Marco regulatorio y gestión de residuos industriales líquidos (RILES)

Estudio del marco normativo en Chile, Unión Europea y Estados Unidos

Autor

Enrique Vivanco Font
Email: evivanco@bcn.cl
Tel.: (56) 32 226 3912

Nº SUP: 153001

Resumen

En Chile, la gestión de residuos industriales líquidos (RILES) se estructura sobre la Ley N° 19.300 y normas de emisión específicas como los D.S. N° 90 (descargas a aguas superficiales), N° 609 (alcantarillado), N° 46 (aguas subterráneas) y N° 148 (residuos peligrosos). Este marco regula límites de contaminantes, monitoreo y reporte, bajo la supervisión de organismos como el Ministerio del Medio Ambiente, la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), la Dirección General de Aguas (DGA) y la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). El incumplimiento puede generar sanciones administrativas de hasta 10.000 UTA, clausura de instalaciones o revocación de permisos, además de multas sanitarias (hasta 1.000 UTM) y responsabilidad penal en casos graves, conforme al Código Penal tras la Ley N° 21.595, que contempla penas de presidio, multas e inhabilitación, incluyendo responsabilidad de empresas.

En la Unión Europea, los RILES se regulan dentro de un enfoque integrado basado en directivas como la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE), la Directiva de Emisiones Industriales (2010/75/UE) y normas de calidad ambiental. Este sistema establece objetivos de “buen estado ecológico”, control de descargas mediante permisos, límites basados en Mejores Técnicas Disponibles (BAT) y monitoreo continuo. La regulación se complementa con instrumentos como REACH, que controla sustancias químicas, promoviendo un enfoque preventivo y de economía circular.

En Estados Unidos, la regulación se centra en la *Clean Water Act* (CWA) y la *Resource Conservation and Recovery Act* (RCRA). La CWA controla descargas mediante permisos NPDES y límites de efluentes por industria, mientras la RCRA regula residuos peligrosos bajo un enfoque “de la cuna a la tumba”. El sistema es federal pero descentralizado, con fuerte participación estatal, estándares tecnológicos (BAT) y énfasis en fiscalización, monitoreo y reutilización de aguas.

Introducción

El presente informe aborda los principales conceptos relacionados con las aguas residuales y los residuos industriales líquidos (RILES), su gestión y el marco regulatorio aplicable a su descarga en distintos cuerpos receptores, con especial énfasis en la normativa vigente en Chile y los instrumentos legales, regulatorios e institucionales. Asimismo, se muestra la experiencia internacional, particularmente en la Unión Europea y Estados Unidos.

La información utilizada para el desarrollo del informe proviene principalmente de fuentes oficiales, incluyendo la plataforma Ley Chile, normativa vigente, documentos de organismos internacionales y agencias regulatorias como la *Environmental Protection Agency* (EPA) y la Comisión Europea, además de publicaciones técnicas especializadas en la materia.

Marco regulatorio para riles

El **Ministerio del Medio Ambiente** (MMA) propone políticas ambientales, elabora normas de calidad y emisión, y administra el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) y la Ventanilla Única Ambiental. En riles, habilita plataformas como el RETC para reportes de autocontroles y coordina con SMA y DIRECTEMAR la fiscalización de normas como DS 90/2000.

En Chile, la autorización, control y fiscalización de las descargas de residuos líquidos a cuerpos de agua y sistemas de alcantarillado corresponde principalmente a la **Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS),** la cual además supervisa a las empresas sanitarias que prestan servicios de agua potable y saneamiento.

Los proyectos asociados a plantas de tratamiento de residuos líquidos deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), conforme a la Ley Nº 19.300, generalmente mediante un Estudio de Impacto Ambiental o una Declaración de Impacto Ambiental, según corresponda. En este proceso, la SISS y otros organismos sectoriales emiten pronunciamientos técnicos dentro de sus respectivas competencias.

Este marco se complementa con normas de emisión que establecen límites máximos permisibles de contaminantes en los efluentes, dependiendo del tipo de descarga, ya sea a aguas marinas y continentales superficiales (D.S. Nº 90/2001), a sistemas de alcantarillado (D.S. Nº 609/1998) o a aguas subterráneas mediante infiltración (D.S. Nº 46/2003). Estas normas constituyen instrumentos clave para prevenir y controlar la contaminación hídrica.

La **fiscalización y control de la calidad de las aguas** involucra a diversas instituciones con competencias específicas, entre ellas la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), la Dirección General de Aguas (DGA), la SISS, los Servicios de Salud, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y las municipalidades. La coordinación entre estos organismos es liderada por la autoridad ambiental, a fin de asegurar una gestión integrada del recurso hídrico.

1. D.S. N° 609 Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado

En este marco, el D.S. N° 609 del Ministerio de Obras Públicas (1998), que establece la Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado[1], constituye uno de los principales instrumentos para el control de RILES de origen industrial. Esta norma fue posteriormente modificada por el D.S. N° 3.592 (2000) y el D.S. N° 601 (2004), con el fin de perfeccionar sus disposiciones y adecuarlas a los requerimientos de protección ambiental.

