos, categorías y requisitos aplicables a los productos fertilizantes, contribuyendo a crear un marco más claro para la comercialización de materiales con contenido en fósforo recuperado.

Desde la perspectiva de ENDORSE, se trata de una pieza clave para la transición desde la valorización de residuos hacia la puesta en mercado de productos fertilizantes conformes, al facilitar el encaje de materiales recuperados dentro de un marco regulado y armonizado con el ámbito europeo.

- **PEPAC 2023–2027**

El Plan Estratégico Portugués de la Política Agraria Común constituye uno de los principales instrumentos de apoyo financiero y programático para la transición del sector agrario hacia prácticas más sostenibles. Aunque no se centra exclusivamente en el fósforo, sí puede contribuir de forma significativa al fomento de inversiones y prácticas relacionadas con la eficiencia en el uso de nutrientes, la gestión de estiércoles y digestatos y la adopción de fertilizantes orgánicos o recuperados.

En este sentido, el PEPAC ofrece un canal relevante para integrar la recuperación del fósforo dentro de una lógica más amplia de sostenibilidad agraria, modernización de explotaciones y reducción de pérdidas de nutrientes.

- **Ley n.º 54/2005 (Ley de Aguas) y Planes de Gestión de Región Hidrográfica**

La *Lei da Água* y los instrumentos de planificación hidrológica asociados, en particular los Planes de Gestión de Región Hidrográfica, configuran el marco básico de protección de las masas de agua en Portugal. Estos instrumentos establecen objetivos ambientales, medidas de control y prioridades de intervención frente a presiones como la eutrofización y la contaminación por nutrientes.

Su relevancia para la gestión del fósforo radica en que vinculan la recuperación y valorización de nutrientes con los objetivos de calidad del agua, influyendo tanto en inversiones en saneamiento y depuración como en medidas agrarias orientadas a una mayor eficiencia en la fertilización y a una reducción de pérdidas al medio.

El marco nacional portugués presenta una configuración especialmente favorable para el análisis de la recuperación del fósforo, al combinar instrumentos de residuos, fertilizantes, agua y agricultura dentro de una narrativa política en la que la regeneración de recursos ocupa un lugar explícito. Esta orientación no elimina por sí sola las barreras de implementación, pero sí proporciona una base estratégica más clara para avanzar hacia modelos circulares de gestión de nutrientes.

5.2. Región Norte

A escala regional, la Región Norte se apoya en una combinación de estrategias de especialización inteligente, instrumentos de economía circular, planificación de residuos y programas de financiación estructural. En conjunto, estos instrumentos contribuyen a crear un entorno favorable para la innovación y el despliegue de actuaciones vinculadas a la recuperación y valorización del fósforo.

- **S3 NORTE 2027 – Estrategia de especialización inteligente para la región norte 2021–2027**

La estrategia regional de especialización inteligente de la Región Norte define las prioridades de innovación y orienta la asignación de recursos hacia sectores y retos con mayor potencial de transformación económica y ambiental. Su interés para la gestión del fósforo reside en su capacidad para alinear financiación regional, capacidades de I+D+i y proyectos demostrativos relacionados con bioeconomía, tecnologías del agua y valorización de nutrientes.

En este sentido, la S3 NORTE 2027 constituye un marco adecuado para integrar la recuperación del fósforo dentro de una agenda regional más amplia de innovación y transición verde.

- **Agenda Regional para la Economía Circular – Norte (2023)**

La Agenda Regional para la Economía Circular concreta, a escala regional, prioridades y acciones orientadas a reforzar la circularidad en la Región Norte. Su importancia para el fósforo radica en que permite incorporar esta cuestión dentro de programas regionales vinculados a la gestión de residuos orgánicos, la valorización agronómica y la innovación aplicada.

Aunque no se presenta como un instrumento específico sobre nutrientes, sí ofrece un marco útil para conectar políticas de economía circular con actuaciones territoriales susceptibles de reforzar la recuperación de fósforo en diferentes cadenas de valor.

- **NORTE 2030 – Programa Regional del Norte 2021–2027**

El programa NORTE 2030 constituye el principal instrumento regional de financiación con apoyo de fondos estructurales europeos. Su orientación hacia la transición verde, la competitividad y la innovación le confiere una relevancia particular para el desarrollo de infraestructuras, proyectos piloto y soluciones demostrativas relacionadas con la recuperación y valorización del fósforo.

Desde la perspectiva del presente informe, NORTE 2030 representa una palanca clave para movilizar recursos hacia actuaciones vinculadas a EDAR, digestión anaerobia, compostaje u otras tecnologías con potencial de recuperación de nutrientes.

- **Planificación regional de residuos y conexión con PERNU 2030**

La planificación regional de residuos en la Región Norte presta especial atención a los residuos urbanos, incluida la recogida separada y el tratamiento de biorresiduos, y se complementa con instrumentos sectoriales aplicables a flujos no municipales, como PERNU 2030 (Plan Estratégico para Residuos No Urbanos). Este marco resulta relevante porque condiciona la captación y calidad de la materia orgánica disponible para procesos de valorización.

En términos de fósforo, la planificación de residuos influye de forma directa sobre el potencial de retorno del nutriente al sistema productivo, especialmente a través de materiales como compost y digestato.

- **Zonas vulnerables y programas de acción por nitratos**

La designación de zonas vulnerables a nitratos y la aplicación de los programas de acción correspondientes configuran un elemento importante del contexto regional de gestión de nutrientes. Aunque se trata de un marco orientado principalmente al nitrógeno, sus

efectos alcanzan al conjunto del balance de nutrientes, incluido el fósforo, al condicionar la fertilización y la aplicación de materiales orgánicos al suelo.

En este sentido, estos instrumentos contribuyen a reforzar una gestión más controlada y eficiente de nutrientes en agricultura, con implicaciones directas para el uso agronómico de materiales recuperados.

La Región Norte muestra un contexto regional en el que la recuperación y valorización del fósforo puede apoyarse en una combinación favorable de planificación estratégica, instrumentos de economía circular, apoyo a la innovación y financiación estructural. Esta configuración no implica la existencia de un marco regional específico sobre fósforo, pero sí ofrece condiciones propicias para integrar esta cuestión en programas más amplios de bioeconomía, gestión de residuos y transición verde. Desde la perspectiva de ENDORSE, la región presenta un entorno particularmente adecuado para el desarrollo de actuaciones piloto y escalables vinculadas a la recuperación de nutrientes.

6. Análisis comparativo España-Francia-Portugal

El análisis comparativo de España, Francia y Portugal pone de manifiesto que los tres países comparten una base normativa común derivada del marco europeo en materia de fertilizantes, aguas, residuos, agricultura y economía circular. Sin embargo, la manera en que este marco se traduce en instrumentos nacionales y regionales presenta diferencias relevantes en términos de articulación institucional, nivel de explicitud política, grado de desarrollo operativo y condiciones de despliegue de soluciones de recuperación y valorización del fósforo (P).

Desde la perspectiva del proyecto ENDORSE, esta diversidad no debe interpretarse únicamente como una fuente de divergencia regulatoria, sino también como una oportunidad para identificar elementos transferibles, puntos de aprendizaje mutuo y ámbitos de cooperación transnacional. En este sentido, la comparación permite reconocer tanto una base común como un conjunto de especificidades que condicionan la recuperación del P en el espacio SUDOE.

6.1. Base común europea y elementos convergentes

España, Francia y Portugal se inscriben en un mismo marco europeo de referencia, configurado, entre otros elementos, por el Reglamento (UE) 2019/1009 sobre productos fertilizantes, la Directiva Marco del Agua, la Directiva de Nitratos, la normativa relativa al tratamiento de aguas residuales urbanas y la Política Agraria Común. Esta base compartida implica que, en los tres casos, la recuperación y valorización del fósforo se desarrolla en la intersección de varios ámbitos de política pública: residuos, aguas, fertilización, protección ambiental, agricultura y planificación territorial.

En los tres países se observa, además, una **orientación progresiva hacia una gestión más eficiente de nutrientes** y hacia la valorización de determinadas corrientes secundarias, en particular lodos de depuración, digestatos, biorresiduos y otros materiales orgánicos o minerales con potencial fertilizante. Del mismo modo, **los tres contextos incorporan instrumentos orientados a limitar las pérdidas de nutrientes al medio y a reforzar el control sobre la fertilización** en zonas vulnerables o en masas de agua con presiones significativas.

Esta convergencia de base es relevante porque establece un **lenguaje regulatorio común y un marco mínimo compartido** a partir del cual puede plantearse la cooperación en el espacio SUDOE. No obstante, esta base común no se traduce automáticamente en condiciones equivalentes de implementación, ya que cada país ha desarrollado respuestas propias en función de su estructura administrativa, su tradición regulatoria y sus prioridades políticas.

