



Asesoría política y técnica sobre los usos benéficos de los sedimentos marinos dragados en Colombia, incluyendo soluciones basadas en la naturaleza

Información, experiencias y lecciones aprendidas en la concesión de licencias, la operación, el seguimiento y control de las actividades de dragado marítimo en los Países Bajos, así como en la determinación de los requisitos para aprobar en este país los usos de los sedimentos marinos dragados

23 de enero 2026

Foto: Christiaan van Velzen

Contacto

PARTNERS FOR WATER

info@partnersforwater.nl

www.partnersforwater.nl

Netherlands Enterprise
Agency (RVO).
PO Box 93144, 2509 AC
The Hague

El proyecto “Asesoramiento político y técnico sobre los usos benéficos de los sedimentos marinos dragados en Colombia, incluidas las soluciones basadas en la naturaleza” forma parte de la colaboración entre el Gobierno de los Países Bajos, a través del programa Partners for Water, y el Ministerio de Ambiente de Colombia, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Ministerio de Transporte. El proyecto fue ejecutado por un consorcio conformado por Arcadis, la Fundación Herencia Ambiental Caribe, JESyCA y Netics, en conjunto con entidades gubernamentales tanto de Colombia como de los Países Bajos.

Contenido

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | Introducción | 6 |
| 1.1 | Antecedentes | 6 |
| 1.2 | Objetivos y resultados del proyecto | 6 |
| 1.3 | Estructura de este entregable | 7 |
| 2 | Estructura de gobernanza de los Países Bajos para las concesiones, la planificación, la concesión de licencias ambientales y la operación de las actividades de dragado marítimo | 8 |
| 2.1 | Instituciones - Responsabilidades (procesos) - Normativa (marco jurídico) | 9 |
| 2.2 | Marco legislativo de las actividades de dragado marítimo | 10 |
| 2.2.1 | Licencias / permisos | 10 |
| 2.2.2 | Aplicaciones de sedimentos en el Decreto de Actividades Ambientales (BAL) | 11 |
| 2.2.2.1 | Aplicación y uso del suelo y materiales de dragado | 12 |
| 2.2.2.2 | Volver a depositar el material en su ubicación original | 15 |
| 2.2.2.3 | Utilización como piedra minera o como fertilizante | 15 |
| 2.2.2.4 | Combinación y almacenamiento de materiales | 16 |
| 2.2.2.5 | Eliminación en vertederos | 17 |
| 2.2.2.6 | Otras aplicaciones | 18 |
| 2.2.3 | Solicitud de permisos | 19 |
| 3 | Criterios técnicos exigidos por las instituciones ambientales en la concesión de licencias, el seguimiento y el control de las actividades de dragado marítimo | 21 |
| 3.1 | Evaluación previa de la necesidad de dragado | 22 |
| 3.2 | Clasificación de los materiales dragados según el Decreto de calidad del suelo | 23 |
| 3.2.1 | Determinación del estado del material / finalidad | 23 |
| 3.2.2 | Esquema de muestreo y preparación de los materiales de dragado y el suelo | 23 |
| 3.2.3 | Investigación preliminar | 24 |
| 3.2.4 | Externalización de las pruebas químicas y elaboración de informes según la NEN | 24 |
| 3.2.5 | Evaluación de la calidad según los valores de referencia | 25 |
| 3.3 | Evaluación holandesa de impacto ambiental (MER) | 25 |
| 3.4 | Ley de flora y fauna | 27 |
| 3.5 | Criterios socioeconómicos | 27 |
| 3.6 | Seguimiento y control de las operaciones | 29 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4 | Metodología para determinar los valores de línea base y valores umbrales de calidad química de los sedimentos marinos dragados | 31 |
| 4.1 | Marco analítico aplicado en los Países Bajos para determinar las directrices de calidad de los sedimentos | 32 |
| 4.2 | Determinación de los valores umbral | 33 |
| 4.2.1 | Aplicación en tierra | 34 |
| 4.2.2 | Aplicación en aguas dulces superficiales - Clase B | 36 |
| 4.2.3 | Aplicación en aguas dulces superficiales - Clase A | 37 |
| 4.2.4 | Propagación en aguas superficiales | 37 |
| 4.2.5 | Valores umbrales para otras aplicaciones | 38 |
| 5 | Valores umbrales de los parámetros fisicoquímicos de los sedimentos marinos dragados para cada aplicación | 39 |
| 5.1 | Para su aplicación en tierra | 40 |
| 5.2 | Para la aplicación en agua | 40 |
| 5.3 | Para esparcir en aguas superficiales (dulces y saladas) | 40 |
| 5.4 | Excepciones - PFAS/PFOA | 41 |
| 5.5 | Excepciones - Otras aplicaciones | 41 |
| 6 | Estrategias de adaptación a la variabilidad climática y otros riesgos | 42 |
| 7 | Estrategias de financiación para implantar SbN | 44 |
| 8 | Debate y experiencias | 46 |
| 8.1 | Dragado | 47 |
| 8.2 | Usos benéficos, incluidas las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) | 47 |
| 8.3 | Futuro de la legislación neerlandesa sobre sedimentos marinos | 48 |
| 9 | Referencias | 49 |
| | Apéndices | 51 |
| | Apéndice A - Coeficientes basados en sustancias | 51 |
| | Apéndice B - Límites de detección | 52 |
| | Apéndice C - Límites de reporte | 58 |
| | Apéndice D - Paquetes de investigación estándar y parámetros de agrupación | 60 |
| | Apéndice E - Valores umbrales para el esparcimiento en agua dulce y salada | 65 |
| | Apéndice F - Valores umbrales para la aplicación en tierra | 68 |

| | |
|---|-----------|
| Apéndice G - Valores umbrales para la aplicación en el agua | 74 |
| Apéndice H - Valores umbrales para PFAS/PFOA | 79 |
| Apéndice I - Glosario de términos técnicos | 80 |
| Apéndice J - Glosario de siglas | 81 |
| Apéndice K - Visión general de los sistemas de control del dragado utilizados en el mundo | 84 |
| Colofón | 86 |

1 Introducción

1.1 Antecedentes

Dentro de la asociación entre el Gobierno de Colombia y el Gobierno de los Países Bajos en el campo del agua y la adaptación al cambio climático, el uso benéfico de los materiales dragados (marinos) es una de las prioridades, a petición específica de los Ministerios colombianos de Transporte (MinTransporte), Medio Ambiente (MinAmbiente) y el Departamento Nacional de Planeación (DNP). Los usos benéficos de los sedimentos marinos dragados aún no se realizan en Colombia, y los sedimentos dragados se han vertido en zonas de depósito mar adentro previamente aprobadas por la autoridad ambiental. Aprovechando la mayor atención prestada a los usos benéficos y para seguir mejorando las directrices normativas sobre materiales dragados en Colombia, esta consultoría se centra en el asesoramiento político y técnico para los usos benéficos de los sedimentos marinos dragados, incluidas las soluciones basadas en la naturaleza (SbN).

La asociación política con el Gobierno de Colombia sobre el tema del dragado y el uso benéfico de los materiales dragados tiene una larga historia, apoyada a través de varios proyectos en la última década:

- El Plan Nacional de Dragados Marítimos (PNDM, 2017) consistió en un análisis conceptual y principales recomendaciones para lograr, en el corto, mediano y largo plazo, mejoras en: (i) el orden institucional, (ii) la normatividad técnica y ambiental, (iii) la financiación, (iv) las metodologías de contratación de dragado en los canales de acceso marítimo a los puertos y (v) la estrategia de dragado de mantenimiento por zona portuaria y la estrategia de dragado de capital para las dos costas, Atlántica y Pacífica, incluyendo el uso benéfico del material dragado. El PNDM también incluyó una comparación internacional sobre los aspectos anteriores, para tener un referente que permitiera a las entidades del Gobierno colombiano tomar decisiones calificadas, entre las cuales ocupa un lugar destacado el aprovechamiento de los materiales provenientes del dragado. Específicamente se mencionó la falta de uniformidad en los criterios básicos para la formulación de diseños y obras, la falta de claridad sobre la disposición final o uso benéfico del material dragado, los costos adicionales por transportes innecesarios para disponer en alta mar materiales que podrían ser reutilizados y la imprecisión sobre los valores finales de los proyectos.
- Una serie de seminarios web sobre dragado y uso de materiales dragados en Colombia, con el fin de apoyar a las partes interesadas en el tema del dragado, incluyendo principios clave como Construir con la Naturaleza y el uso de materiales dragados para otros fines (2020/2021).
- En el proyecto "Uso benéfico de materiales de dragado en el contexto colombiano", se analizaron las oportunidades para ampliar la gama de usos benéficos de los materiales de dragado, incluyendo ejemplos de marcos legales y requisitos normativos en otros países. Adicionalmente, se incluyó un estudio de caso para las oportunidades de usos benéficos de los materiales de dragado resultantes de las actividades de dragado de capital y mantenimiento en la zona portuaria de Buenaventura, además de un análisis de las barreras y facilitadores para el uso de los materiales de dragado en Colombia (2022).