Su objetivo es:

> … mejorar la calidad ambiental de las aguas servidas que los servicios públicos de disposición de éstas vierten a los cuerpos de agua terrestres o marítimos mediante el control de los contaminantes líquidos de origen industrial, que se descargan en los alcantarillados. Con lo anterior se logra que los servicios públicos de disposición de aguas servidas dispongan aguas residuales con un bajo nivel de contaminación, protegiendo así los cuerpos de agua receptores. Corresponderá a la norma que regula las descargas de residuos líquidos a las aguas superficiales determinar la calidad del efluente del servicio público de disposición de aguas servidas.

La norma establece límites máximos permisibles para una amplia gama de parámetros físico-químicos, aplicables a descargas hacia redes con o sin tratamiento, e incorpora exigencias específicas según el tipo de actividad productiva. Asimismo, define procedimientos de control, condiciones de muestreo, criterios de cumplimiento y métodos analíticos, junto con las responsabilidades de fiscalización de los organismos competentes, particularmente la SISS. Este instrumento obliga a los establecimientos industriales a implementar medidas de pretratamiento cuando corresponda, asegurando que sus descargas cumplan con los estándares exigidos antes de su ingreso al sistema de alcantarillado.

2. D.S. N° 90 Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales

El D.S. N° 90 de 2001 establece la norma de emisión para las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales[2], constituyendo el principal instrumento normativo para el control de descargas directas a ríos, lagos y al mar. Tiene el objetivo:

> … de protección ambiental prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales de la República, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a estos cuerpos receptores.
>
> Con lo anterior, se logra mejorar sustancialmente la calidad ambiental de las aguas, de manera que éstas mantengan o alcancen la condición de ambientes libres de contaminación, de conformidad con la Constitución y las Leyes de la República.

Esta normativa establece límites máximos permisibles para diversos parámetros físicos, químicos y microbiológicos, los cuales dependen del tipo de cuerpo receptor y del lugar donde se realiza la

[1] DS N° 609/1998. Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado.
[2] D.S. N°90/2001. Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.

descarga. Asimismo, define las condiciones de monitoreo, la frecuencia de muestreo, los métodos de análisis, los criterios de cumplimiento y las obligaciones de reporte por parte de los titulares de las descargas, permitiendo el control y la fiscalización de los efluentes descargados al medio ambiente.

El cumplimiento de esta norma es fiscalizado principalmente por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), mientras que en el ámbito marítimo también participa la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR). Esta norma obliga a los emisores a implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales cuando sea necesario para cumplir con los límites establecidos, constituyendo uno de los instrumentos más relevantes para la protección de la calidad de las aguas superficiales en Chile.

3. **D.S. N° 46 Norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas**

El D.S. N° 46 de 2003 establece la norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas subterráneas[3], principalmente mediante infiltración al suelo a través de zanjas de infiltración, drenes, pozos u otros sistemas de disposición. Su objetivo es proteger la calidad de las aguas subterráneas, evitando su contaminación y resguardando su uso como fuente de abastecimiento de agua potable, riego y otros usos productivos.

La norma fija límites máximos permisibles para diversos parámetros físico-químicos, estableciendo condiciones que deben cumplirse antes de infiltrar residuos líquidos al suelo. Asimismo, regula los sistemas de monitoreo, la instalación de pozos de observación, la frecuencia de muestreo, los métodos de análisis y los criterios de cumplimiento de la norma.

El cumplimiento de esta normativa es fiscalizado por la Superintendencia del Medio Ambiente, en coordinación con la Dirección General de Aguas (DGA), dado que este organismo es el encargado de la administración y protección de los recursos hídricos subterráneos. Esta norma es especialmente relevante para proyectos que no descargan a cuerpos de agua superficiales ni a alcantarillado, sino que disponen sus efluentes mediante infiltración controlada al terreno.

4. **D.S. N° 148/2003 regula el manejo de residuos peligrosos[4]**

Complementariamente, el D.S. N° 148/2003 regula el manejo de residuos peligrosos, incluyendo aquellos residuos industriales líquidos (RILES) que, por sus características de toxicidad, inflamabilidad, corrosividad o reactividad, son clasificados como peligrosos. En estos casos, el reglamento establece un control estricto sobre todo el ciclo de vida del residuo, desde su generación hasta su disposición final, exigiendo a los generadores identificar y clasificar adecuadamente sus efluentes cuando estos no pueden ser descargados directamente y deben ser gestionados como residuos peligrosos.

En la práctica, esto implica que ciertos RILES —por ejemplo, efluentes con altos contenidos de metales pesados provenientes de procesos mineros o galvanizados, residuos líquidos con solventes orgánicos de la industria química, o aceites y emulsiones contaminadas generadas en talleres industriales— deben ser almacenados en condiciones seguras, transportados por gestores autorizados y tratados en instalaciones aprobadas, utilizando sistemas de manifiesto que aseguren su trazabilidad. De esta forma,

[3] D.S. N° 46/2003. Establece norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas.
[4] D.S. N° 148/2003. Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos.

el reglamento complementa las normas de emisión, abordando aquellos casos en que los RILES no pueden ser vertidos al medio ambiente o al alcantarillado sin un tratamiento previo especializado, reforzando la protección de la salud y del entorno.