6.2. Diferencias estructurales en la articulación del marco normativo y de políticas

Una primera diferencia significativa entre los tres países se refiere a la **forma en que se articula institucionalmente la gestión del fósforo**.

En España, el marco estatal se combina con un desarrollo autonómico relevante, lo que da lugar a una mayor heterogeneidad territorial. Esta configuración permite adaptar los instrumentos a contextos regionales diversos, pero también genera diferencias en la interpretación, aplicación y operativización de las políticas relacionadas con residuos, fertilización, agua y economía circular.

Francia presenta un modelo más estructurado desde el punto de vista jurídico-administrativo, apoyado en cuerpos normativos consolidados y en una fuerte institucionalización de la gestión del agua y de la valorización agronómica. Esta configuración proporciona mayor estabilidad procedimental y un marco más claramente definido, especialmente en ámbitos como la aplicación de lodos, aunque también puede implicar una mayor rigidez administrativa y una incorporación más gradual de nuevos productos o tecnologías.

Portugal, por su parte, ofrece un marco en el que la recuperación de recursos aparece formulada con mayor explicitud dentro de la política nacional de economía circular. En particular, la inclusión expresa del nexo entre agua y nutrientes en el PAEC confiere a la recuperación del fósforo una visibilidad política más directa. Esta circunstancia no elimina las barreras técnicas o regulatorias, pero sí aporta una mayor coherencia estratégica entre los ámbitos de residuos, agua y agricultura.

Una segunda diferencia se relaciona con el **grado de visibilidad específica del fósforo dentro de las políticas públicas**. Mientras que en Portugal la referencia a nutrientes aparece más claramente integrada en el discurso de circularidad, en España y Francia la cuestión del fósforo se inserta más frecuentemente en marcos sectoriales amplios, como los de valorización de residuos, planificación hidrológica o fertilización sostenible. Esto no implica una menor relevancia del fósforo, pero sí una menor explicitud política y, en algunos casos, una menor centralidad como objeto diferenciado de intervención.

6.3. Complementariedades entre España, Francia y Portugal

El análisis realizado muestra que los tres países presentan fortalezas distintas que, consideradas de manera conjunta, ofrecen un panorama especialmente valioso para el aprendizaje y la cooperación dentro de ENDORSE. Estas fortalezas no son equivalentes ni responden al mismo tipo de capacidades, precisamente por eso resultan complementarias.

En el caso de España, la principal aportación comparativa radica en la diversidad territorial de enfoques y contextos. La coexistencia de comunidades autónomas con perfiles tan distintos como Galicia, Castilla y León o la Región de Murcia permite observar cómo un mismo marco estatal puede dar lugar a soluciones y prioridades muy diferentes según el territorio. Esta diversidad aporta un valor relevante para ENDORSE, ya que ofrece ejemplos de adaptación regional, distintas combinaciones de instrumentos y varios grados de madurez en la integración entre residuos, agua, fertilización y economía circular. **España aporta, por tanto, una capacidad particularmente útil para explorar la dimensión territorial de la recuperación del fósforo y para testar cómo determinados marcos pueden responder a contextos muy distintos.**

Francia aporta, en cambio, una fortaleza diferente, ligada a la robustez jurídica e institucional de su marco regulatorio. La existencia de esquemas consolidados para la valorización agronómica, junto con el papel estructurante de las Agencias del Agua y la tradición de planificación por cuencas, ofrece un entorno especialmente relevante para el análisis de la seguridad jurídica, el control ambiental y la estabilidad procedimental. **Francia aporta, en este sentido, una referencia útil para comprender cómo integrar la recuperación del fósforo en marcos regulatorios maduros, con altos niveles de exigencia técnica y administrativa, pero también con mecanismos bien establecidos de control y seguimiento.**

Portugal, por su parte, aporta una fortaleza estratégica especialmente significativa: la capacidad de situar la regeneración de recursos, incluyendo agua y nutrientes, dentro de una narrativa nacional de economía circular más explícita y coherente.

Esta característica proporciona un marco político particularmente favorable para el desarrollo de soluciones de recuperación de fósforo, al facilitar la conexión entre distintos ámbitos sectoriales y al reforzar el reconocimiento del fósforo como recurso dentro de una lógica de transición ecológica y resiliencia material. A ello se suma la existencia de marcos regionales, como el de Norte, que vinculan innovación, circularidad y financiación estructural.

Consideradas conjuntamente, estas fortalezas muestran una complementariedad clara. España aporta diversidad territorial y capacidad de adaptación; Francia aporta consolidación normativa y experiencia operativa; Portugal aporta coherencia estratégica y una formulación más explícita de la recuperación de nutrientes en la agenda de circularidad. Ninguno de estos elementos, por sí solo, resuelve todas las necesidades del despliegue de soluciones de recuperación del fósforo; sin embargo, combinados, ofrecen una base especialmente rica para orientar el aprendizaje conjunto y la cooperación transnacional.

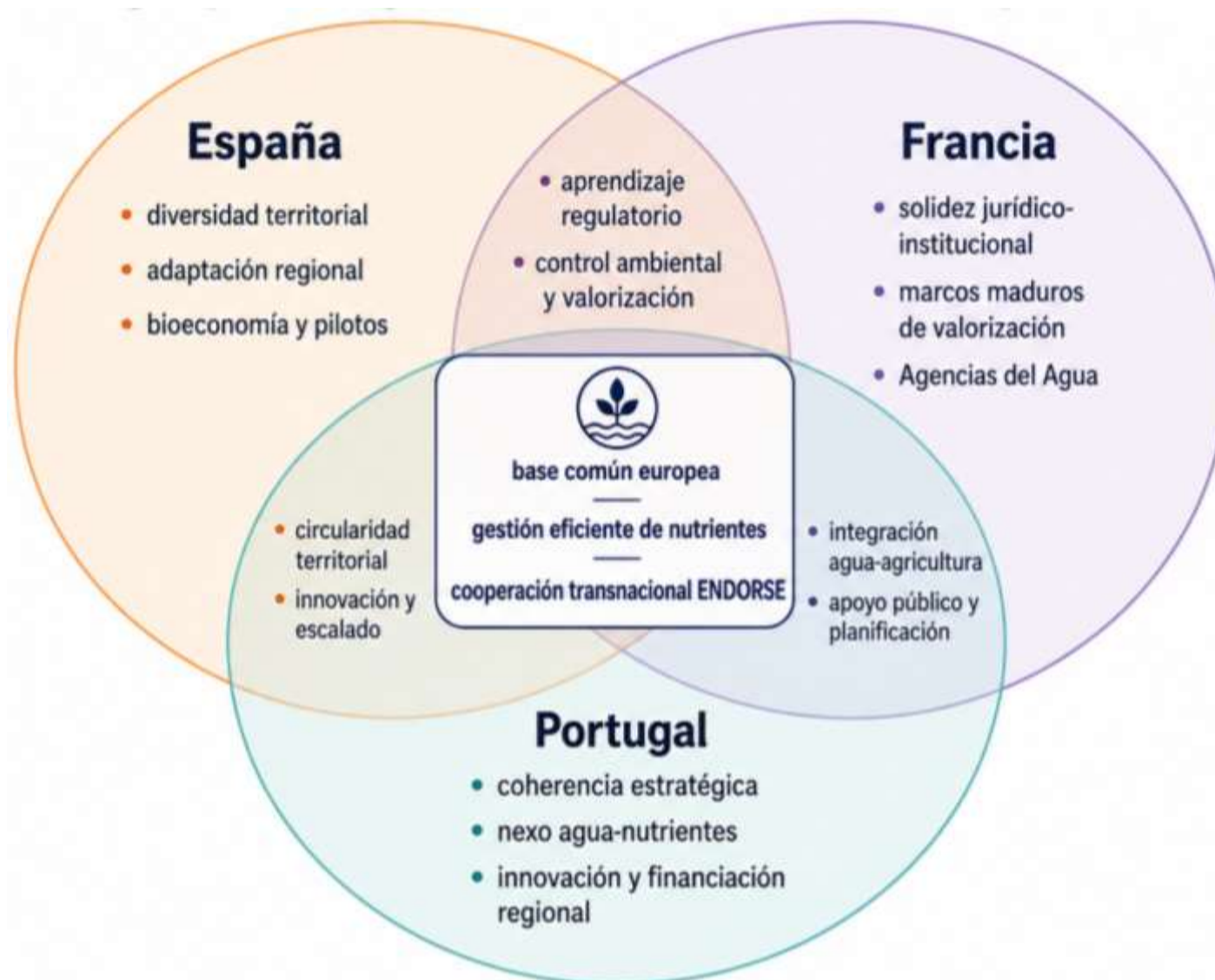


Figura 2: Complementariedades entre España, Francia y Portugal para la gestión del fósforo en el espacio SUDOE.