A raíz de estos proyectos, el Plan Nacional de Desarrollo 2022-26 señaló en su artículo 240 la necesidad de utilizar el material dragado, cumpliendo con la normatividad ambiental expedida para tal fin, priorizando los usos en la recuperación de áreas afectadas por erosión costera, y en la recuperación de áreas de manglar o zonas afectadas por inundaciones. Además, en julio de 2023 el gobierno colombiano expidió el CONPES 4118 (Política Nacional Portuaria), en el cual se establece que la disposición de materiales dragados mar adentro o en tierra puede tener un impacto negativo sobre los ecosistemas marinos y costeros. Dados estos enunciados en estos instrumentos normativos, es responsabilidad de MinAmbiente establecer un marco regulatorio de lineamientos ambientales y técnicos para el uso de sedimentos marinos dragados en Colombia.

Dada esta necesidad, los gobiernos de los Países Bajos y Colombia acordaron poner en marcha el actual proyecto "Asesoramiento político y técnico sobre usos benéficos de los sedimentos marinos dragados en Colombia, incluyendo soluciones basadas en la naturaleza".

1.2 Objetivos y resultados del proyecto

El proyecto se centra en seguir mejorando las directrices normativas para los materiales marinos dragados en Colombia, proponiendo un conjunto de normas y parámetros en el principal documento de orientación con respecto al dragado (Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura, modos marítimos y fluvial, INVIAS 2022) e

incluyendo un estudio de caso para la zona portuaria de Barranquilla que muestre lo que se puede hacer con el material dragado.

La base para mejorar las directrices colombianas reside en proporcionar asesoramiento técnico en forma de normas y parámetros prácticos para el uso benéfico del material dragado, extraídos de la experiencia de los Países Bajos y otros países. Acompañando a este asesoramiento técnico está el desarrollo de capacidades de las principales partes interesadas en Colombia, en relación con los principales componentes técnicos del estudio.

El proyecto consta de 5 entregables principales:

1. Entregable 1: Normas y parámetros aplicados en los **Países Bajos** en materia de dragado y uso de sedimentos dragados.
2. Entregable 2: Normas y parámetros aplicados **en otros países: Australia/Nueva Zelanda, Japón, Brasil, Perú, México, EE.UU. (Florida), Canadá, España, Costa Rica y Panamá.**
3. Entregable 3: Características de los sedimentos en la zona portuaria de Barranquilla.
4. Entregable 4: Adiciones a las directrices INVIAS.
5. Entregable 5: Estudio de caso zona portuaria de Barranquilla.


1.3 Estructura de este entregable

Este informe es el Entregable 1, en el que se destacan las normas y parámetros aplicados en los Países Bajos en materia de dragado y uso de sedimentos dragados. La estructura de este informe es la siguiente:

- Capítulo2 : Estructura de gobernanza de los Países Bajos para las concesiones, la planificación, la autorización ambiental y la operación de las actividades de dragado marítimo.
- Capítulo3 : Criterios técnicos exigidos por las instituciones ambientales en la concesión de licencias, el seguimiento y el control de las actividades de dragado marítimo.
- Capítulo4 : Metodología para determinar los valores de línea base y valores umbrales, de los parámetros químicos de los sedimentos marinos dragados.
- Capítulo5 : Valores umbrales de los parámetros químicos de los sedimentos marinos dragados, para cada aplicación.
- Capítulo6 : Estrategias de adaptación a la variabilidad climática y otros riesgos.
- Capítulo7 : Estrategias de financiación para la implementación de SbN.
- Capítulo8 : Discusión y experiencias.

Apéndices:

- Apéndice A - Coeficientes basados en sustancias
- Apéndice B - Límites de detección
- Apéndice C - Límites de reporte
- Apéndice D - Paquetes estándar de investigación
- Apéndice E - Valores umbrales para la aplicación en agua dulce y salada
- Apéndice F - Valores umbrales para la aplicación en tierra
- Apéndice G - Valores umbrales para la aplicación en agua
- Apéndice H - Valores umbrales para PFAS/PFOA
- Apéndice I - Glosario de términos técnicos
- Apéndice J - Glosario de acrónimos
- Apéndice K - Visión general de los sistemas de control del dragado utilizados en todo el mundo



2 Estructura de gobernanza de los Países Bajos para las concesiones, la planificación, la concesión de licencias ambientales y la operación de las actividades de dragado marítimo



Capítulo 2 – Resumen Ejecutivo

La estructura de gobernanza de los Países Bajos para las actividades de dragado marítimo se caracteriza por un marco complejo y organizado que garantiza el uso y la gestión sostenibles de los recursos marinos. Este capítulo describe la estructura y el marco de gobernanza aplicados en los Países Bajos para las concesiones, la planificación, la concesión de licencias ambientales y la operación de las actividades de dragado marítimo. Las instituciones responsables de establecer y hacer cumplir el marco jurídico se describen en la sección 2.1. La sección 2.2 ofrece una descripción del marco legislativo para las actividades de dragado marítimo

Las principales conclusiones de este capítulo:

- Para garantizar la supervisión y el cumplimiento de las responsabilidades, es importante establecer una distinción clara entre las entidades de gobierno, las entidades de ejecución y las empresas de dragado con responsabilidades diferenciadas. Lo ideal, como en los Países Bajos, es que exista una plataforma que coordine las entidades responsables y los permisos (en los Países Bajos se trata del omgevingsloket).
 - La jurisdicción para la concesión de licencias y permisos puede diferir según se trate de vías navegables continentales o marinas, y de la calidad y cantidad de agua; es necesario evaluarlas a fondo antes de proceder al desarrollo de actividades de uso benéfico de materiales dragados.
 - Un marco jurídico con múltiples niveles de acuerdos locales, nacionales e internacionales (en los Países Bajos, se trata, por ejemplo, de la normativa de la UE) influye en la normativa y los requisitos de los permisos y las evaluaciones de impacto ambiental.
 - Los Países Bajos son únicos en utilizar un marco basado en la finalidad, lo que significa que las aplicaciones finales del material dragado determinan qué normativas están en vigor y qué aplicaciones (de uso benéfico) son aplicables. Este marco permite una mayor distinción entre los procedimientos de uso, y por tanto abre posibilidades de uso.
-

2.1 Instituciones - Responsabilidades (procesos) - Normativa (marco jurídico)

En los Países Bajos, la normativa desde el dragado hasta las aplicaciones de uso está bien establecida. Existe una clara distinción entre entidades de gobierno, entidades de ejecución y empresas de dragado. Las responsabilidades de supervisión y aplicación se distribuyen entre varias entidades, en función de la actividad y la ubicación.

El Ministerio neerlandés de Infraestructura y Manejo del Agua, es el principal agente legislador para todas las actividades de dragado. En los entornos marinos, la aplicación de la normativa corre a cargo del Departamento de Vías Navegables y Obras Públicas (RWS - "Rijkswaterstaat"), excepto en las zonas portuarias, donde las autoridades portuarias tienen jurisdicción. Cuando los sedimentos se aplican a la tierra o a cuerpos de agua continentales, la entidad encargada de velar por su cumplimiento pasa a ser responsabilidad de entidades locales como las juntas de agua, las provincias, o los municipios. Una visión general de las actividades y de las entidades y normativas implicadas en los Países Bajos se muestra en **Error! Reference source not found.**

Tabla 2-1: Cuadro sinóptico de las actividades desde el dragado hasta el uso benéfico, las entidades que gobiernan y velan por el cumplimiento de la normativa, y los reglamentos correspondientes

| Entidad reguladora | Entidades de aplicación | Actividad | Normativa |
|--|---|--------------------------------------|--|
| Ministerio neerlandés de Infraestructura y Manejo del Agua | Departamento de Vías Navegables y Obras Públicas (RWS - "Rijkswaterstaat") Autoridades portuarias | Dragado marítimo | - Protocolo del Convenio de Londres / OSPAR - Directiva marco de residuos marinos de la UE - Directiva marco del agua - Directiva marco sobre la estrategia marina - Naturaleza 2000 y ley de conservación de la naturaleza (1998) - Ley del medio ambiente - Ley del agua |
| | <i>En zona marítima:</i> RWS | Actividades intermedias ¹ | - Decreto de Actividades Ambientales (BAL - "Besluit Activiteiten Leefomgeving") |
| | <i>En tierra firme (agua dulce):</i> Juntas de agua <i>En tierra firme (tierra):</i> Municipios y provincias | Uso benéfico | - Decreto de calidad del suelo (Besluit bodemkwaliteit). - Reglamento de calidad del suelo (Regeling bodemkwaliteit 2022) - Decreto de manejo de PFAS ² - Ley de remoción de tierras - Normativa específica |

Desde 2024, la "Omgevingswet" (Ley del Medio Ambiente - EPA) constituye la base jurídica general para todos los permisos ambientales. Esta ley sustituye e integra múltiples leyes anteriores. Si la actividad de dragado implica el vertido en aguas marinas, el uso en tierra, o si existe potencial de contaminación, se requiere un permiso ambiental. Para obtener este permiso, hay que describir claramente el tipo de actividad, el alcance y la ubicación, la finalidad, el calendario y todos los datos técnicos pertinentes del proyecto. Dependiendo de la escala y el impacto del proyecto, se requiere un "Informe sobre el efecto en el medio ambiente" (MER), el cual es comparable a una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), y también se requiere una evaluación de la calidad de los sedimentos. Estos criterios se describen y explican con más detalle en el capítulo 3. Algunas pequeñas operaciones de dragado son notificables de acuerdo al decreto BAL (Besluit leefomgeving), si cumplen condiciones específicas y no requieren un permiso completo.