La Tabla 1 resume como se regula RILES en Chile mediante normas sectoriales centralizadas (Ley 19.300, DS 90/609/46/148), priorizando límites por receptor y fiscalización SMA/SISS vía SINIA/RETC. Destaca trazabilidad residuos peligrosos y SEIA obligatoria, pero carece de ELG unificadas por industria; impulsa reutilización minera/agropecuaria.

Tabla 1. Cuadro comparativo: marco regulatorio de RILES en Chile

Normativa	Enfoque en RILES	Organismos fiscalizadores	Relación/Complementariedad
Ley Nº 19.300 (1994)	Define normas ambientales (primaria: salud nacional; secundaria: ambiente nacional/local; emisión: contaminantes fuentes puntuales). SEIA (EIA/DIA) para plantas tratamiento.	MMA, SMA, DGA.	Base marco; integra SINIA, RETC; coordina DS emisión.
DS Nº 609/1998 (mod. 2000/2004)	Descargas RILES a alcantarillado; control contaminantes industriales pre- plantas de tratamiento de aguas residuales.	SISS (principal), empresas sanitarias.	Protege receptores (DS 90); obliga autocontroles RETC
DS Nº 90/2001	Descargas directas a aguas marinas/continentales superficiales.	SMA, DIRECTEMAR (mar); DGA.	Mejora calidad ambiental; fiscaliza vía SINIA.
DS Nº 46/2003	Descargas/infiltración a aguas subterráneas (zanjas, pozos).	SMA, DGA (acuíferos).	Protege potable/riego; monitoreo tendencias
DS Nº 148/2003	RILES como residuos peligrosos (tóxicos, inflamables); ciclo completo (generación-disposición).	MMA, SISS, Seremi Salud.	Complementa normas emisión para no descargables; análoga RCRA

Fuente: elaboración propia basada en las fuentes citadas.

Régimen sancionatorio para vertimiento ilegal de RILES

1. **Superintendencia del Medio Ambiente (SMA)**: El vertimiento ilegal de RILES se sanciona principalmente vía administrativa por la SMA, bajo la Ley N° 20.417[5] (LOSMA, 2010), se establece:

- Artículo 35: Define las infracciones (leves, graves y gravísimas), incluyendo el incumplimiento de normas de emisión como las que regulan descargas de RILES (por ejemplo, D.S. N°90 o D.S. N°46).
- Artículo 36: Clasifica las infracciones según su gravedad.
- Artículo 38: Establece las sanciones aplicables.

El artículo 17, que clasifica infracciones como leves (hasta 1.000 UTA), graves (1.001-5.000 UTA) y gravísimas (5.001-10.000 UTA). Además de multas, la SMA puede aplicar:

- Clausura temporal o definitiva
- Revocación de la Resolución de Calificación Ambiental (RCA)

1. **Código Sanitario (DFL N°725)[6]:** Aplica cuando el vertimiento implica riesgo para la salud pública:

- Artículo 73: Prohíbe descargar sustancias contaminantes sin tratamiento adecuado.
- Artículo 174 y siguientes: Regulan sanciones.

Multas:

Desde 0,1 a 1.000 UTM, aproximadamente

Además, la autoridad sanitaria (SEREMI de Salud) puede:

- Paralizar actividades
- Clausurar instalaciones

2. **RILES: Ley de Pesca y Acuicultura (Ley N°18.892)[7]**: En acuicultura, los D.S. N° 319[8] y N° 320[9] establecen obligaciones preventivas, sanitarias y operacionales aplicables a la actividad acuícola, orientadas a evitar impactos ambientales y riesgos para los recursos hidrobiológicos. En este contexto, su incumplimiento puede dar lugar a infracciones administrativas, fiscalizadas por los organismos competentes, y además constituir un antecedente relevante cuando dichas conductas derivan en la generación de descargas contaminantes o efectos adversos sobre el medio acuático.

[5] Ley N° 20.417(2010). Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente.
[6] DFL N°725/1968. Código sanitario.
[7] Decreto 430/1992. Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley N°18.892, de 1989 y sus modificaciones, Ley general de pesca y acuicultura.
[8] D.S.N°319/2002. Aprueba reglamento de medidas de protección, control y erradicación de enfermedades de alto riesgo para las especies hidrobiológicas. Deroga Decreto N°162, de 1985.
[9] D.S. N°320/2022. Reglamento ambiental para la acuicultura.

Estos reglamentos actúan como normativa habilitante e infraccional, definiendo los estándares que deben cumplir los titulares de proyectos acuícolas. En cambio, el artículo 136° de la Ley de Pesca y Acuicultura opera como una norma de cierre sancionatoria penal, que se activa cuando el incumplimiento de dichas obligaciones se traduce en un daño efectivo a los recursos hidrobiológicos, permitiendo así perseguir responsabilidades penales además de las administrativas.