6.4. Complementariedades territoriales dentro del espacio SUDOE

Galicia aporta una visión en la que la recuperación del fósforo se vincula a la gestión de biorresiduos, purines y lodos dentro de un contexto con fuerte presión agraria y con una infraestructura consolidada de tratamiento. Castilla y León muestra cómo la recuperación de nutrientes puede integrarse dentro de una agenda regional de bioeconomía, innovación y desarrollo territorial. Murcia ofrece un caso especialmente ilustrativo de tensión entre circularidad y protección ambiental, al combinar un alto grado de valorización de lodos con restricciones severas derivadas de la protección del Mar Menor.

En Francia, Nueva Aquitania representa un contexto donde las políticas regionales, la planificación agraria, los instrumentos de innovación y la actuación de las Agencias del Agua pueden reforzar la aplicación práctica de un marco nacional ya consolidado. En Portugal, la Región Norte evidencia la relevancia de los instrumentos regionales de especialización inteligente, de economía circular y de financiación estructural para acompañar el desarrollo de soluciones tecnológicas y organizativas.

Estas diferencias territoriales son también complementarias porque permiten observar distintas configuraciones de problema y distintas capacidades de respuesta. Mientras algunos territorios destacan por la presión ambiental, otros lo hacen por su capacidad de planificación, por su infraestructura de residuos o por su potencial de innovación. Esta diversidad territorial refuerza el valor del espacio SUDOE como laboratorio comparado para identificar soluciones adaptables a distintos contextos.

6.5. Sinergias potenciales para la cooperación en el espacio SUDOE

Las complementariedades descritas pueden traducirse en sinergias concretas si se articulan adecuadamente dentro del proyecto. En este contexto, las sinergias no deben entenderse como una mera coincidencia de intereses, sino como la posibilidad de generar un valor añadido superior al que cada país podría alcanzar de manera aislada.

Una primera sinergia potencial se sitúa en el ámbito del conocimiento regulatorio. La diversidad de marcos analizados permite construir una base comparativa particularmente útil para desarrollar orientaciones comunes sobre itinerarios regulatorios, criterios de calidad y condiciones de valorización de materiales con fósforo recuperado. La experiencia francesa en materia de estructuración normativa, la diversidad autonómica española y la claridad estratégica portuguesa pueden converger en herramientas comparativas de gran valor para el conjunto del espacio SUDOE. Esta sinergia puede materializarse, por ejemplo, en la *elaboración de guías compartidas* que permitan interpretar con mayor claridad las vías de valorización y comercialización de productos recuperados.

Una segunda sinergia se relaciona con la trazabilidad, la monitorización y la generación de evidencia. La existencia de experiencias avanzadas de control y seguimiento en determinados territorios, como el caso murciano en materia de trazabilidad digital, puede combinarse con otros contextos donde existe capacidad de planificación, innovación o despliegue regional. Esta articulación permitiría avanzar hacia criterios comunes de seguimiento y hacia modelos comparables de evaluación de resultados, algo especialmente relevante para demostrar seguridad, eficacia y viabilidad de las soluciones de recuperación del fósforo.

Una tercera sinergia potencial se encuentra en la articulación entre innovación tecnológica y contexto regulatorio. Algunos territorios presentan marcos más favorables para la experimentación o la conexión con la bioeconomía, mientras que otros ofrecen entornos más maduros para validar la integración de soluciones dentro de esquemas administrativos exigentes. Esta combinación puede resultar especialmente valiosa para ENDORSE, ya que permite pensar el despliegue de soluciones no solo en términos técnicos, sino también en relación con las condiciones regulatorias e institucionales necesarias para su adopción.

Una cuarta sinergia se refiere a la conexión entre políticas de agua, residuos y agricultura. En los tres países, la recuperación del fósforo depende de la capacidad para integrar sectores que tradicionalmente han operado de forma parcial o fragmentada. La comparación muestra que existen distintos puntos de entrada para esa integración: el agua y la valorización agronómica en Francia, la economía circular y la bioeconomía en España, y la regeneración de recursos en Portugal. La puesta en común de estos enfoques puede favorecer una visión más integrada del fósforo en el espacio SUDOE y reforzar la formulación de propuestas más coherentes para políticas públicas.

6.6. Sinergias operativas para ENDORSE

Desde una perspectiva más operativa, el análisis comparativo sugiere varias sinergias especialmente útiles para el proyecto. Una de ellas es la posibilidad de construir un **lenguaje común entre países y territorios en torno a conceptos clave** como material recuperado, valorización, trazabilidad, calidad agronómica o compatibilidad regulatoria. Esta armonización conceptual, aunque no implique uniformidad jurídica, puede facilitar el trabajo conjunto y mejorar la transferibilidad de resultados.

Otra sinergia relevante consiste en la posibilidad de **desarrollar marcos comparables de validación de barreras y puntos de mejora**. El trabajo realizado en distintos territorios permite contrastar cómo problemas aparentemente similares —por ejemplo, la aplicación agronómica de lodos o la valorización de biorresiduos— adquieren matices diferentes según el contexto institucional y ambiental. Esta comparación puede enriquecer considerablemente la formulación de recomendaciones, al permitir distinguir entre barreras estructurales compartidas y barreras específicas de determinados marcos nacionales o territoriales.

Asimismo, existe una sinergia importante en el ámbito de la **formulación de propuestas de políticas**. ENDORSE puede beneficiarse de esta diversidad comparativa para construir recomendaciones que combinen una dimensión común para el espacio SUDOE con adaptaciones específicas por país y territorio. Este enfoque resulta especialmente pertinente en un ámbito como el fósforo, donde la necesidad de convergencia debe convivir con fuertes condicionantes territoriales, agrarios e hidrológicos.

Por último, la cooperación entre territorios con distintos niveles de madurez puede facilitar una circulación especialmente útil de **aprendizajes**. Los contextos más avanzados en determinados aspectos pueden actuar como referencia para otros, mientras que los territorios con marcos más abiertos o en evolución pueden ofrecer mayor margen para la experimentación y la incorporación de nuevas soluciones. Esta circulación bidireccional de experiencias constituye una de las principales oportunidades de valor añadido del proyecto.

6.7. Principales diferencias y su relevancia para el análisis posterior

Pese a las complementariedades y sinergias identificadas, persisten diferencias estructurales que justifican un análisis específico de barreras y puntos de mejora. Entre ellas destacan la distinta distribución competencial entre niveles de gobierno, el diferente grado de explicitud con el que se aborda la recuperación de nutrientes en las estrategias nacionales, la diversidad de instrumentos regionales de apoyo y la distinta relación entre valorización agronómica y protección ambiental en cada territorio.

Estas diferencias son especialmente importantes porque condicionan la manera en que pueden diseñarse y desplegarse soluciones de recuperación del fósforo. También explican por qué no resulta adecuado trasladar automáticamente un mismo modelo de un país a otro sin considerar su contexto regulatorio, institucional y territorial. Desde esta perspectiva, la comparación desarrollada en esta sección constituye un paso necesario para contextualizar adecuadamente las barreras identificadas en la sección siguiente y para fundamentar posteriormente propuestas de mejora realistas y adaptadas.