¹ Actividades que no son de uso final, como el secado o la mezcla con otros materiales.

² Sustancias per- y poli-fluoroalquiladas

2.2 Marco legislativo de las actividades de dragado marítimo

La sección 2.1 trata del marco legislativo de los Países Bajos para las actividades de dragado marítimo. Esta sección comienza con una descripción general de las autoridades que conceden las licencias y los permisos (Sección 2.2.1). En la Sección 2.2.2 se tratará el decreto de actividades ambientales ("BAL - Besluit leefomgeving"), que describe la normativa y el enfoque concurrente a seguir para actividades ambientales como el dragado, el almacenamiento y el uso. Por último, la sección 2.2.3 describe el proceso práctico de solicitud de permisos utilizando el contador ambiental.

2.2.1 Licencias / permisos

En los Países Bajos, el mantenimiento de las vías navegables continentales y marítimas corre a cargo de organizaciones gubernamentales (Tabla 2-2). En el caso de las vías navegables marítimas, el Departamento de Vías Navegables y Obras Públicas, o las autoridades portuarias, son responsables de la cantidad y calidad del agua. La gestión de la profundidad y, por lo tanto el dragado, están incluidos en sus responsabilidades. La extracción de minerales en superficie (arena, extracción de petróleo) no está incluida en la normativa sobre dragado. En cambio, esto está documentado en el documento de política del Mar del Norte 2016-2021

Tabla 2-2: Resumen de los procesos desde el inicio hasta el final del proceso de dragado, y principales entidades responsables en los Países Bajos

| Proceso | Principal entidad responsable |
|---|---|
| Área Concesiones extracción de arena / alimentación (ZEE) | RVO / Ministerio de Economía |
| Planificación (nacional) | RWS / Ministerio de Infraestructura y Manejo del Agua |
| Planificación (regional/local) | Provincias / Municipios |
| Licencias ambientales | Autoridad ambiental |
| Operaciones de dragado | RWS (para vías navegables/costeras nacionales) |

Las organizaciones gestoras mencionadas deben presentar un permiso ambiental para estar legalmente autorizadas a dragar. El permiso ambiental está estrechamente vinculado a los objetivos de la Directiva Marco del Agua (DMA). El permiso abarca todos los componentes individuales contemplados en la legislación neerlandesa:

- La Ley del agua, que exige permisos para actividades en aguas estatales (por ejemplo, vertido de lodos de dragado, construcción en el lecho marino) y hace cumplir las normas de calidad del agua;
- El Decreto de calidad del suelo ("Besluit Bodemkwaliteit"), que establece criterios para el uso o la reubicación del suelo y los sedimentos;
- La Ley de remoción de tierras, que regula la extracción de arena y grava; y
- La Ley de Conservación de la Naturaleza, que protege las zonas y especies ecológicas.

Los acuerdos internacionales influyen mucho en la normativa neerlandesa. El Convenio/Protocolo de Londres y el Convenio OSPAR (para el Atlántico Nororiental) proveen las bases para prohibir los vertidos no regulados en el mar. El Decreto de calidad del suelo traduce de forma independiente estas obligaciones de los tratados en normas neerlandesas. Además, las directivas de la UE también enmarcan los requisitos nacionales: la Directiva Marco del Agua de la UE impone objetivos de calidad química y ecológica del agua que el dragado no debe comprometer. Por último, la Directiva marco sobre la estrategia marina (MSFD) y las Directivas sobre hábitats y aves exigen el mantenimiento de un buen estado ambiental y de la biodiversidad, lo que a su vez afecta el dónde y cómo puede realizarse el dragado.

En la práctica, cualquier proyecto de dragado marítimo en los Países Bajos debe navegar por este marco jurídico de múltiples niveles, obteniendo permisos de los organismos competentes y cumpliendo condiciones que reflejen tanto las normas nacionales como los compromisos internacionales en materia de medio ambiente. Dependiendo de la finalidad del dragado, también se establecen otros permisos y normativas, como el MER (comparable a una EIA). Los detalles sobre el MER se explican en la sección 3.3.

2.2.2 Aplicaciones de sedimentos en el Decreto de Actividades Ambientales (BAL)

La normativa de los Países Bajos se rige principalmente por objetivos. Esto significa que la aplicación final de los materiales dragados determina la normativa vigente. El Decreto de Actividades Ambientales (BAL - "Besluit Activiteiten Leefomgeving") es un documento que establece las diferentes actividades que pueden realizarse en el medio ambiente. El BAL da directrices y reglamentos para estas actividades y las redirige a otros permisos y reglamentos necesarios. En general, las diferentes finalidades según el BAL para los materiales dragados son:

- A. Aplicar y reutilizar el suelo y los materiales dragados ver Sección 2.2.2.1
- B. Volver a depositar el material en su ubicación original (no se necesita permiso) ver Sección 2.2.2.2
- C. Uso de/como piedra minera o uso como fertilizante ver Sección 2.2.2.3
- D. Combinación y almacenamiento de materiales ver sección 2.2.2.4
- E. Eliminación en vertederos ver sección 2.2.2.5
- F. Otras aplicaciones ver sección 2.2.2.6

El almacenamiento temporal de los materiales dragados implica una normativa especial, pero en la mayoría de los casos es necesario para usarlos de forma benéfica. El uso de la piedra minera o la incorporación de los materiales dragados a los fertilizantes, implica diferentes métodos analíticos y directrices.

En el esquema de la Figura 2-1, se enumeran las diferentes aplicaciones junto con las clases de uso. Las clases de uso se describen con más detalle en las secciones 2.2.2.1 a 2.2.2.6.

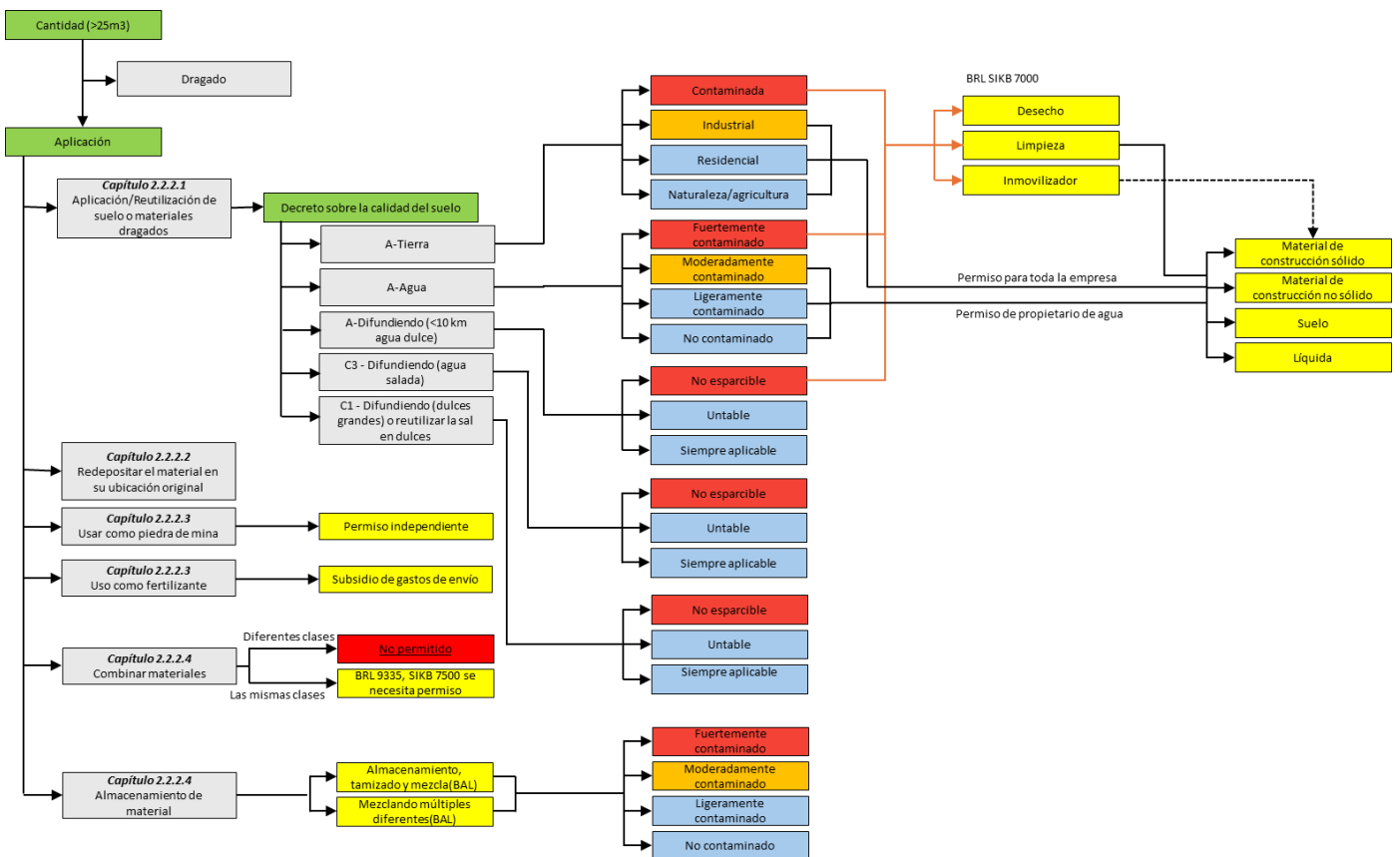


Figura 2-1: Resumen de las diferentes actividades ambientales relacionadas con los materiales dragados según el decreto de actividades ambientales junto con la normativa de seguimiento por actividad.