Si el vertimiento afecta recursos hidrobiológicos:

Artículo 136: Prohíbe introducir contaminantes en cuerpos de agua:

> …El que sin autorización, o contraviniendo sus condiciones o infringiendo la normativa aplicable introdujere o mandare introducir en el mar, ríos, lagos o cualquier otro cuerpo de agua, **agentes contaminantes químicos, biológicos o físicos que causen daño a los recursos hidrobiológicos, será sancionado con presidio menor en su grado medio a máximo y multa de 100 a 10.000 unidades tributarias mensuales**, sin perjuicio de las sanciones administrativas correspondientes.
>
> El que **por imprudencia o mera negligencia** ejecutare las conductas descritas en el inciso anterior **será sancionado con presidio menor en su grado mínimo y multa de 50 a 5.000 unidades tributarias mensuales,** sin perjuicio de las sanciones administrativas correspondientes.

3. **Código Penal:** Ley N°21.595 (2023), sobre delitos económicos y atentados contra el medio ambiente[10]: La Ley N°21.595 que incorpora y sistematiza los llamados delitos ambientales en el Código Penal. La Ley introduce figuras que sancionan conductas como:

- **Contaminación de aguas** (superficiales o subterráneas) mediante la descarga de sustancias peligrosas o contaminantes (como RILES), especialmente cuando:

✓ Se infringen normas de emisión (D.S. N°90 o N°46)
✓ Se actúa sin autorización
✓ Se oculta información o se eluden controles

- **Daño ambiental significativo**, entendido como una afectación relevante, medible y no meramente trivial al ecosistema (por ejemplo: mortandad de fauna, contaminación persistente de acuíferos, inutilización de una fuente de agua).

Resumiendo, el Código Penal chileno, tras la Ley N°21.595, permite sancionar el vertimiento ilegal de RILES cuando existe daño ambiental significativo o riesgo grave, con penas que pueden incluir cárcel efectiva, multas elevadas e inhabilitación, además de extender la responsabilidad a las empresas. Esto marca un cambio importante: el incumplimiento ambiental deja de ser solo una falta administrativa y pasa a tener consecuencias penales reales.

Experiencia internacional en gestión de RILES: Unión Europea y Estados Unidos

[10] Ley N°21.595 (2023). Ley de delitos económicos.

El análisis abarca el marco de la Unión Europea (en particular, la Directiva (UE) 2024/1203), el régimen federal de los Estados Unidos basado en la RCRA de 1976, el Convenio de Basilea como referente internacional y experiencias comparadas de jurisdicciones relevantes.

1. Unión Europea (UE)

En la UE los RILES no se regulan como una categoría autónoma con esa denominación, sino como "aguas residuales industriales" o "descargas de contaminantes", dentro de un sistema normativo integrado. Este sistema combina varias directivas que operan de forma complementaria, coordinadas por la Comisión Europea y transpuestas a la legislación nacional de los Estados miembros. A continuación las principales directivas:

1. Directiva Marco del Agua (DMA) 2000/60/CE[11]: Esta directiva constituye el pilar del régimen europeo, al fijar como objetivo (Artículo 4°) alcanzar el "buen estado ecológico" de las aguas superficiales y subterráneas a más tardar en 2027. Para ello, obliga (Artículo 11°) a los Estados miembros a implementar planes de gestión por cuencas hidrográficas, en los que se regulan las descargas industriales mediante límites de emisión y medidas preventivas (Artículo 10°) , prohibiendo aquellas que puedan deteriorar el equilibrio ecológico y exigiendo la evaluación de las fuentes puntuales de contaminación.

2. Directiva 91/271/CEE sobre Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas[12]: Se enfoca principalmente en aguas residuales urbanas, pero impacta indirectamente los RILES al regular vertidos a sistemas de alcantarillado público. Clasifica los centros urbanos por tamaño y exige tratamiento secundario (reducción de DBO y sólidos suspendidos) previo a la descarga en los cuerpos receptores. Para RILES industriales (Artículo 11°), impone límites estrictos en pretatamientos antes de conectar a redes colectoras, evitando sobrecargas en plantas municipales.

3. Directiva de normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas 2008/105/CE[13]: Complementa la DMA al fijar listas de sustancias prioritarias (como metales pesados, hidrocarburos y compuestos orgánicos persistentes) con valores límite ambientales (EQS) en aguas superficiales. Regula descargas industriales mediante monitoreo continuo y planes de reducción, con énfasis en prevención de bioacumulación en cadenas tróficas.

4. Directiva de Emisiones Industriales (IED) 2010/75/UE[14]: Integra el control de emisiones industriales en un enfoque "de cuna a tumba", cubriendo sectores como química, minería y metalurgia. Exige autorizaciones integradas que limiten emisiones a agua, aire y suelo, basadas

[11] Directiva Marco del Agua (DMA) 2000/60/CE. Del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
[12] Directiva 91/271/CEE. Sobre Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas.
[13] Directiva de Sustancias Químicas Peligrosas en el Agua 2008/105/CE. Del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, por la que se modifican y derogan ulteriormente las Directivas 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE y 86/280/CEE del Consejo, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE.
[14] Directiva de Emisiones Industriales (IED) 2010/75/UE. Del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de noviembre de 2010 sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación) (versión refundida).

en las Mejores Técnicas Disponibles (MTD/BAT). Para RILES, define parámetros como pH, temperatura, nutrientes y contaminantes específicos por sector.