Ámbito	España	Francia	Portugal	Lectura comparativa
Enfoque general de política pública	Marco estatal complementado por un desarrollo autonómico relevante, con elevada diversidad territorial en instrumentos y prioridades.	Marco nacional fuertemente estructurado, apoyado en cuerpos normativos consolidados y en una gobernanza sectorial bien institucionalizada.	Marco nacional con una formulación más explícita de la circularidad de recursos, incluyendo agua y nutrientes.	Los tres países comparten base europea, pero difieren en la forma de organizar y priorizar la gestión del P: España destaca por su diversidad territorial, Francia por su solidez regulatoria y Portugal por la claridad estratégica de su enfoque.
Economía circular	España Circular 2030 (2020). Desarrollo complementario mediante estrategias regionales, como la Estrategia Galega de Economía Circular (EGEC) y la Estrategia de Economía Circular de Castilla y León 2021-2030.	Hoja de ruta para la economía circular (FREC) (2018). Despliegue complementario mediante programas regionales de apoyo, como los de Nueva Aquitania.	Plano de Acción para la Economía Circular (PAEC) (2017), con referencia explícita a la regeneración de "agua e nutrientes". Complementado por la Agenda Regional para la Economía Circular de Norte (2023).	Portugal presenta la formulación más explícita del vínculo entre circularidad y nutrientes; España y Francia integran esta dimensión de forma más indirecta, a través de estrategias más amplias.
Residuos y biorresiduos	Ley 7/2022 de residuos y suelos contaminados para una economía circular. Planificación estatal y autonómica: PEAR y planes regionales como el PGRMG 2030 (Galicia) y el PIRCyL (Castilla y León).	Planificación territorial de residuos a través de planes departamentales. Implantación de la recogida separada de biorresiduos desde 2024.	DL 102-D/2020, régimen general de gestión de residuos. Planificación regional de residuos urbanos y articulación con PERNU 2030 para flujos no municipales.	En los tres casos, la gestión de residuos condiciona directamente el potencial de recuperación de P, especialmente a través de biorresiduos, lodos y digestatos.
Lodos de EDAR / valorización agronómica	Marco nacional complementado por regulación autonómica, como el Decreto 125/2012 en Galicia. En algunos territorios, restricciones adicionales en zonas vulnerables, como en Castilla y León.	Marco consolidado de aplicación de lodos mediante el Código de medio ambiente (art. R211-25 a R211-47) y el Decreto del 8 enero 1998 para lodos urbanos tratados.	DL 276/2009, relativo al uso de lodos de depuración en suelos agrícolas. Aplicación regional dentro de un marco nacional común.	Francia presenta el esquema más consolidado y reglado; Portugal muestra un marco nacional claro; España combina habilitación estatal con una mayor diversidad territorial de aplicación.
Fertilizantes y nutrición del suelo	RD 506/2013 sobre productos fertilizantes y sus modificaciones. RD 1051/2022 sobre nutrición sostenible de los suelos agrarios.	Código rural, que regula las vías de comercialización y uso de materias fertilizantes. Apoyo mediante códigos y guías de buenas prácticas agrarias.	DL 30/2022, en ejecución del Reglamento (UE) 2019/1009. Complementado por el marco de nitratos y de buenas prácticas agrarias.	Los tres países disponen de instrumentos para la puesta en mercado, pero difieren en la claridad operativa para nuevos productos de P recuperado y en la interacción entre residuo, subproducto y fertilizante.
Agricultura y desarrollo rural (PAC / PEPAC)	Plan Estratégico de la PAC 2023-2027. Intervenciones del segundo pilar gestionadas en gran medida por las comunidades autónomas.	PNDAR como instrumento de desarrollo agrícola y rural. Aplicación de la Directiva de Nitratos mediante PAN/PAR.	PEPAC 2023-2027. Complementado por la Red Rural y otros instrumentos enmarcados en Portugal 2030.	En los tres países, la PAC ofrece un marco indirectamente favorable para la gestión sostenible del P, aunque su capacidad de impulso depende del grado de concreción nacional y territorial.
Agua y contaminación difusa	RD 47/2022 y designación de zonas vulnerables a nitratos. Planes hidrológicos de cuenca, como Galicia-Costa y Duero.	Gobernanza del agua estructurada a partir de las grandes leyes del agua y del papel de las Agencias de agua. La Directiva de Nitratos actúa como eje operativo principal en la gestión agraria de nutrientes.	Ley da Aguas (Lei n.º 54/2005). PGRH de Portugal continental, aprobado por RCM n.º 62/2024.	La protección de las masas de agua constituye un eje común en los tres países, pero Francia destaca por la fortaleza institucional de sus mecanismos de gobernanza hídrica.
Innovación / especialización inteligente	Estrategias regionales de innovación, como RIS3 Galicia y RIS3 Castilla y León 2021-2027.	SRDEII 2022-2028 de Nueva Aquitania, como instrumento regional de desarrollo económico e innovación.	S3 NORTE 2027 y NORTE 2030, como principales marcos regionales de innovación y financiación.	Los tres países cuentan con instrumentos de innovación relevantes, aunque en España y Portugal su conexión territorial con la recuperación de P aparece más claramente identificable en los casos analizados.
Visibilidad específica del fósforo	El fósforo aparece integrado en marcos sectoriales amplios, pero rara vez como prioridad estatal específica.	El fósforo se aborda de forma indirecta, principalmente a través de agua, fertilización y valorización orgánica.	El vínculo entre nutrientes y circularidad es más explícito en el discurso estratégico nacional.	Portugal es el país donde el fósforo y los nutrientes tienen mayor visibilidad política explícita dentro del marco de economía circular.
Potencial de complementariedad en SUDOE	Aporta diversidad territorial, capacidad de adaptación regional y casos contrastados de presión ambiental y valorización.	Aporta solidez jurídica, experiencia en valorización agronómica y gobernanza hídrica consolidada.	Aporta coherencia estratégica entre circularidad, agua y nutrientes, y una articulación clara con la innovación regional.	Las fortalezas de los tres países son claramente complementarias y ofrecen una base sólida para el aprendizaje mutuo y la cooperación transnacional en ENDORSE.

En conjunto, el análisis comparativo confirma que España, Francia y Portugal comparten una base regulatoria europea y una orientación general favorable a una gestión más eficiente y circular de los nutrientes, pero difieren en la forma de estructurar, priorizar y operativizar esa agenda. Estas diferencias generan retos, pero también abren oportunidades claras de complementariedad y sinergia en el espacio SUDOE.

Desde la perspectiva de ENDORSE, el principal valor de esta comparación radica en que permite pasar de una lectura puramente descriptiva de los marcos nacionales a una interpretación más estratégica de sus capacidades, límites y posibilidades de cooperación. Sobre esta base, la sección siguiente profundiza en las principales barreras identificadas, con el fin de avanzar posteriormente hacia la definición de puntos de mejora y recomendaciones orientadas al despliegue de soluciones de recuperación y valorización del fósforo.

7. Barreras identificadas

La presente sección recoge las principales barreras preliminares identificadas a partir de los cinco cuestionarios recibidos y de la revisión documental realizada en el marco del proyecto. Estas barreras deben entenderse como un primer diagnóstico de trabajo, sujeto a contraste, validación y priorización en fases posteriores mediante la incorporación del resto de aportaciones del consorcio y a través de los procesos de co-creación con actores externos, entre ellos operadores de estaciones depuradoras de aguas residuales, gestores de residuos, agricultores, industria de fertilizantes, autoridades competentes y agencias del agua.

El análisis realizado permite agrupar las barreras en seis grandes categorías: regulatorias y administrativas; económicas y de mercado; técnicas, de calidad y seguridad; de gobernanza, coordinación y capacidades; de datos, monitorización y trazabilidad; y sociales y de aceptación. Aunque esta clasificación se presenta de forma separada por razones analíticas, en la práctica se trata de barreras estrechamente interrelacionadas, que tienden a reforzarse mutuamente. Así, por ejemplo, la incertidumbre regulatoria dificulta la consolidación de la demanda; la falta de datos comparables reduce la confianza institucional y agronómica; y la ausencia de un mercado estable limita la inversión en soluciones tecnológicas capaces de mejorar la calidad y competitividad del producto recuperado.

7.1. Barreras regulatorias y administrativas

La recuperación y valorización del fósforo se sitúa en una compleja intersección normativa que afecta a la gestión del agua, el tratamiento de residuos y la legislación sobre fertilizantes y suelos agrarios. Esta superposición genera una fragmentación competencial y técnica que constituye la principal barrera de entrada para soluciones innovadoras.

- **Estatuto jurídico y "Fin de Condición de Residuo":** Persiste una dificultad crítica para que materiales como la estruvita, sales de fosfato, digestatos o cenizas abandonen el régimen jurídico de "residuo" para ser considerados "productos". En España, a pesar de que el RD 840/2024 aclara condiciones para que el compost alcance el fin de residuo, no existe una mención expresa similar para las sales de fósforo recuperadas de aguas residuales, lo que genera una **brecha de inseguridad jurídica** para los operadores. En Francia, el Código Rural (artículos L255-2 y L255-5) establece itinerarios muy rígidos para la puesta en el mercado de materias fertilizantes, exigiendo autorizaciones (*Autorisation de mise sur le marché*) o cumplimiento de normas estrictas que pueden ralentizar la innovación.
- **Complejidad y Carga Administrativa:** La gestión de nutrientes exige el cumplimiento simultáneo de obligaciones nacionales y regionales. Los operadores deben enfrentarse a una densa burocracia que incluye registros, planes de abonado, cuadernos de campo y requisitos de almacenamiento que varían según el territorio. En Castilla y León, por ejemplo, la aplicación de lodos en zonas vulnerables exige "Planes de Gestión" detallados bajo la Orden MAV/398/2022, lo que incrementa la burocracia para los gestores. En Portugal, la ejecución regional de las zonas vulnerables a nitratos y los programas de acción añaden capas de control que, si bien son necesarias para la protección ambiental, elevan los costes de gestión para las explotaciones y plantas de tratamiento.
- **Conflictos de Objetivos Territoriales:** El caso de la Región de Murcia evidencia una tensión estructural entre la circularidad y la protección de ecosistemas sensibles. La Ley 3/2020 de protección del Mar Menor impone restricciones severas a la aplicación de fertilizantes orgánicos (incluyendo lodos y estiércoles) en su cuenca vertiente, lo que limita las salidas agronómicas de productos que, en otros contextos, serían considerados fertilizantes circulares de alto valor.

7.2. Barreras económicas y de mercado

La creación de una cadena de valor para el fósforo recuperado se enfrenta a un entorno de mercado inmaduro y a una competencia desigual con los insumos convencionales.