2.2.2.1 Aplicación y uso del suelo y materiales de dragado

Los Países Bajos son uno de los pocos países del mundo que cuenta con una normativa independiente para el uso benéfico del suelo y los sedimentos. El Decreto de calidad del suelo proporciona la interpretación holandesa en la legislación de los diversos tratados internacionales que regulan la gestión del material de dragado. Una condición que se incluye es que la ubicación del material dragado debe ser de uso benéfico, es decir, la ubicación tiene que contribuir a un cumplimiento funcional y sostenible de las funciones morfológicas y ecológicas del sedimento). Una vez que estas normas generales del BAL y la EPA clasifican el propósito como uso benéfico ("una aplicación legítima") y no se aplican a ningún otro propósito (véase **Error! Reference source not found.**), se aplica el Decreto de calidad del suelo (Rijksoverheid, 2025a).

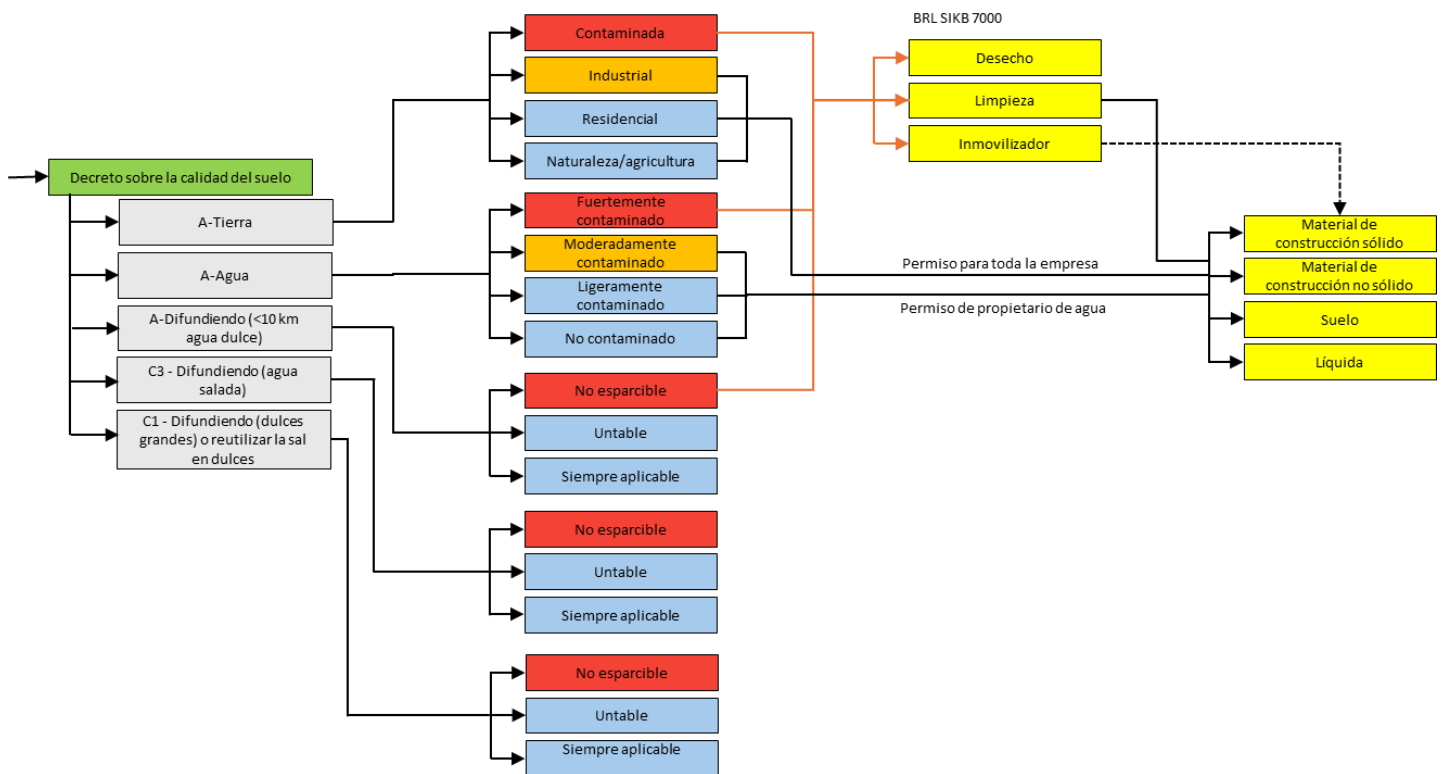


Figura 2-2: Visión general de las diferentes actividades ambientales relacionadas con el uso benéfico de materiales dragados, según el decreto de actividades ambientales junto con la normativa de seguimiento por actividad.

El Decreto de calidad del suelo establece varios objetivos para el suelo y los materiales de dragado, especificando los tipos de pruebas necesarias y los valores umbrales aplicables. El Decreto de calidad del suelo se basa en la finalidad, lo que significa que la aplicación final determina la normativa vigente. Esto también significa que la aplicación de sedimentos marinos en zonas terrestres activa la normativa para la tierra. A diferencia de su nombre, el Decreto de calidad del suelo se centra en todo tipo de entornos, desde el mar y las aguas superficiales, hasta el suelo y las aguas subterráneas. Según las entidades que conceden las licencias, este enfoque se aplica porque el impacto de la posible contaminación química es duradero y, por tanto, se inflige en el lugar final en lugar de en su fuente. Por lo tanto, también es posible combinar la aplicación de suelos, materiales de dragado y materiales de construcción en una misma legislación.

Los diferentes tipos de aplicaciones formales en el Decreto de calidad del suelo, directamente del suelo y de los materiales de dragado, incluyen:

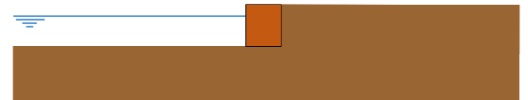
- Aplicación en tierra

Todos los usos benéficos de los sedimentos que se aplican únicamente en tierra. Esto incluye el uso en estructuras de diques, material de relleno y el uso de sedimentos como sustitución de arena o arcilla en tierra.



- Aplicación en aguas superficiales

Esto incluye todas las aplicaciones directamente en aguas superficiales, como revestimientos o la creación de islas naturales.



- Esparcimiento

Incluye el esparcimiento en tierra del material dragado en un radio de 10 km de la fuente. Además, un depósito temporal en tierras de cultivo cuenta como esparcimiento en tierra.



También incluye el esparcimiento del material dragado en el mismo curso de agua dulce.

- Esparcimiento en agua salada o junto a ella

Incluye el esparcimiento del material dragado en el mismo curso de agua salada.



Figura 2-3: Metodología típica para esparcir materiales dragados en el mar. Fuente: Departamento holandés de Vías Navegables y Obras Públicas.

Además, los sedimentos marinos limpios (cuando están por debajo de todos los umbrales de contaminación) pueden eliminarse directamente en el mar. Para ello, se necesita un permiso adicional de acuerdo con la ley de esparcimiento en el Mar del Norte (MIW, 2023). Esta ley tiene por objeto asignar zonas específicas para la eliminación y declinar otras zonas para evitar la contaminación del Mar del Norte. Dentro de esta categoría se aplican las siguientes actividades

- Instalaciones en cuerpos de agua superficiales, excepto estanques profundos, para la prevención o limitación de inundaciones o molestias causadas por el agua, la promoción de su valor natural o recreativo, la promoción del paso de la navegación, o la restauración o mejora de la ubicación, la forma, las dimensiones y la construcción de una estructura de gestión del agua.

ASESORAMIENTO POLÍTICO Y TÉCNICO SOBRE LOS USOS BENÉFICOS DE LOS SEDIMENTOS MARINOS DRAGADOS EN COLOMBIA, INCLUIDAS LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA.

- Reposición de material dragado a lo largo del litoral para la restauración o mejora de las defensas costeras
- Esparcimiento de material dragado en un cuerpo de agua superficial, para la restauración o mejora de las funciones ecológicas y morfológicas del sedimento. Se exceptúan las llanuras aluviales, las bateas, las marismas, las playas, o las placas.

La eliminación en el mar también está sujeta a la Ley de Responsabilidad Ambiental. En este caso, se espera que los contratistas hagan todo lo que esté en su mano para reducir los efectos ambientales en la superficie del mar.