Otras normativas relevantes:

1. Reglamento REACH (CE) 1907/2006[15]: Este reglamento, vigente desde junio de 2007, establece un sistema integrado de registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias químicas (REACH, por sus siglas en inglés) para garantizar su uso seguro en la fabricación, comercialización e importación en volúmenes superiores a 1 tonelada anual. Aunque no regula directamente las descargas de aguas residuales, impacta indirectamente en la gestión de RILES industriales al exigir a los fabricantes y usuarios *downstream* que identifiquen riesgos ambientales, incluyendo liberación de sustancias a cuerpos de agua, y adopten medidas de control como fichas de datos de seguridad (FDS) con secciones específicas sobre manejo de vertidos[16].

2. Directiva 2006/118/CE (Aguas Subterráneas)[17]: complementa la DMA al establecer criterios específicos para prevenir y controlar la contaminación y el deterioro de las aguas subterráneas, protegiendo tanto su estado químico como cuantitativo para lograr el "buen estado" en todas las masas de agua subterránea. Obliga a los Estados miembros a identificar masas de agua subterránea en riesgo, fijar valores umbral para contaminantes clave como nitratos, pesticidas y compuestos sintéticos (basados en la Directiva 80/68/CEE derogada), y aplicar programas de medidas preventivas, incluyendo el cierre de fuentes de contaminación puntuales como descargas industriales de RILES que puedan filtrarse hacia acuíferos. En el contexto de RILES, exige monitoreo de tendencias de contaminantes, planes de inversión para revertir deterioros y prohibición de nuevas entradas significativas de sustancias peligrosas, con informes periódicos a la Comisión Europea.

La Tabla 2 refleja un sistema interconectado, en el que las directivas establecen objetivos y orientan las medidas a nivel nacional, mientras el Reglamento REACH aporta información vinculante para identificar los riesgos químicos presentes en los RILES. En este esquema, la Directiva Marco del Agua funciona como eje articulador, garantizando coherencia en la gestión y avanzando hacia un modelo de economía circular.

Tabla 2. Cuadro comparativo: relación entre Directivas y Reglamentos UE en gestión de RILES.

Normativa	Enfoque en RILES	Relación con otras normas
Directiva Marco del Agua (DMA) 2000/60/CE	Objetivo "buen estado ecológico" de aguas; regula descargas industriales vía planes de cuenca y límites de emisión.	Integrador: coordina con IED (autorizaciones), 91/271 (vertidos a alcantarillado), 2006/118 (subterráneas) y 2008/105 (sustancias prioritarias)

[15] Reglamento REACH (CE) 1907/2006.
[16] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, España. (s.f.). Reglamento REACH.
[17] Directiva 2006/118/CE. Del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de diciembre de 2006 relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.

Directiva 91/271/CEE (Aguas Residuales Urbanas)	Pre tratamiento de RILES antes de ingresar al alcantarillado público; límites DBO, sólidos y nutrientes.	Complementa DMA limitando sobrecargas en plantas municipales; se integra con IED para sectores industriales equivalentes
Directiva 2008/105/CE (Sustancias Químicas Peligrosas)	Valores límite (EQS) para contaminantes en aguas superficiales de RILES (metales, orgánicos persistentes).	Aporta a DMA con listas de sustancias; usa datos de REACH para monitoreo y reducción.
Directiva IED 2010/75/UE (Emisiones Industriales)	Autorizaciones "de cuna a tumba" con BAT para emisiones de RILES en sectores clave (química, minería).	Integra DMA, 91/271 y 2006/118 en permisos unificados; referencia sustancias REACH.
Directiva 2006/118/CE (Aguas Subterráneas)	Criterios "buen estado químico/cuantitativo"; prohíbe filtraciones de RILES con nitratos/pesticidas.	Complementa DMA para acuíferos; se alinea con REACH (datos toxicológicos) e IED (control fuentes puntuales)
Reglamento REACH (CE) 1907/2006	Registro/evaluación sustancias químicas; riesgos en descargas (toxicidad acuática).	Proveedor transversal de datos para todas las directivas (EQS, BAT); directamente aplicable, obliga FDS con manejo vertidos

Fuente: elaboración propia basada en las fuentes citadas.

2. Estados Unidos de Norteamérica (EEUU)

La regulación de RILES se estructura a partir de un enfoque dual que distingue entre descargas a cuerpos de agua y gestión de residuos peligrosos, articulado principalmente en torno a la *Clean Water Act* (CWA 1972) y la *Resource Conservation and Recovery Act* (RCRA 1976). Este sistema federal, administrado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA), se complementa con permisos estatales y delega autoridad a los estados para su implementación, promoviendo tecnologías de punta (BAT/BCT) y límites de efluentes específicos por industria.