- **Competitividad frente a fertilizantes minerales:** Los precios de los fertilizantes minerales, aunque volátiles, siguen siendo la referencia del mercado. La falta de internalización de los costes ambientales en la producción minera de fosfatos dificulta que los productos recuperados, a menudo con mayores costes de procesamiento, compitan en igualdad de condiciones. En Galicia, la percepción de que el fósforo no es un recurso escaso debido al exceso histórico en suelos agrícolas reduce el interés del mercado por pagar un sobrecoste por productos recuperados.
- **Costes de Inversión y Logística:** Las tecnologías de recuperación (como la precipitación de estruvita o el secado térmico) requieren inversiones de capital (CAPEX) y costes operativos (OPEX) elevados. En regiones con una estructura de depuración fragmentada o pequeñas estaciones de tratamiento, la falta de economía de escala penaliza la viabilidad económica. En Galicia, la elevada carga ganadera genera un contexto donde el fósforo se percibe más como un residuo a gestionar que como un recurso escaso, lo que reduce la predisposición del mercado a pagar un sobrecoste por productos recuperados avanzados.

- **Inestabilidad de la Demanda:** La ausencia de señales de mercado claras, como incentivos fiscales, compras públicas verdes o sistemas de certificación que premien el uso de nutrientes reciclados, impide que se consolide una demanda estable que atraiga la inversión privada. En Castilla y León, la Estrategia de Economía Circular reconoce la necesidad de promover reformas legales estatales para facilitar esta extracción y uso en la bioeconomía.

7.3. Barreras técnicas, de calidad y seguridad

La barrera técnica no se limita a la capacidad de extraer el nutriente, sino a garantizar un producto final que cumpla con los estándares de seguridad y homogeneidad exigidos por la industria y el agricultor.

- **Heterogeneidad de las Matrices de Entrada:** Las corrientes secundarias (lodos de EDAR, purines, biorresiduos) presentan una variabilidad temporal y química significativa. Asegurar una calidad constante del producto recuperado exige procesos de monitorización y refinado costosos.
- **Presencia de Contaminantes:** Existe una preocupación técnica persistente por la posible transferencia de patógenos, metales pesados o contaminantes emergentes (microplásticos, restos de medicamentos) desde el residuo original al fertilizante final. Esto obliga al cumplimiento de normativas de higienización muy estrictas, como el Decreto 125/2012 en Galicia, el Decreto-Lei 276/2009 en Portugal o los decretos ministeriales franceses de 1998, que condicionan la tecnología aplicable.
- **Complejidad Química del Fósforo:** El P puede presentarse en formas orgánicas e inorgánicas de distinta biodisponibilidad. La coexistencia con elementos como el hierro, aluminio o magnesio en los procesos de depuración puede "bloquear" el fósforo o dificultar su recuperación en formas asimilables para los cultivos, obligando a diseñar soluciones tecnológicas específicas para cada tipo de instalación.

7.4. Barreras de gobernanza, coordinación y capacidades

La gestión del ciclo del fósforo sufre una fragmentación institucional que dificulta la adopción de enfoques integrales.

- **Gobernanza Compartimentada:** Las autoridades responsables del ciclo del agua, la gestión de residuos y la política agraria suelen operar con objetivos y calendarios diferentes. Esta falta de coordinación se observa, por ejemplo, en la Región Norte de Portugal, donde la planificación de residuos urbanos tiene una fuerte base regional, mientras que los residuos agrícolas y ganaderos dependen de una planificación nacional (PERNU 2030), lo que puede generar brechas en la gestión territorial de los flujos orgánicos.
- **Brecha de Capacidades Técnicas:** La implantación de sistemas de trazabilidad digital y planes de fertilización sostenible (como los exigidos en el PEPAC) requiere personal formado y conocimiento técnico especializado que no siempre está disponible de forma equitativa en todos los territorios.

7.5. Barreras de datos, monitorización y trazabilidad

La toma de decisiones basada en la evidencia se ve obstaculizada por la falta de información integrada sobre los flujos de nutrientes.

- **Fragmentación de Sistemas de Información:** Aunque existen datos sobre vertidos o aplicación de lodos, la información suele estar dispersa en sistemas no interoperables entre países y regiones. Esta falta de datos comparables dificulta la identificación de sinergias transnacionales y el diseño de infraestructuras de tratamiento compartidas.
- **Deficiencias en el "Matching" de Oferta y Demanda:** No existen plataformas eficaces que conecten en tiempo real los puntos de generación de nutrientes recuperados con las necesidades de fertilización de los agricultores. Un ejemplo positivo de superación de esta barrera es el Registro Electrónico de Deyecciones Ganaderas de Murcia, aunque este tipo de herramientas sigue siendo una excepción tecnológica en el conjunto del SUDOE.

7.6. Barreras sociales y de aceptación

La barrera social es, en muchos casos, el obstáculo final que impide el cierre del ciclo, independientemente de la viabilidad técnica o legal.

- **Percepción de Riesgo y Origen:** Persiste un estigma social asociado al uso de productos derivados de lodos urbanos o aguas residuales. El temor a impactos reputacionales en la cadena alimentaria hace que grandes distribuidores y agricultores de cultivos de alto valor sean cautos ante el uso de fertilizantes recuperados.
- **Falta de Comunicación Basada en la Evidencia:** Existe una carencia de programas de demostración en campo a gran escala que prueben la eficacia y seguridad de estos productos frente a los convencionales. Sin una transparencia total sobre la trazabilidad y los beneficios ambientales, la desconfianza seguirá limitando el crecimiento del mercado. En Castilla y León, se

destaca la importancia de las tecnologías 4.0 y la agricultura de precisión para maximizar la eficiencia y confianza en la aplicación de estos nutrientes.

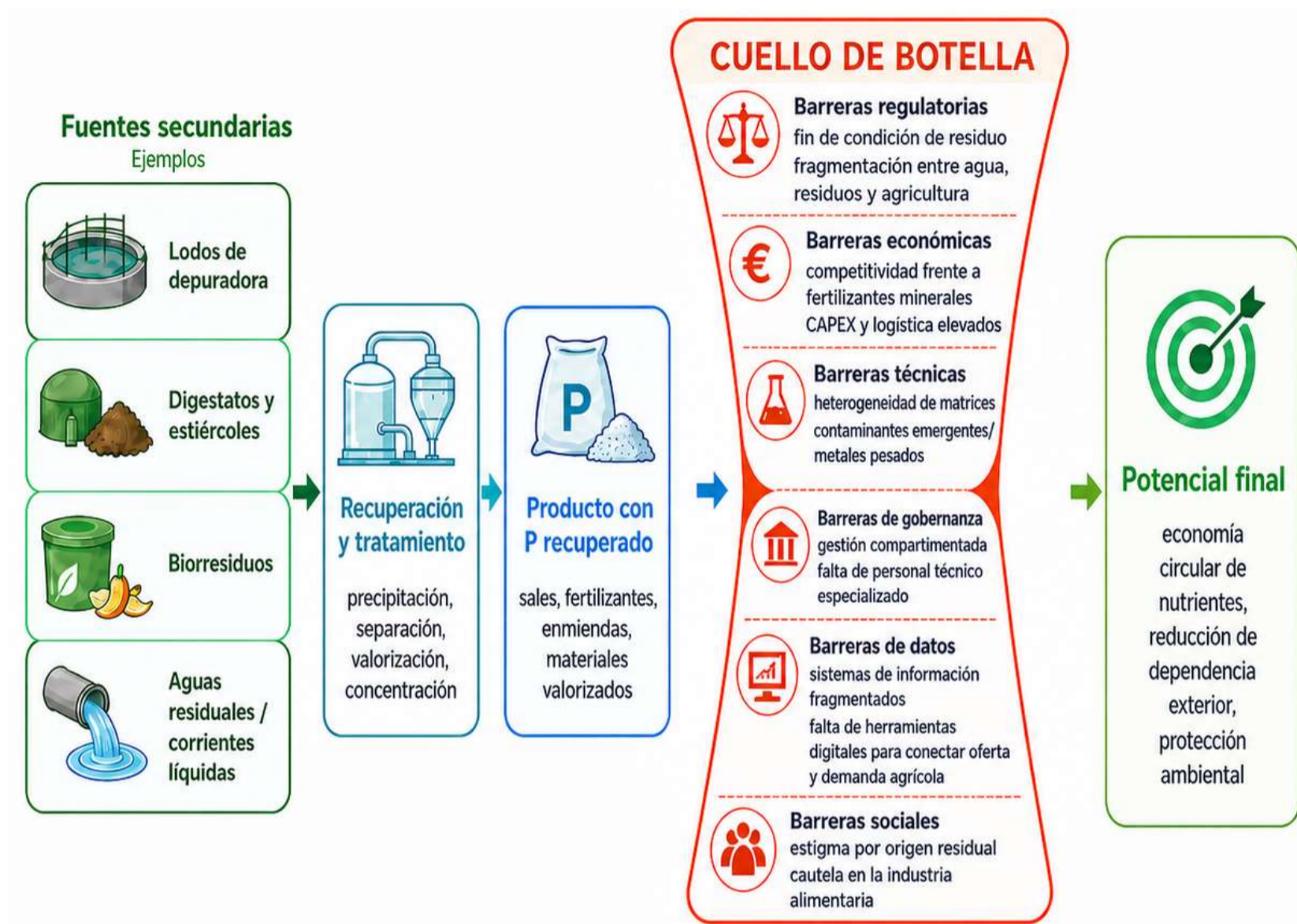


Figura 3: El "cuello de botella" del fósforo recuperado.