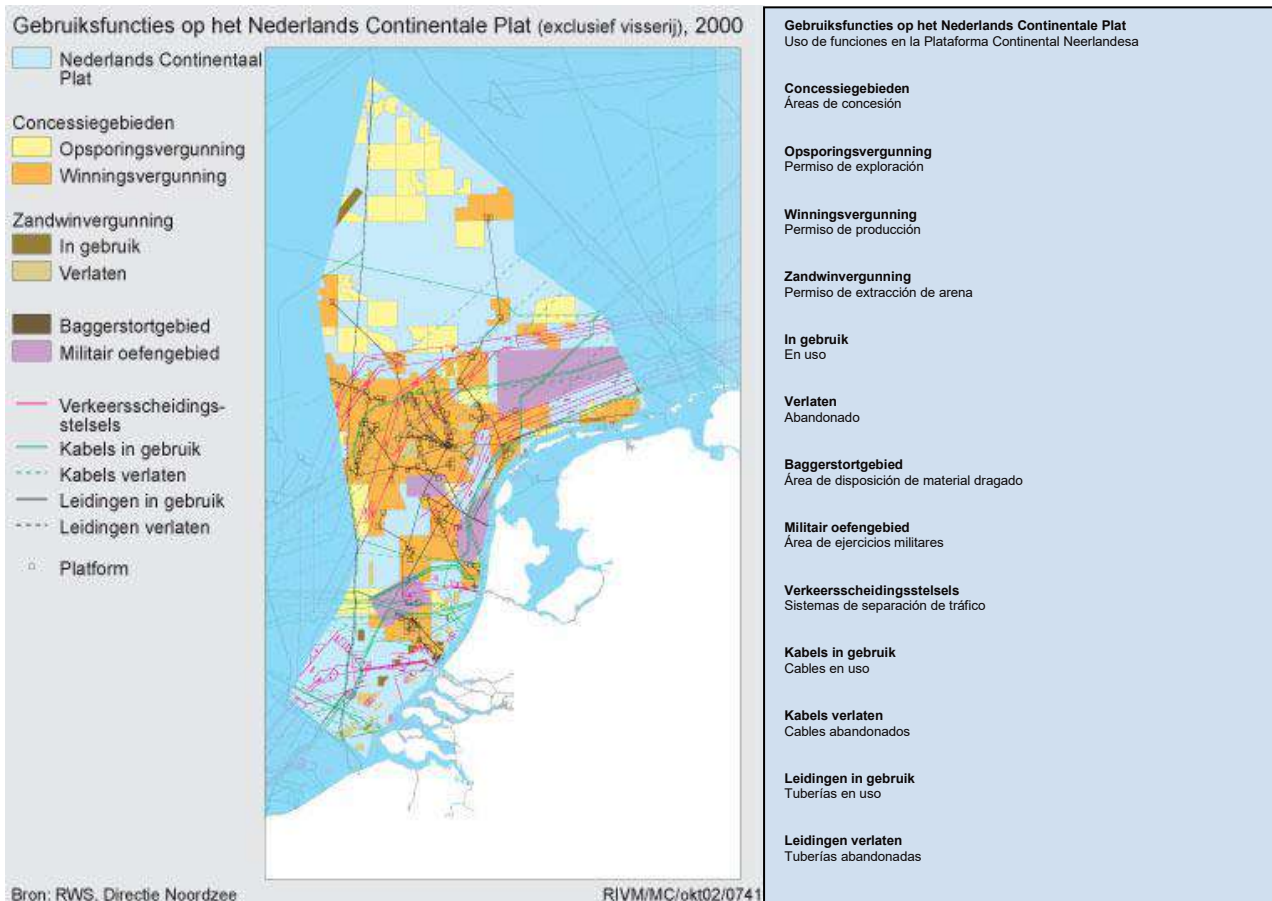


Figura 2-4: Diferentes aplicaciones que incluyen zonas de eliminación de sedimentos dragados en la zona marina costera de los Países Bajos. Fuente: Departamento neerlandés de Vías Navegables y Obras Públicas

El objetivo es maximizar la dispersión en los lugares existentes y en los antiguos lugares de extracción de arena para minimizar los efectos aéreos. No siempre está claro para las partes gestoras y ejecutoras cuáles son los mejores lugares de vertido. Por ello, los Países Bajos asignan activamente zonas de vertido específicas (véase **Error! Reference source not found.**). Además, los Países Bajos pretenden utilizar los sedimentos del mar de forma benéfica en las zonas marítimas. Esto significa que es preferible reforzar la costa o los cimientos costeros y evitar que vuelva la arena (Figura 2-5). Para ello, se aplican ciertas condiciones; por ejemplo, no se permite utilizar lodos finos en los cimientos costeros. Si se cumplen las condiciones, esta aplicación resulta formalmente benéfica

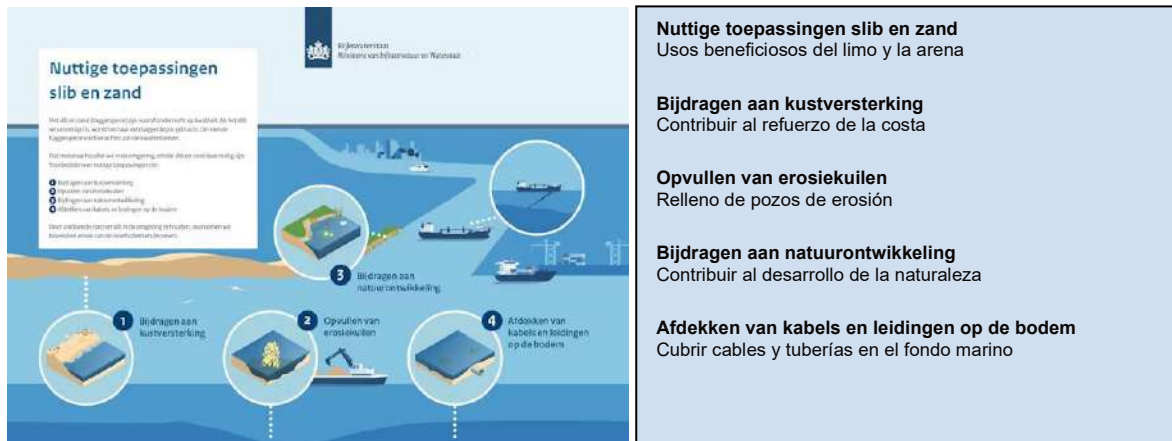


Figura 2-5: Aplicaciones benéficas de la arena según RWS

• **Excepciones**

Existen algunas excepciones en las que las normas se especifican por separado, y por tanto no se incluyen en la :

-> Materiales dragados de baja lixiviación (por debajo de los niveles de lixiviación) para fines a gran escala en tierra o aguas superficiales.

Aquí se incluyen todas las aplicaciones que superan los 5000 m³ y que han demostrado tener valores de emisión bajos tras una prueba de agitación por lixiviación. Las aplicaciones típicas son la cobertura de carreteras y la cobertura de zonas de vertido.

-> Relleno de lagos profundos o agujeros.

Los lagos o agujeros profundos son restos de antiguas prácticas de minería comercial (de arena). Los materiales dragados pueden colocarse encima o dentro de los lagos profundos. Esta categoría tiene una normativa diferente.

2.2.2.2 Volver a depositar el material en su ubicación original

De acuerdo con el decreto de actividades ambientales, no se necesita ningún permiso adicional para volver a depositar los materiales dragados, sin ninguna adición, en la ubicación original.

2.2.2.3 Utilización como piedra minera o como fertilizante

La utilización de materiales de dragado procedentes de zonas mineras como piedra minera o la mezcla de materiales de dragado en un producto fertilizante no se incluyen en este informe. En los Países Bajos, esto no está incluido en la normativa holandesa para la aplicación de sedimentos y entra dentro de categorías diferentes. Es necesario tener en cuenta que la aplicación de sedimentos directamente en la tierra como fertilizante se considera esparcimiento en tierra. Además, la salinidad de los sedimentos marinos impide su uso directo como fertilizante.

2.2.2.4 Combinación y almacenamiento de materiales

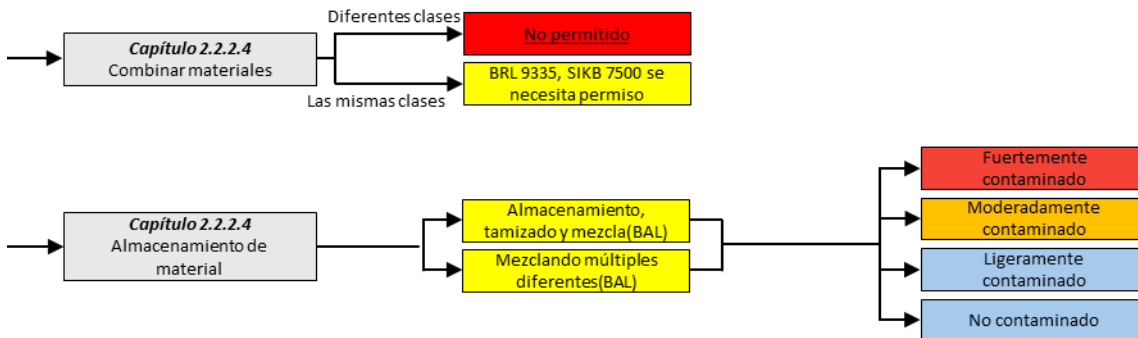


Figura 2-6: Resumen de las diferentes actividades ambientales relacionadas con la combinación y el almacenamiento de materiales de dragado según el decreto de actividades ambientales junto con la normativa de seguimiento por actividad.