1. Clean Water Act[18]: La CWA es el pilar para controlar descargas puntuales de RILES a "aguas de los Estados Unidos" (ríos, lagos, estuarios, océanos). El Programa Nacional de Licencias de Descarga de Contaminantes (NPDES, *National Pollutant Discharge Elimination System*[19]) exige permisos individuales o generales con límites diarios/mensuales para parámetros como DBO, TSS, pH, metales pesados, nutrientes y toxinas específicas, basados en Effluent Limitations Guidelines (ELG) por sector (ej. minería, petroquímica, alimentos). Prohíbe descargas sin permiso y fomenta reutilización vía pretreatment standards para RILES a alcantarillados públicos (40 CFR 403), con fiscalización por monitoreo, reportes DMR y multas civiles/penales.

Secciones relevante de CWA:

[18] U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (s.f.). *Summary of the Clean Water Act*.
[19] U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (s.f.). *National Pollutant Discharge Elimination System* (NPDES).

- Sección 301 (*Effluent Limitations,* en español limitación de efluentes): Prohíbe descargas sin autorización y establece límites de emisión basados en tecnología. El centro del control de RILES descargados directamente.
- Sección 304 (*Water Quality Criteria,* en español Criterios de calidad del agua): Define criterios de calidad del agua que sirven de base para fijar límites más estrictos si es necesario.
- Sección 306 (New *Source Performance Standards,* en español Nuevos estándares de rendimiento para fuentes): Establece estándares más exigentes para nuevas instalaciones industriales.
- Sección 307 (*Toxic and Pretreatment Standards*, en español estándares de toxicidad y pretratamiento): Regula sustancias tóxicas, y fija requisitos de pretratamiento para descargas a sistemas de alcantarillado (POTWs).
- Sección 402 (*NPDES Permits*, en español Permisos): Formaliza el sistema de permisos, incluyendo monitoreo, reporte y fiscalización.

2. Resource Conservation and Recovery Act[20]: La RCRA regula RILES como "residuos peligrosos" (característicos: ignitabilidad, corrosividad, reactividad, toxicidad TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*, en español Procedimiento de Lixiviación de Características Tóxicas) si no se descargan directamente, cubriendo tratamiento, almacenamiento y disposición (TSDF). Exige la elaboración de manifiestos de cuna a tumba, planes de contingencia y protocolos de cierre de instalaciones, integrándose con la CWA para el manejo de lodos provenientes del tratamiento de RILES clasificados como K-wastes (por ejemplo, K010-K052). Promueve la jerarquía de gestión de residuos, priorizando reducción y reciclaje, e implementa restricciones de vertedero (LDR) que requieren tratamiento previo a la disposición final.

Otras regulaciones

1. Toxic Substances Control Act (TSCA, 1976)[21]: Ambas leyes (CWA y RCRA) se articulan de manera complementaria con la TSCA, que regula tanto sustancias químicas nuevas como existentes presentes en los RILES. Esta normativa exige la notificación previa a la fabricación de ciertos compuestos y establece restricciones para nuevos usos cuando existe riesgo de liberación tóxica al agua, generando información clave que permite definir límites de descarga bajo la CWA y clasificar residuos peligrosos en el marco de la RCRA.
2. Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA o Superfund, 1980)[22]: Asimismo, se vinculan con la CERCLA o Superfund, enfocada a la remediación de sitios contaminados por descargas históricas. A través de este instrumento, la EPA identifica áreas con contaminación persistente —como aquellas afectadas por metales pesados o compuestos orgánicos volátiles provenientes de efluentes industriales— y coordina su limpieza mediante fondos especiales, estableciendo además la responsabilidad de los actores involucrados para la recuperación de suelos y acuíferos impactados.

[20] U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (s.f.). *Summary of the Resource Conservation and Recovery Act*.
[21] U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (s.f.). *Summary of the Toxic Substances Control Act*.
[22] U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (s.f.). *Summary of the Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act* (CERCLA).

3. La Política de Aguas Residuales de la EPA (2020, actualizada en 2025)[23][24]: Esta política se orienta a reducir la contaminación en origen, mejorar la eficiencia en el uso del agua y fomentar la reutilización de efluentes tratados, incorporando principios de economía circular. En este contexto, se busca no solo cumplir con estándares de descarga, sino también valorizar los RILES como un recurso, promoviendo su uso en actividades como riego, procesos industriales y recarga de acuíferos, siempre bajo condiciones que resguarden la salud pública y el medio ambiente.

   Asimismo, este enfoque impulsa la innovación tecnológica, la optimización de los sistemas de tratamiento y la incorporación de criterios más exigentes frente a contaminantes emergentes, fortaleciendo la gestión integrada del recurso hídrico. En este marco, las Directrices de Efluentes (en inglés, *Effluent Guidelines*) cumplen un rol clave como instrumento regulatorio, ya que establecen límites específicos de descarga por sector industrial, permitiendo materializar los objetivos de esta política mediante estándares concretos, medibles y fiscalizables para el control de los RILES.