En conclusión, la principal dificultad en el espacio SUDOE no es la ausencia de soluciones tecnológicas, sino la falta de articulación operativa entre los marcos normativos, las realidades económicas y las necesidades territoriales. El valor añadido del proyecto ENDORSE reside precisamente en su capacidad para actuar sobre estas barreras de forma coordinada, proponiendo recomendaciones que armonicen la seguridad ambiental con la viabilidad técnica y económica del fósforo recuperado.

8. Puntos de mejora propuestos

Los puntos de mejora que se presentan a continuación se plantean como líneas prioritarias de actuación para facilitar el despliegue de soluciones de recuperación y valorización del fósforo en el espacio SUDOE. Estas propuestas responden directamente a las barreras identificadas en la sección anterior y buscan avanzar desde un diagnóstico compartido hacia una agenda operativa, capaz de reducir incertidumbres regulatorias, reforzar la coordinación institucional, generar condiciones de mercado más favorables y mejorar la confianza de los actores implicados.

De forma transversal, las mejoras propuestas parten de una idea central: en España, Francia y Portugal no existe una ausencia total de instrumentos normativos, capacidades técnicas o marcos estratégicos relacionados con la gestión del fósforo. El principal reto reside en la articulación efectiva de dichos instrumentos, de manera que puedan traducirse en itinerarios claros, aplicables y compatibles con las realidades territoriales del espacio SUDOE. Por ello, las líneas de mejora no se formulan como recomendaciones aisladas, sino como elementos complementarios de una estrategia común orientada a hacer viable la recuperación del fósforo en condiciones de seguridad ambiental, eficiencia agronómica y aceptación social.

A partir del análisis comparado, los puntos de mejora se estructuran en cinco ámbitos: marco regulatorio y administrativo; instrumentos económicos y de mercado; integración sectorial entre agricultura, agua y bioeconomía; gobernanza, trazabilidad y aceptación social; y prioridades específicas por territorio.

8.1. Marco regulatorio y administrativo

8.1.1. Clarificación del encaje regulatorio y fin de condición de residuo

Una de las prioridades más relevantes para facilitar la recuperación y valorización del fósforo es reducir la incertidumbre jurídica asociada a los productos obtenidos a partir de corrientes secundarias. Materiales como sales de fosfato, estruvita, digestatos tratados, compost, cenizas u otros productos derivados de lodos y biorresiduos pueden presentar un elevado interés agronómico, pero su despliegue depende de que exista un itinerario regulatorio claro que permita determinar cuándo siguen siendo residuos, cuándo pueden considerarse subproductos o cuándo pueden acceder al mercado como productos fertilizantes.

En este sentido, se propone avanzar hacia orientaciones técnicas y administrativas que faciliten la interpretación práctica de los marcos existentes en España, Francia y Portugal, especialmente en su relación con el Reglamento (UE) 2019/1009 sobre productos fertilizantes. Estas orientaciones deberían identificar, para cada tipo de material recuperado, las vías posibles de valorización, los requisitos de calidad aplicables, las condiciones de trazabilidad, las obligaciones documentales y los procedimientos necesarios para su puesta en el mercado o su aplicación agronómica.

Esta clarificación resulta especialmente importante para evitar que soluciones técnicamente viables queden bloqueadas por falta de encaje jurídico o por interpretaciones divergentes entre administraciones. En el caso español, sería conveniente reforzar la claridad sobre el tratamiento regulatorio de determinadas sales de fósforo recuperadas de aguas residuales u otras corrientes secundarias, de manera que los operadores puedan conocer con mayor seguridad si deben acogerse a marcos nacionales de fertilizantes, al mercado CE o a procedimientos de fin de condición de residuo. En Francia, donde existen itinerarios consolidados pero exigentes para la puesta en el mercado de materias fertilizantes, la mejora debería orientarse a facilitar la integración de productos recuperados innovadores sin reducir los niveles de seguridad y control existentes. En Portugal, la existencia de un marco estratégico más explícito sobre regeneración de recursos ofrece una base adecuada para traducir esa orientación política en procedimientos operativos más visibles para los actores del sector.

De forma complementaria, se recomienda promover criterios comunes en el espacio SUDOE para interpretar conceptos clave como “nutriente recuperado”, “producto fertilizante recuperado”, “material valorizado”, “subproducto”, “fin de condición de residuo” y “uso seguro en suelo agrario”. Esta armonización conceptual no implica una homogeneización jurídica completa entre países, pero sí puede facilitar la cooperación transnacional, la comparación de experiencias y la transferibilidad de resultados entre territorios.

8.1.2. Simplificación administrativa y facilitación de escalado y pilotos

La existencia de un marco regulatorio claro debe ir acompañada de procedimientos administrativos proporcionados y adaptados a las necesidades de demostración, validación y escalado. En la práctica, muchas soluciones de recuperación de fósforo se sitúan en fases piloto o precomerciales y requieren operar en la intersección de varios ámbitos competenciales: agua, residuos, agricultura, fertilizantes, suelos y protección ambiental. Esta situación genera cargas administrativas acumuladas que pueden ralentizar o desincentivar la implantación de soluciones innovadoras.

Por ello, se propone explorar mecanismos de coordinación administrativa que faciliten la tramitación de proyectos piloto y demostrativos. Entre las opciones a considerar se encuentran la creación de ventanillas únicas, procedimientos coordinados entre autoridades competentes, guías de tramitación para operadores y esquemas de autorización temporal para experiencias controladas.

Estos mecanismos permitirían reducir la incertidumbre, acortar plazos y facilitar la generación de evidencia técnica en condiciones reales.

La simplificación administrativa no debe entenderse como una reducción de los niveles de protección ambiental, sino como una mejora de la eficiencia institucional. El objetivo debe ser evitar duplicidades, clarificar responsabilidades y asegurar que los requisitos exigidos sean proporcionales al riesgo, al volumen tratado, al tipo de tecnología y al destino del producto recuperado. En particular, los proyectos desarrollados en EDAR, plantas de tratamiento de residuos orgánicos, instalaciones de digestión anaerobia o explotaciones agroganaderas deberían contar con itinerarios administrativos más previsibles cuando se orienten a la recuperación de nutrientes bajo condiciones controladas.

Asimismo, resulta necesario desarrollar criterios específicos para compatibilizar la valorización del fósforo con la protección de zonas vulnerables o ambientalmente sensibles. En territorios con elevada presión sobre masas de agua, como la cuenca vertiente del Mar Menor u otras áreas afectadas por contaminación difusa, las restricciones a la aplicación de materiales orgánicos deben mantenerse cuando sean necesarias, pero conviene avanzar hacia criterios más precisos que diferencien entre tipos de productos, niveles de riesgo, biodisponibilidad del fósforo, contenido en contaminantes y condiciones agronómicas de aplicación. Este enfoque permitiría evitar prohibiciones genéricas cuando existan productos recuperados seguros y trazables, al mismo tiempo que se refuerza la protección ambiental en contextos de mayor sensibilidad.

8.2. Instrumentos económicos y de mercado

8.2.1. Creación de demanda mediante compras públicas e incentivos

La recuperación del fósforo podrá consolidarse si los productos resultantes encuentran una demanda estable y si los operadores cuentan con señales económicas suficientes para invertir en tecnologías de recuperación, tratamiento, control de calidad y logística. En la actualidad, los fertilizantes recuperados compiten con fertilizantes minerales convencionales en un mercado donde no siempre se reconocen los beneficios ambientales, territoriales y estratégicos asociados a la circularidad de nutrientes.

Por ello, se propone incorporar instrumentos económicos que contribuyan a corregir esta desventaja inicial. Una primera línea de actuación consiste en utilizar la compra pública verde como herramienta tractora. Las administraciones públicas podrían valorar positivamente el uso de fertilizantes o enmiendas con contenido recuperado en el mantenimiento de zonas verdes, restauración de suelos degradados, revegetación de infraestructuras, proyectos forestales, restauración ambiental o actuaciones vinculadas a espacios naturales. Este tipo de demanda pública puede generar confianza, visibilidad y referencias de uso en condiciones controladas.