El almacenamiento de tierra o materiales de dragado se considera una actividad potencialmente peligrosa para el medio ambiente. Las consecuencias negativas son la posible contaminación del suelo, la lixiviación de aguas residuales y el mantenimiento innecesario del material. En la ley BAL, esta actividad incluye el almacenamiento en suelo, que puede ser en tierra o un lecho de agua. Esto supone una diferencia, ya que el almacenamiento en tierra depende de las actividades de la empresa y está regulado por ella. El almacenamiento en un lecho de agua de un cuerpo de agua superficial está regulado por los responsables del mantenimiento del propio cuerpo de agua y el municipio correspondiente. Otras actividades que entran dentro de esta normativa son el cribado, la deshidratación y la combinación de diferentes materiales dragados.

Las actividades descritas en este apartado (relativas al almacenamiento y la mezcla) se añaden a la normativa sobre dragado o uso benéfico de materiales dragados. Para esta actividad, es necesario un permiso ambiental si los materiales son de calidad desconocida, ligera o fuertemente contaminados. En cualquier caso, todas las aguas residuales de estas actividades que se dirijan a las aguas superficiales también están sujetas al permiso ambiental. El permiso ambiental debe solicitarse a todas las autoridades competentes en la zona del lugar de almacenamiento (municipio, provincia, juntas de agua, RWS).



Figure 7 Figura 2-8: Típico depósito holandés de secado de sedimentos desde arriba. Fuente: bodembreed

En los Países Bajos, los depósitos son muy comunes. Esto permite un secado y una contención eficaces del material, facilitando la colaboración con los proyectos de uso existentes. Los materiales de dragado ligeramente o moderadamente contaminados (véase la Figura 2-2) pueden almacenarse si el depósito se cubre con una lámina protectora. Si se recogen varios flujos de materiales dragados de forma independiente en el mismo lugar, el propietario debe ser una empresa de almacenamiento o limpieza de suelos con una normativa BRL 9335 o BRL

7500³. Tampoco se incluyen en esta actividad los pequeños volúmenes (<25 m³), el almacenamiento en depósitos agrícolas específicos, o la eliminación en lugares de vertido.

2.2.2.5 Eliminación en vertederos



Si el material se clasifica como "rojo" en la Figura 2-6 y, por tanto, supera los valores de intervención⁴, el material se considera residuo. Los materiales de desecho no forman parte del Decreto de calidad del suelo. El material de desecho debe llevarse a una empresa de gestión de residuos o a una zona de almacenamiento específica. Esto entra dentro del ámbito de aplicación del BRL SIKB 7000⁵.

Figura -22-9 Eliminación de residuos.

Dentro de esta perspectiva, los Países Bajos disponen de varias opciones para eliminar los sedimentos contaminados, que son muy similares a las técnicas adoptadas en otros países como Canadá, EE.UU. y Australia. Los Países Bajos tienen normas estrictas sobre la calidad de los sedimentos y prohíben el vertido al mar de material muy contaminado. En su lugar, los sedimentos contaminados se confinan bajo el agua o se almacenan en instalaciones especialmente diseñadas. En el caso de los sedimentos moderadamente contaminados, pueden depositarse en depresiones submarinas y cubrirse con material limpio para evitar la propagación de la contaminación. El material muy contaminado se confina en grandes depósitos de ingeniería como *De Slufter* e *IJsselooog*, que están aislados del medio ambiente de forma segura. Estos depósitos se vigilan de cerca para garantizar que los contaminantes no se filtren en las aguas circundantes. Se permite el almacenamiento temporal en tierra durante un máximo de 3 años, y el almacenamiento submarino durante un máximo de 10 años. El almacenamiento a corto plazo (menos de 6 meses) suele estar permitido con menos normas, pero el almacenamiento más prolongado requiere notificación o permisos. Estas normas se aplican para evitar que los depósitos temporales se conviertan en fuentes de contaminación a largo plazo.

Slufter e *IJsselooog* son ejemplos de depósitos estatales cuyo mantenimiento prácticamente corre a cargo del Rijkswaterstaat. En total hay 4 depósitos, de los cuales el de *Slufter* es el más grande, con una capacidad de 150 millones de metros cúbicos de material de dragado. Los sitios de eliminación de materiales dragados deben cumplir con los llamados criterios IBC para minimizar el riesgo de propagación de contaminantes (Wijdeveld, A., WL Delft Hydraulics y Arcadis). (2005).⁶ IBC significa Aislamiento, Control y Monitoreo. A continuación se ofrece un resumen de estos criterios:

- **Aislamiento:** Las paredes de la instalación de eliminación deben ofrecer protección suficiente contra la propagación de la contaminación. Para ello, por ejemplo, se puede instalar una capa impermeable (sellado lateral e inferior). El riesgo de propagación también se puede reducir mediante la implementación de medidas geohidrológicas que influyan en la dirección del flujo freático. Debido a la consolidación (asentamiento) del material dragado, el agua contaminada se expulsa. Esta agua debe ser recolectada y tratada. La ubicación del vertedero debe elegirse de forma que impida su propagación incontrolada a las aguas superficiales.

³ BRL son las siglas de "Beoordelingsrichtlijn" (Directriz de evaluación)

⁴ En los Países Bajos, el valor de intervención es un estándar genérico que se utiliza para clasificar los suelos como gravemente contaminados, lo cual indica que es necesario realizar una remediación.

⁵ SIKB - "Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer", es la Fundación para la Garantía de la Calidad de las Infraestructuras de Gestión del Suelo. <https://www.sikb.nl/bodembeheer/richtlijnen/brl-sikb-7000>

⁶ *Uitloging y verspreiding uit depots: What weten weten meer 10 jaar na het vaststellen van het Beleidsstandpunt Verwijdering baggerspecie?* (Q3771; informe AKWA 05.005). Rijkswaterstaat.).

- **Control (Gestión):** Las medidas de aislamiento deben mantenerse en buen estado y reemplazarse si es necesario. Debe ser posible tomar medidas correctivas si, debido a circunstancias imprevistas, los contaminantes se propagan más allá del vertedero. Finalmente, debe ser posible retirar el material dragado depositado del vertedero si es necesario.
- **Monitoreo:** Las instalaciones instaladas deben ser monitoreadas para garantizar su solidez y correcto funcionamiento durante la construcción y a largo plazo. Además, debe monitorearse el entorno circundante para determinar si la contaminación se propaga más allá del vertedero.

El requisito es que el área (o el volumen) que pueda verse afectada por el vertedero no debe ser mayor que el volumen del propio vertedero. Esto se refiere a un área en la que, después de 10.000 años, la calidad del agua subterránea ya no cumple con los valores objetivo.

Si un vertedero no cumple con los criterios del IBC, se requieren medidas adicionales, como muros impermeables, control del nivel del agua, sellado superior y programas de muestreo. En el caso de vertederos ubicados dentro o bajo el agua, estas medidas suelen ser difíciles de implementar.

2.2.2.6 Otras aplicaciones

Según el Decreto de calidad del suelo, existen otras normativas específicas por aplicación. En este caso, aunque el material dragado se utilice de forma benéfica, la normativa neerlandesa puede clasificar el material como material que ya no es de dragado. Este es el caso de la creación de materiales de construcción, el uso del suelo como recurso (arena/arcilla) y algunas aplicaciones únicas:

Materiales de construcción

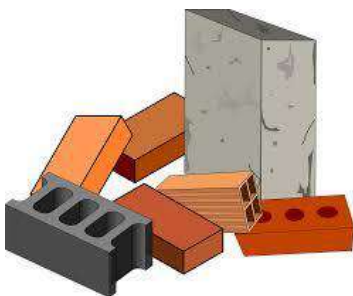


Figura 2-10 Bloques de construcción.

Los materiales de construcción entran en una categoría diferente en el Decreto de calidad del suelo. Los materiales dragados no se clasifican como materiales de construcción, ya que los materiales líquidos no son lo bastante sólidos para ser clasificados como tales. Sin embargo, los materiales dragados pueden aplicarse como materiales de construcción una vez secos y potencialmente solidificados. Para ello, cumplirían con tener >10% de la suma total de silicio, calcio y aluminio en peso seco. En la normativa holandesa, los materiales de construcción pueden clasificarse como no sólidos (partículas <math><50\text{ cm}^3</math> o inestables), o sólidos (partículas >math>>50\text{ cm}^3</math> y estables), tras someterlos a una prueba de lixiviación por difusión.