4. Directrices de Efluentes EPA[25]
   En línea con este marco normativo, las *Effluent Guidelines* (desarrolladas desde la década de 1970 en el contexto de la CWA) no solo establecen límites de descarga para contaminantes en RILES, sino que también han evolucionado hacia un enfoque más integral de gestión. En concordancia con ello, la Política de Aguas Residuales de la EPA promueve un modelo más sostenible, orientado a la economía circular y a la valorización de los efluentes tratados, incentivando su reutilización y la mejora continua de los estándares técnicos.

   En este contexto, regulaciones específicas como la 40 CFR 435 para la industria de petróleo y gas —incluyendo operaciones de fracturamiento hidráulico— incorporan exigencias para la reducción de sólidos disueltos totales (TDS) y fomentan la reutilización de efluentes dentro de los propios procesos productivos. Asimismo, se han desarrollado lineamientos que permiten el uso de aguas residuales tratadas en actividades como la agricultura, siempre que cumplan con estándares sanitarios y de calidad relacionados con patógenos y nutrientes, reforzando la protección de la salud y del medio ambiente.

Aplicación a los Estados

La implementación de esta normativa es de carácter descentralizado, ya que los estados pueden asumir la autoridad regulatoria (*primacy*)[26] en el marco de la CWA (a través del sistema NPDES) o de la RCRA. En la práctica, esto se traduce en que cerca de 45 estados administran sus propios programas

[23] N. de A. Cabe señalar que no existe una normativa específica denominada “Política de Aguas Residuales de la EPA” como instrumento único y formal. Este concepto se utiliza para referirse de manera general a un conjunto de lineamientos, estrategias y programas impulsados por la EPA en materia de gestión de aguas residuales. Por ello, su respaldo corresponde a documentos o páginas oficiales que abordan aspectos específicos, como la reutilización del agua, la gestión de efluentes y la sostenibilidad hídrica.
[24] U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (s.f.). Water reuse and recycling.
[25] U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (s.f.). Effluent guidelines.
[26] N. de A. es la facultad que tiene un estado, previa autorización de la EPA, para implementar y hacer cumplir directamente programas regulatorios ambientales a nivel local, en reemplazo de la autoridad federal. Esto implica que el estado administra, fiscaliza y otorga permisos conforme a los estándares establecidos por la normativa federal, pudiendo incluso adoptar requisitos más estrictos según su contexto.

autorizados de permisos de descarga, adaptando los estándares a sus realidades locales. Por ejemplo, Texas, a través de la TCEQ (*Texas Commission on Environmental Quality,* en español, Comisión de Calidad Ambiental de Texas), ha establecido exigencias más estrictas para la industria petroquímica[27].

Igualmente, cada estado desarrolla *Total Maximum Daily Loads* (TMDL, en español Carga Máxima Diaria Total) para cuencas hídricas consideradas críticas, lo que permite integrar límites específicos de descarga de RILES en los permisos otorgados. En el caso de California, la gestión recae en la *State Water Resources Control Board*[28] (en español, Junta Estatal de Control de Recursos Hídricos) y en nueve *Regional Water Quality Control Boards* (en español, Juntas Regionales de Control de la Calidad del Agua) que aplican estándares particularmente rigurosos bajo la *Porter-Cologne Water Quality Control Act* (1969) (en español, Ley Porter-Cologne de Control de la Calidad del Agua)[29]. Esto incluye medidas como restricciones de descarga total *(zero discharge*) en ciertas zonas, como el Valle Central, especialmente para actividades agrícolas y de fracturamiento hidráulico.

La Tabla 3 resume el enfoque dual federal-descentralizado, con CWA/RCRA como ejes y sinergias para innovación circular. Estados/ciudades endurecen vía *primacy* y ordenanzas.

Tabla 3. Cuadro comparativo: marco regulatorio de RILES en Estados Unidos.

Normativa	Enfoque en RILES	Relación con otras normas	Nivel de aplicación
Clean Water Act (CWA, 1972)	Control de descargas puntuales a "aguas de EE.UU." (ríos, lagos, océanos); NPDES con límites diarios/mensuales (DBO, TSS, pH, metales, nutrientes). Promueve pretratamiento (40 CFR 403) y BAT/BCT	Integra RCRA (lodos K-wastes), TSCA (datos químicos para ELG), CERCLA (remediación sitios). Base para Effluent Guidelines (ELG) por sector	Federal (EPA); 45 estados con primacy (ej. Texas TCEQ)
Resource Conservation and Recovery Act (RCRA, 1976)	Regula RILES concentrados/lodos como residuos peligrosos (ignitable, corrosive, reactive, TCLP tóxicos); TSDF, manifiestos "cuna a tumba", LDR	Vinculada a CWA (exclusión DSE para descargas diluidas); TSCA (clasificación sustancias); CERCLA (disposiciones finales)	Federal (EPA); estados autorizados para permisos industriales/hazardous
Toxic Substances Control Act (TSCA, 1976)	Sustancias químicas en RILES; PMN/SNUR para nuevos compuestos con riesgo acuático.	Datos para ELG/CWA y RCRA; informa límites contaminantes	Federal directo (EPA).

[27] Texas Commission on Environmental Quality (TCEQ). (s.f.). *Industrial and hazardous waste permits*.
[28] California State Water Resources Control Board (SWRCB). (s.f.). About the State Water Board.
[29] California Legislative Information. (1969). *Porter-Cologne Water Quality Control Act*.