Una segunda línea de mejora consiste en habilitar ayudas específicas para la implantación de tecnologías de recuperación de fósforo, especialmente en fases iniciales de demostración y escalado. Estas ayudas deberían cubrir tanto inversiones en equipamiento e infraestructuras como costes asociados a control analítico, certificación, digitalización, almacenamiento, transporte y adaptación de procesos. Dado que muchas soluciones presentan costes de capital y operación superiores a los de las prácticas convencionales, el apoyo público puede ser determinante para superar la fase inicial de entrada al mercado.

Asimismo, se recomienda explorar incentivos económicos vinculados al uso de productos fertilizantes recuperados certificados, especialmente cuando su utilización contribuya a reducir importaciones, cerrar ciclos territoriales, disminuir pérdidas de nutrientes o mejorar la gestión de residuos. Estos incentivos podrían integrarse en instrumentos agrarios, ambientales o de economía circular, siempre que se acompañen de criterios claros de calidad, seguridad y trazabilidad.

8.2.2. Adaptación a las dinámicas territoriales de oferta y demanda

Las políticas de mercado deben tener en cuenta que la disponibilidad y la necesidad de fósforo no se distribuyen de forma homogénea en el espacio SUDOE. Algunos territorios presentan excedentes de nutrientes asociados a la ganadería intensiva, los lodos de depuradora o los biorresiduos, mientras que otros pueden tener mayor dependencia de fertilizantes minerales o mayor capacidad para absorber productos recuperados. Esta asimetría exige pasar de una lógica local y fragmentada a una planificación territorial más integrada de oferta y demanda.

En territorios con exceso de fósforo en suelos o elevada presión ganadera, la prioridad no debe ser únicamente reincorporar el nutriente al entorno inmediato, sino desarrollar soluciones que permitan estabilizar, concentrar, transportar y redistribuir el fósforo hacia zonas deficitarias o hacia usos con mayor valor añadido. Esto requiere tecnologías adecuadas, pero también instrumentos de planificación, logística y mercado que conecten los puntos de generación con los potenciales usuarios finales.

En este sentido, se propone avanzar hacia mapas territoriales de flujos de fósforo que integren información sobre fuentes disponibles, calidad de las corrientes, capacidades de tratamiento, necesidades agronómicas, restricciones ambientales y posibles destinos. Estos mapas permitirían identificar oportunidades de simbiosis territorial entre áreas urbanas, agroganaderas, agroindustriales y agrícolas, y ayudarían a orientar inversiones hacia infraestructuras con mayor impacto potencial.

Además, conviene promover modelos de negocio adaptados a la escala territorial. En algunos contextos puede ser viable la recuperación descentralizada en instalaciones pequeñas o medianas; en otros, será más eficiente concentrar flujos en infraestructuras regionales. La elección del modelo debe basarse en criterios de viabilidad técnica, coste logístico, densidad de generación, demanda agronómica, sensibilidad ambiental y capacidad institucional.

8.3. Integración sectorial: Agricultura, agua y bioeconomía

8.3.1. Integración efectiva en la PAC/PEPAC y digitalización 4.0

Una mejora estratégica consiste en incorporar la recuperación y uso del fósforo recuperado dentro de la lógica ordinaria de la gestión sostenible de nutrientes, evitando que continúe tratándose como un ámbito separado o exclusivamente experimental. Para ello, resulta clave conectar esta agenda con los instrumentos de la Política Agraria Común y con los respectivos Planes Estratégicos nacionales.

El uso de fertilizantes recuperados que cumplan requisitos de calidad y seguridad podría integrarse de manera más explícita en medidas relacionadas con la eficiencia en el uso de nutrientes, la reducción de impactos ambientales, la mejora de la fertilidad del suelo, la economía circular agraria y la modernización de explotaciones. Esta integración permitiría reforzar la demanda y facilitaría que agricultores y cooperativas perciban estos productos como parte de una estrategia agronómica reconocida, no como una alternativa marginal o incierta.

La digitalización agraria constituye otro elemento fundamental. Herramientas como planes digitales de abonado, cuadernos de explotación, sistemas de información geográfica, sensores, agricultura de precisión y plataformas de recomendación agronómica pueden mejorar la aplicación del fósforo recuperado y reducir riesgos de sobrefertilización o pérdidas al medio. La aplicación precisa del nutriente, ajustada a las necesidades del cultivo, al estado del suelo y a la biodisponibilidad del producto, es una condición esencial para reforzar la eficiencia y la confianza.

En este contexto, se recomienda vincular los productos recuperados a sistemas de asesoramiento agronómico que permitan traducir su composición y comportamiento en recomendaciones prácticas de uso. No basta con certificar que un producto es seguro; también es necesario demostrar cómo debe aplicarse, en qué dosis, en qué cultivos, bajo qué condiciones de suelo y con qué efectos esperados sobre rendimiento, fertilidad y reducción de impactos.

8.3.2. Sinergias territoriales y bioeconomía

La recuperación del fósforo debe integrarse en estrategias más amplias de bioeconomía, gestión de residuos, transición energética y desarrollo territorial. En muchos casos, las corrientes ricas en fósforo no aparecen de forma aislada, sino asociadas a cadenas de valorización de biorresiduos, lodos de depuradora, digestatos, purines, estiércoles o subproductos agroindustriales. Esto abre oportunidades para diseñar soluciones integradas que combinen recuperación de nutrientes, producción de energía, mejora de suelos y reducción de impactos ambientales.

La digestión anaerobia y la producción de biogás constituyen un ejemplo claro de esta posible integración. Los digestatos generados pueden convertirse en una fuente relevante de fósforo, siempre que se acompañen de tecnologías de separación, estabilización, concentración o recuperación que mejoren su manejabilidad y adecuación agronómica. En territorios donde existen políticas de apoyo a la metanización o al biogás, conviene incorporar explícitamente la recuperación de nutrientes como un componente adicional de valor.

Del mismo modo, las estrategias regionales de bioeconomía y especialización inteligente pueden actuar como marcos habilitadores para conectar investigación, empresas, administraciones y sector primario. Castilla y León, Galicia, Nueva Aquitania y la Región Norte ofrecen ejemplos de instrumentos regionales que pueden servir para vincular la recuperación de fósforo con innovación aplicada, valorización de subproductos, competitividad agroalimentaria y desarrollo rural.

Se recomienda, por tanto, que ENDORSE impulse una lectura territorial de la recuperación del fósforo, identificando dónde existen sinergias reales entre infraestructuras de agua, plantas de residuos, explotaciones agrarias, industrias agroalimentarias, centros tecnológicos y políticas regionales. Esta aproximación permitiría superar una visión exclusivamente tecnológica y avanzar hacia modelos de circularidad de nutrientes adaptados a cada territorio.

8.4. Gobernanza, trazabilidad y aceptación social

8.4.1. Sistemas de Monitorización, Reporte y Verificación (MRV)

La recuperación del fósforo requiere sistemas sólidos de información y seguimiento. Para generar confianza, orientar inversiones y facilitar la toma de decisiones, es necesario conocer con mayor precisión cuánto fósforo se genera, en qué corrientes se encuentra, qué calidad presenta, qué parte se recupera, qué destino recibe y qué impactos ambientales o agronómicos se derivan de su uso.

Por ello, se propone avanzar hacia sistemas de Monitorización, Reporte y Verificación adaptados a la circularidad de nutrientes. Estos sistemas deberían integrar información sobre origen del material, composición, tratamiento aplicado, controles de calidad, transporte, destino final, aplicación agronómica y resultados obtenidos. La trazabilidad debe cubrir toda la cadena de valor, desde la generación del residuo o efluente hasta la utilización final del producto recuperado.

La interoperabilidad de datos constituye una prioridad. Actualmente, la información suele encontrarse dispersa entre administraciones de agua, residuos, agricultura, autoridades ambientales, operadores de EDAR, gestores de residuos y usuarios agrarios. Esta fragmentación dificulta la planificación territorial y limita la capacidad para identificar oportunidades de simbiosis. Un sistema más integrado permitiría comparar datos entre regiones, detectar excedentes y déficits, anticipar riesgos y apoyar decisiones basadas en evidencia.

Las experiencias existentes de trazabilidad digital, como los registros de deyecciones ganaderas o las herramientas vinculadas a la planificación de la fertilización, pueden servir como punto de partida para construir sistemas más amplios aplicables al fósforo recuperado. El objetivo no debe ser crear nuevas cargas burocráticas, sino transformar la información ya requerida en una herramienta útil para operadores, administraciones y usuarios finales.

8.4.2. Capacitación, demostración en campo y aceptación social

La aceptación social y sectorial de los fertilizantes recuperados depende de la confianza. Esta confianza no puede basarse únicamente en mensajes generales sobre economía circular, sino en evidencia verificable sobre seguridad, eficacia, trazabilidad y beneficios ambientales. La percepción de riesgo asociada al origen de algunos productos —especialmente cuando proceden de aguas residuales, lodos urbanos o residuos orgánicos— constituye una barrera relevante que debe abordarse con transparencia y rigor técnico.