El suelo como recurso

Si los materiales dragados no cumplen las normas sobre materiales de construcción, se clasifican como tierra o materiales dragados y, por tanto, son aplicables como tales. Sin embargo, para utilizarlo como recurso y venderlo,

también debe cumplir la normativa sobre recursos ("Grondstoffenbesluit") y la RAW⁷. Esto permite vender materiales de dragado arenosos como la arena, por ejemplo.

Aplicaciones diversas

Otras aplicaciones únicas, con normas únicas en el BAL son:

- Cubrir con material suelos contaminados o lugares de vertido.

Estas no se describen con más detalle en este documento.

2.2.3 Solicitud de permisos

La solicitud de permisos en los Países Bajos se realiza a través de la ventanilla de servicios ambientales ("Omgevingsloket"). La ventanilla digital se creó en el marco de la estrategia digital del Gobierno neerlandés y se desarrolló en colaboración con RWS y el Ministerio. El objetivo del mostrador de servicios es coordinar de forma centralizada los trámites de permisos prescritos en la legislación ambiental central de los Países Bajos, agilizando así los esfuerzos entre las partes privadas, los gobiernos centrales y las partes gubernamentales locales.



Figura 2-11 Mostrador de servicios ambientales ("Omgevingsloket").

Los pasos de este mostrador de servicios son los siguientes:

- Paso A) Seleccionar su ubicación
- Paso B) Seleccionar las actividades perjudiciales para el medio ambiente (dragado, almacenamiento y aplicación)
- Paso C) Obtener una correspondencia con la normativa vigente y cargar la información y los documentos necesarios.
- Etapa D) Establecer la correspondencia con las autoridades y solicitar las autorizaciones.

En la situación más común en la que deben obtenerse permisos para el dragado, el almacenamiento y la aplicación, se necesita un permiso ambiental, un permiso de aguas (para actividades en el agua) y una notificación de la calidad

⁷ Abreviatura neerlandesa que designa el sistema de especificaciones estándar en el sector de la ingeniería civil. https://www.euofins.nl/media/1663478/2018-04-25-lfit_euofinsenvironmenttesting_flyer_raw.pdf

ASESORAMIENTO POLÍTICO Y TÉCNICO SOBRE LOS USOS
BENÉFICOS DE LOS SEDIMENTOS MARINOS DRAGADOS EN
COLOMBIA, INCLUIDAS LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA
NATURALEZA.

del suelo. En algunos otros casos, también es necesario realizar un MER que demuestre que no hay daños ambientales o una evaluación completa de los efectos ecológicos. Las autoridades evalúan cada permiso individualmente. En muchos casos, también son posibles los permisos hechos a mano, en los que, junto con las medidas específicas de las autoridades, se seleccionan medidas para disminuir el daño ambiental.



3 Criterios técnicos exigidos por las instituciones ambientales en la concesión de licencias, el seguimiento y el control de las actividades de dragado marítimo



Capítulo 3 – Resumen Ejecutivo

Este capítulo se centra en los aspectos técnicos que deben tenerse en cuenta para solicitar permisos y licencias para actividades de dragado marítimo. En los Países Bajos, la concesión de licencias para el dragado también depende de la aplicación benéfica y de los requisitos de reubicación. Este capítulo incluye, cronológicamente, los requisitos técnicos generales para solicitar permisos:

- Evaluación previa de la necesidad de dragado (Sección)3.1
- Clasificación de los materiales dragados según el Decreto de calidad del suelo (Sección)3.2
- Evaluación de impacto ambiental neerlandesa (MER) (Sección)3.3
- Ley de flora y fauna (Sección)3.4
- Criterios socioeconómicos (Sección)3.5
- Seguimiento y control de las operaciones (requisitos durante la contratación en el marco del permiso ambiental) (Sección)3.6

Los puntos clave del capítulo 3 son:

- La evaluación previa de la necesidad de dragado debe tener en cuenta los riesgos ecológicos (la amenaza de contaminación de las aguas superficiales como consecuencia de la mala calidad del lecho acuático y las posibles vías de exposición) y el impacto económico (por ejemplo, las rutas de navegación).
- El análisis de la calidad de los sedimentos suele implicar
 - o Determinar el estado y la finalidad del material
 - La finalidad o la supuesta aplicación pueden alterar el procedimiento de evaluación de la calidad
 - o Esquema de muestreo y preparación de los materiales y suelos dragados:

- Deben realizarse pruebas por lotes en el material dragado y en el suelo receptor
- o Investigación preliminar de contaminaciones
- o Externalización de las pruebas químicas y elaboración de informes:
 - Dependiendo de la aplicación en el mar o en tierra los requisitos de las pruebas podrían variar en función de su rigurosidad
 - Conocimiento del contenido del material: % de arcilla, materia orgánica y materiales extraños
- o Evaluación de la calidad en función de los valores de referencia:
 - Podría ser necesaria una evaluación de impacto ambiental para examinar el impacto del proyecto en la calidad del agua, los ecosistemas y los aspectos socioeconómicos, en términos de materiales pesados o poco contaminados.
 - En la UE existen leyes específicas que protegen el medio ambiente; se trata de la ley de Flora y Fauna. Este tipo de leyes pueden exigir modificaciones en las actividades de dragado (por ejemplo, en la programación y los métodos) para evitar dañar el medio ambiente.
- o Evaluación del impacto en función de otros factores:
 - Los criterios socioeconómicos evaluados en relación con las actividades de dragado son el análisis social de costos y beneficios y la aceptación de las partes interesadas, y en los Países Bajos se evalúan utilizando el enfoque MER.
- o Seguimiento ambiental antes, durante y después de la ejecución:
 - La supervisión ambiental desempeña un papel fundamental durante los proyectos de dragado. Se realiza una recogida continua de datos para controlar el cumplimiento de los umbrales de calidad del agua, sobre todo los relacionados con la turbidez. Otros parámetros pueden ser los niveles de oxígeno disuelto, los contaminantes químicos, el ruido y las vibraciones submarinas, etc.
 - Los programas de control suelen estructurarse en tres fases:
 - Control previo a la construcción (de referencia), para evaluar las condiciones ambientales iniciales, como la claridad del agua, la calidad de los sedimentos y la ecología bentónica.
 - Control del cumplimiento durante las operaciones, para garantizar que las actividades en curso se mantienen dentro de los límites reglamentarios, como la dispersión aceptable de la pluma de sedimentos o las concentraciones de contaminantes.
 - Seguimiento posterior a la construcción, para evaluar la recuperación ecológica y determinar si la calidad ambiental vuelve a niveles aceptables.

3.1 Evaluación previa de la necesidad de dragado

A pesar de las directrices sobre la normativa de dragado y uso benéfico, en los Países Bajos también se adoptan medidas estrictas antes de permitir el dragado. La evaluación neerlandesa de los suelos acuáticos se redacta como directriz para determinar la necesidad de dragado en relación con las normas de calidad del agua. Esta directriz describe la amenaza de contaminación de las aguas superficiales como consecuencia de la mala calidad del lecho acuático y las vías de exposición. En los Países Bajos, la decisión de iniciar actividades de dragado no sólo se basa en criterios ecológicos, sino que también está muy influida por los requisitos de transporte. Las vías navegables son vitales para la logística y el comercio, y la acumulación de sedimentos puede obstaculizar una navegación segura y eficaz. Por lo tanto, las necesidades de transporte, en particular de los canales de navegación, pueden influir significativamente en la prioridad que se dé al dragado de un cuerpo de agua.

Por ejemplo, supongamos que una sección sedimentada de un río reduce su profundidad por debajo del calado mínimo requerido para los buques de carga. En ese caso, el uso funcional de ese cuerpo de agua para el transporte se ve comprometido. En tales casos, las evaluaciones preliminares deben sopesar tanto los riesgos ecológicos (por ejemplo, la liberación de contaminantes durante el dragado) como los imperativos económicos (por ejemplo, el mantenimiento de las rutas de navegación). Estas consideraciones pueden desencadenar la necesidad de una investigación más profunda utilizando el marco de evaluación de la directriz.

En los Países Bajos se han formulado objetivos de calidad del agua para todos los cuerpos de agua superficiales. La mala calidad de los lechos de agua puede ser un factor que contribuya a la calidad de los cuerpos de agua superficiales. Con las directrices para la evaluación de los lechos de agua (Hin et al., 2010), se puede determinar si las sustancias presentes en el lecho de agua constituyen un obstáculo para alcanzar los objetivos de calidad de un cuerpo de agua, y en qué medida. La directriz no pretende ser un marco de ensayo para la concesión de permisos de intervención. La directriz puede utilizarse para estimar la influencia del lecho de agua en la no consecución de los objetivos para cada objetivo de calidad (incluidos los valores ambientales) y cada función de aplicación.

La directriz de calidad del lecho de agua también incluye un asistente de cálculo (SEDImenTASsistent (SEDIAS)). La mayoría de los cálculos prescritos en la directriz pueden realizarse con SEDIAS. Un ejemplo de ello es el cálculo del efecto de la resuspensión del lecho de agua por el transporte marítimo sobre la calidad del agua y el cálculo de los valores msPAF para la macrofauna. Se ha desarrollado un asistente de cálculo separado para áreas de ribera: SEDIAS bank areas. SEDIAS bank areas se basa en la aplicación web 'Sanscrit' para el suelo terrestre.