CERCLA (Superfund, 1980)	Remediación sitios contaminados por RILES históricos (metales, VOCs).	Coordina con CWA/RCRA para limpiezas post-descargas	Federal (EPA); estados cooperan en NPL sites.
Política Aguas Residuales EPA (2020, actual. 2025) & ELG	Economía circular: reutilización (fracking 90% TDS bajo 40 CFR 435; riego agricultura).	Actualiza CWA/RCRA hacia "cero vertido"; integra TSCA datos	Federal guías; estados adaptan TMDL
Aplicación Estatales	Descentralizada: TMDL cuencas críticas; primacy NPDES/RCRA.	Alineados a federal; estándares locales más rigurosos	Estatales (*primacy*).
Normativa Ciudades	Pretreatment locales en POTWs; ordenanzas para RILES a alcantarillados.	Bajo CWA §307/402; TMDL urbanos.	Municipal (POTWs locales).

Fuente: elaboración propia basada en las fuentes citadas.

Referencias

1. California Legislative Information. (1969). Porter-Cologne Water Quality Control Act. Disponible en: https://leginfo.legislature.ca.gov (abril 2026).

2. California State Water Resources Control Board (SWRCB). (s.f.). About the State Water Board. Disponible en: https://www.waterboards.ca.gov/about_us/ (abril 2026).

3. D.S. N° 148/2003. Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos. Ministerio de Salud. Disponible en: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=226458 (abril 2026).

4. D.S. N° 46/2003. Establece norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Disponible en: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=206883 (abril 2026).

5. D.S. N°320/2022. Reglamento ambiental para la acuicultura. Ministerio de Economía; Fomento y Reconstrucción; Subsecretaría de Pesca. Disponible en: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=192512 (abril 2026).

6. D.S. N°90/2001. Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Disponible en: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=182637 (abril 2026).

7. D.S.N°319/2002. Aprueba reglamento de medidas de protección, control y erradicación de enfermedades de alto riesgo para las especies hidrobiológicas. Deroga Decreto N°162, de 1985. Ministerio de Economía; Fomento y Reconstrucción; Subsecretaría de Pesca. Disponible en: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=194194 (abril 2026).

8. Decreto 430/1992. Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley N°18.892, de 1989 y sus modificaciones, Ley general de pesca y acuicultura. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Disponible en: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=13315 (abril 2026).

9. DFL N°725/1968. Código sanitario. Ministerio de Salud Pública. Disponible en: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=5595 (abril 2026).

10. Directiva 2006/118/CE. Del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de diciembre de 2006 relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro. Disponible en: https://www.boe.es/doue/2006/372/L00019-00031.pdf (abril 2026).

11. Directiva 91/271/CEE. Sobre Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas. Disponible en: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1991/271/oj/eng (abril 2026).

12. Directiva de Emisiones Industriales (IED) 2010/75/UE. Del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de noviembre de 2010 sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación) (versión refundida). Disponible en: https://www.boe.es/doue/2010/334/L00017-00119.pdf (abril 2026).

13. Directiva de Sustancias Químicas Peligrosas en el Agua 2008/105/CE. Del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, por la que se modifican y derogan ulteriormente las Directivas 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE y 86/280/CEE del Consejo, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE. Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2008-82606 (abril 2026).

14. Directiva Marco del Agua (DMA) 2000/60/CE. Del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la

política de aguas. Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2000-82524 (abril 2026).

15. DS N° 609/1998. Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado. Ministerio de Obras Públicas. Disponible en: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=121486 (abril 2026).

16. Ley N° 20.417(2010). Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Disponible en: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1010459 (abril 2026).

17. Ley N°21.595 (2023). Ley de delitos económicos. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. Disponible en: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1195119 (abril 2026).

18. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, España. (s.f.). Reglamento REACH. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/reglamento-reach.html (abril 2026).

19. Reglamento REACH (CE) 1907/2006. Disponible en: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32006R1907&qid=1604582377617 (abril 2026).

20. Texas Commission on Environmental Quality (TCEQ). (s.f.). Industrial and hazardous waste permits. Disponible en: https://www.tceq.texas.gov/permitting/waste_permits (abril 2026).

21. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (s.f.). Effluent guidelines. Disponible en: https://www.epa.gov/eg (abril 2026).

22. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (s.f.). National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES). Disponible en: https://www.epa.gov/npdes (abril 2026).
23. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (s.f.). Summary of the Clean Water Act. Disponible en: https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-clean-water-act (abril 2026).

24. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (s.f.). Summary of the Resource Conservation and Recovery Act. Disponible en: https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-resource-conservation-and-recovery-act (abril 2026).

25. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (s.f.). Summary of the Toxic Substances Control Act. Disponible en: https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-toxic-substances-control-act (abril 2026).

26. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (s.f.). Summary of the Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA). Disponible en: https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-comprehensive-environmental-response-compensation-and-liability-act (abril 2026).

27. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (s.f.). Water reuse and recycling. Disponible en: https://www.epa.gov/waterreuse (abril 2026).