Se propone desarrollar programas de demostración en campo que permitan comparar fertilizantes recuperados con fertilizantes convencionales en condiciones reales de cultivo, suelo y clima. Estas demostraciones deberían evaluar rendimiento agronómico, disponibilidad del fósforo, efectos sobre el suelo, presencia de contaminantes, comportamiento ambiental y aceptación por parte de agricultores y técnicos. La información generada debe comunicarse de forma clara, accesible y adaptada a los distintos perfiles de usuario.

La capacitación de agricultores, cooperativas, técnicos agronómicos, gestores de residuos y operadores de agua resulta igualmente prioritaria. La introducción de productos recuperados requiere conocimientos específicos sobre composición, dosificación, compatibilidad con planes de abonado, almacenamiento, aplicación y restricciones territoriales. Sin este acompañamiento técnico, incluso productos seguros y eficaces pueden encontrar resistencia por desconocimiento o falta de confianza.

También resulta conveniente implicar a la industria de fertilizantes y a la distribución agroalimentaria desde fases tempranas. La aceptación del fósforo recuperado no depende únicamente del agricultor, sino también de la percepción de la cadena de valor, de los requisitos de calidad exigidos por los mercados y de la ausencia de riesgos reputacionales. La participación de estos actores puede ayudar a definir estándares, formatos de producto, mensajes de comunicación y condiciones de entrada al mercado.

8.5. Prioridades específicas por territorio en el espacio SUDOE

Aunque las líneas de mejora anteriores comparten una base transnacional, su implementación debe adaptarse a las características de cada territorio participante. El valor añadido del espacio SUDOE reside precisamente en combinar enfoques distintos y convertir esa diversidad en aprendizaje compartido.

En Galicia, la prioridad debería centrarse en conectar la recuperación de fósforo con la gestión de biorresiduos, lodos y corrientes agroganaderas. La existencia de infraestructuras y marcos autonómicos vinculados a la valorización de lodos ofrece una base útil para avanzar hacia soluciones que permitan mejorar la calidad, trazabilidad y destino agronómico de los materiales recuperados. Dado que en determinados contextos el fósforo se percibe más como un exceso que como un recurso escaso, será especialmente importante desarrollar soluciones de concentración, redistribución y valorización fuera de las zonas con mayor presión.

En Castilla y León, la prioridad debería orientarse a aprovechar la conexión entre bioeconomía, innovación, agricultura y gestión territorial. La región ofrece un contexto especialmente adecuado para validar soluciones de recuperación de fósforo en combinación con agricultura de precisión, digitalización, asesoramiento agronómico y estrategias de desarrollo rural. Su perfil territorial permite explorar cómo los fertilizantes recuperados pueden integrarse en sistemas agrarios extensivos y en cadenas de valor vinculadas a la bioeconomía regional.

En la Región de Murcia, el principal reto consiste en demostrar que la circularidad de nutrientes puede ser compatible con altos niveles de protección ambiental. La presión sobre el Mar Menor convierte este territorio en un caso especialmente relevante para desarrollar criterios estrictos de calidad, trazabilidad, dosificación y compatibilidad territorial. Las soluciones aplicables en este contexto deberán

priorizar la seguridad ambiental, la monitorización y la diferenciación clara entre productos recuperados según su composición, biodisponibilidad y riesgo.

En Nueva Aquitania, la prioridad debería centrarse en conectar la solidez del marco regulatorio francés con itinerarios más ágiles para la innovación circular. La presencia de Agencias del Agua, programas de desarrollo agrícola y rural e instrumentos regionales de innovación ofrece una base adecuada para impulsar proyectos demostrativos, acompañamiento técnico y mecanismos de financiación que integren recuperación de fósforo, calidad del agua y valorización agronómica.

En la Región Norte de Portugal, la oportunidad principal reside en traducir la orientación estratégica nacional sobre regeneración de recursos en actuaciones operativas financiadas y escalables. Los instrumentos regionales de innovación, economía circular y financiación estructural pueden movilizar recursos hacia proyectos piloto, infraestructuras de tratamiento y soluciones de valorización de nutrientes vinculadas a EDAR, biorresiduos, digestatos y cadenas agroalimentarias.

En conjunto, estas prioridades territoriales muestran que la recuperación del fósforo en el espacio SUDOE no requiere una solución única, sino una **combinación de respuestas adaptadas a distintos contextos regulatorios, ambientales, agrarios y económicos**. ENDORSE puede desempeñar un papel clave en la articulación de estas respuestas, facilitando el aprendizaje entre territorios, la identificación de criterios comunes y la formulación de recomendaciones transferibles. El avance hacia una gestión más circular del fósforo dependerá, en última instancia, de la capacidad para convertir la diversidad territorial del SUDOE en una ventaja estratégica para la innovación, la resiliencia y la soberanía de nutrientes.

9. Conclusiones

El presente informe confirma que la gestión del fósforo en el espacio SUDOE se sitúa en un punto de inflexión entre la necesidad de reforzar la seguridad de suministro, la urgencia de reducir las presiones ambientales sobre las masas de agua y la oportunidad de avanzar hacia modelos más circulares de uso de recursos. El análisis realizado muestra que España, Francia y Portugal comparten una base normativa común derivada del marco europeo en materia de fertilizantes, aguas, residuos, agricultura y economía circular, lo que proporciona un punto de partida convergente para la recuperación y valorización del fósforo. No obstante, también evidencia que la traducción de este marco común en instrumentos operativos, prioridades políticas y condiciones reales de despliegue sigue siendo desigual entre países y territorios.

Desde una perspectiva comparativa, el informe pone de manifiesto que las diferencias entre España, Francia y Portugal no deben interpretarse únicamente como divergencias regulatorias, sino también como expresiones de fortalezas complementarias. España aporta una elevada diversidad territorial y ejemplos contrastados de adaptación regional; Francia ofrece un marco jurídico y administrativo más consolidado, particularmente en la valorización agronómica y en la gobernanza del agua; y Portugal destaca por una formulación más explícita del vínculo entre economía circular, agua y nutrientes. A escala territorial, casos como Galicia, Castilla y León, Murcia, Nueva Aquitania y la Región Norte refuerzan la idea de que el espacio SUDOE constituye un laboratorio especialmente útil para identificar soluciones transferibles, adaptables y con potencial de cooperación transnacional.

Al mismo tiempo, el informe confirma que las principales limitaciones para el avance de la recuperación del fósforo no radican en la ausencia total de marcos regulatorios o de capacidades tecnológicas, sino en la persistencia de barreras que dificultan su articulación efectiva. Entre ellas destacan la incertidumbre sobre el encaje regulatorio de determinados productos con fósforo recuperado, la fragmentación competencial entre agua, residuos y agricultura, la complejidad administrativa, la insuficiente creación de demanda, la heterogeneidad de las matrices de entrada, las limitaciones en trazabilidad y disponibilidad de datos comparables, así como las resistencias sociales y agrarias asociadas al origen de determinados materiales. Estas barreras, además, no actúan de forma aislada, sino que se refuerzan mutuamente y condicionan la viabilidad del escalado técnico, económico e institucional de las soluciones de valorización.

A partir de este diagnóstico, el informe identifica una agenda de mejora que apunta con claridad a la necesidad de avanzar hacia marcos más claros, coordinados y operativos. Entre las prioridades señaladas destacan la clarificación de los itinerarios regulatorios para los productos recuperados, la simplificación administrativa para pilotos y escalado, el refuerzo de instrumentos de apoyo a la primera implantación y a la creación de demanda, una mejor integración de la recuperación de nutrientes en la PAC/PEPAC y en las políticas ambientales y de residuos, el fortalecimiento de la trazabilidad y de los sistemas de monitorización, y el desarrollo de estrategias de demostración, capacitación y comunicación orientadas a reforzar la confianza de administraciones, operadores y usuarios finales. En este sentido, el informe no se limita a identificar obstáculos, sino que ofrece una base estructurada para orientar la validación y priorización de actuaciones en las siguientes fases del proyecto.

En conjunto, los resultados obtenidos permiten concluir que el espacio SUDOE dispone de una base suficientemente sólida para avanzar hacia modelos más circulares, seguros y resilientes de gestión del fósforo, pero que dicho avance requerirá una mejor articulación entre regulación, mercado, planificación territorial, innovación y aceptación social. Desde esta perspectiva, el principal valor añadido de ENDORSE reside en su capacidad para transformar este diagnóstico comparativo en una agenda compartida y accionable, capaz de combinar una visión común para el espacio SUDOE con respuestas adaptadas a las especificidades de cada país y territorio. El presente entregable constituye, por tanto, un primer paso fundamental para estructurar esa agenda y para apoyar la transición desde la identificación de marcos y barreras hacia la definición de recomendaciones y actuaciones con potencial real de implementación.



**Interreg
Sudoe**



Co-funded by
the European Union

ENDORSE

www.interreg-sudoe.eu/proyecto-interreg/endorse