3.2 Clasificación de los materiales dragados según el Decreto de calidad del suelo

El Decreto de calidad del suelo regula el umbral y los métodos analíticos para determinar la calidad de los sedimentos. El decreto propone un enfoque detallado paso a paso:

- Determinación del estado y la finalidad del material (Sección 3.2.1)
- Esquema de muestreo y preparación de los materiales y suelos dragados (Sección 3.2.4)
- Investigación preliminar (Sección 3.2.3)
- Externalización de las pruebas químicas y elaboración de informes de acuerdo con la NEN (Sección 3.2.2)
- Evaluación de la calidad según los valores de referencia (Sección 3.2.5)

A continuación se describe con más detalle cada uno de los pasos.

3.2.1 Determinación del estado del material / finalidad

El Decreto de calidad del suelo divide los métodos analíticos necesarios en función de la finalidad/tipo de aplicación. La primera comprobación esencial es si los materiales dragados pueden considerarse material de construcción. Si el material se clasifica como material de construcción, los métodos de muestreo, preparación y análisis difieren de la norma descrita en este documento. Basándose en una estrategia de muestreo predeterminada, la norma ASTM D 3682-13 describe las pruebas de aluminio, calcio y silicio. Para su uso como material de construcción, debe superar el 10% de estos componentes en total.

Además, el Decreto de calidad del suelo describe si los materiales dragados se clasifican como materiales de dragado o como suelo. Esto se describe en la norma NEN-5104.

3.2.2 Esquema de muestreo y preparación de los materiales de dragado y el suelo

La comprobación de la calidad ambiental del suelo y los materiales de dragado puede hacerse de varias maneras. En primer lugar, si ya se ha probado o se dispone de una declaración del proveedor, es suficiente. Además, si ya se ha realizado una investigación del suelo o se dispone de un mapa que indique los parámetros necesarios, es suficiente. En la mayoría de los casos, sin embargo, es necesario realizar pruebas por lotes. Las pruebas deben realizarse tanto en los materiales dragados como en el suelo receptor.

Se tomarán muestras del lote de suelo o de los lodos de dragado que se vayan a examinar de acuerdo con los procedimientos aplicables descritos en el Protocolo 1001 de SIKB. Esto significa, en circunstancias normales, 100 agarres, divididos en 2 muestras mixtas de 50 agarres.

3.2.3 Investigación preliminar

Antes de una inspección por lotes, es obligatoria una investigación preliminar. Ésta debe ajustarse a las normas NEN 5725 para el suelo y NEN 5717 para el material de dragado⁸. Esto es necesario para determinar la (posible) presencia de contaminantes u otros parámetros, comprobar el origen del material, investigar la posible estratificación del lote y determinar la calidad ambiental prevista del lote que se va a inspeccionar. Una buena investigación preliminar es esencial para garantizar que las inspecciones detalladas se lleven a cabo correctamente.

3.2.4 Externalización de las pruebas químicas y elaboración de informes según la NEN

Los ensayos químicos y los métodos analíticos necesarios para los materiales y suelos dragados se agrupan en una declaración ambiental. La norma NEN 5720 describe los requisitos para una investigación del suelo. Si la investigación preliminar del suelo puede demostrar que no hay sospechas de contaminación química, no es necesaria una investigación del suelo.

El origen y la finalidad de los materiales dragados determinan qué paquete analítico debe elegirse. Los materiales marinos dragados requieren el paquete C3, que no incluye bario (Ba), cobalto (Co) y molibdeno (Mo), así como varios plaguicidas (ya que no están presentes en el mar). Sin embargo, si los materiales marinos dragados se aplican en tierra, se requiere el paquete C1, que incluye todos los componentes excepto el tributilestaño (Apéndice D).

Estas decisiones se toman basándose en los siguientes supuestos:

- El tributilestaño es peligroso para los animales marinos debido a su alta biodisponibilidad en agua salada, en contraste con el agua dulce.
- El bario precipita en el agua de mar y, por tanto, representa una amenaza escasa en comparación con el agua dulce.
- El cobalto interactúa con los carbonatos y la materia orgánica en un entorno de alta salinidad, por lo que es menos tóxico.
- El molibdeno es muy soluble en el agua de mar y permanece disuelto en contraste con el agua dulce.

Para las aplicaciones de cualquier tipo de material dragado en tierra, el paquete necesario se reduce aún más porque muchos de los productos químicos enumerados sólo se vuelven tóxicos en contacto con el agua.

Además de analizar los parámetros químicos enumerados, el informe de la declaración ambiental también debe contener texto sobre el porcentaje de arcilla, materia orgánica y materiales extraños. Si el propósito es aplicar material dragado (de baja lixiviación) a gran escala, también debe realizarse una prueba de lixiviación.

En los últimos años, los PFAS (sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas) han recibido una mayor atención normativa debido a su persistencia, bioacumulación y posibles efectos tóxicos. En los Países Bajos, el análisis de PFAS es ahora obligatorio para la mayoría de las aplicaciones en suelos y materiales de dragado, especialmente cuando se utilizan en tierra. El gobierno neerlandés ha publicado valores umbrales temporales específicos para PFOS, PFOA, PFHxS y otras sustancias PFAS. Estos valores dependen de si el material se va a reutilizar, aplicar como material de construcción o depositar. Para cualquier uso, deben notificarse los niveles de PFAS y compararse con los valores umbrales específicos de la aplicación. Las pruebas deben realizarse utilizando métodos analíticos validados, como LC-MS/MS, con límites de detección de alrededor de 0,1 µg/kg de materia seca o inferiores, en consonancia con la directriz del RIVM y el Wvl-rapport 2019-0126.

Los métodos analíticos asociados a los parámetros químicos indicados anteriormente se describen en las directrices AP04 / SIKB 3000 de los Países Bajos para la evaluación de la calidad del suelo y los materiales. Esto se ajusta a las directrices internacionales EN ISO/IEC 17025 y, en todos los casos, prevalece. Cabe destacar que el límite de detección exigido se describe en el Reglamento de calidad del suelo 2022 (apéndice B).

⁸ NEN son las siglas de "Nederlands Normalisatie-Instituut" (Instituto Holandés de Normalización)

3.2.5 Evaluación de la calidad según los valores de referencia

Las características químicas medidas se indican en un formato estándar para la declaración ambiental. Para normalizar los valores medidos hay que seguir dos pasos.

Paso 1 Se corrigen los valores medidos inferiores al límite de detección. En este caso es importante que se utilicen límites de detección erróneos si éstos son superiores al primer valor umbral. En este caso, el valor debe multiplicarse por 0,7.

Paso 2 Se corrigen los valores para un suelo estándar con un 10% de materia orgánica y un 25% de arcilla. En el caso de la dispersión en agua salada, esto no es aplicable, ya que no se dan las condiciones de suelo estándar.

La conversión o normalización de las concentraciones medidas con la corrección del tipo de suelo a suelo estándar tiene lugar para cada concentración medida individual, antes de realizar otros cálculos, como la determinación de la concentración media de dos o más mediciones en el mismo suelo o lote. Para la conversión se utilizan los porcentajes medidos de materia orgánica y arcilla. El porcentaje de materia orgánica se determina de acuerdo con la norma NEN 5754, y el porcentaje de arcilla es igual al porcentaje en peso de los componentes minerales con un diámetro inferior a 2 µm, en relación con el peso seco. La conversión de las concentraciones medidas de sustancias en concentraciones de sustancias en un suelo estándar se realiza mediante la siguiente fórmula para todas las categorías de uso benéfico de los sedimentos. Además, para las actividades de dragado marítimo, se requiere una declaración ambiental de la calidad del suelo (capítulo 2.1) para demostrar la validez de cualquiera de estas aplicaciones.

Esta fórmula utiliza un valor mínimo de materia orgánica y arcilla para varios de los componentes. La corrección de los valores de calidad de acuerdo con lo anterior se considera compleja. Por ello, los métodos analíticos se agrupan en los Países Bajos en un software de automatización denominado botova o en otras herramientas propias.

$$G_s = G_m * ((A + B * 25 + C * 10) / (A + B * \%clay + C * \%OM))$$

| | | |
|-------|---|---|
| G_s | = | Concentración normalizada de una sustancia |
| G_m | = | Concentración medida de una sustancia |
| A | = | Constante de base específica de la sustancia |
| B | = | Constante específica de la sustancia para la arcilla |
| C | = | Constante específica de la sustancia para la materia orgánica |

Los valores de los coeficientes basados en sustancias A,B y C se incluyen en el apéndice A.

En general, si el suelo entra dentro de las categorías "azules" de **Error! Reference source not found.**, la aplicación está permitida en términos de calidad del suelo. En este caso, también hay que tener en cuenta la calidad del suelo del terreno receptor o del lecho de agua. La aplicación no está permitida si el suelo receptor es de categoría "azul" y el material dragado es de categoría "naranja" o "rojo".

Si el material se clasifica como "rojo" y, por tanto, supera los valores de intervención, se considera residuo. Para reutilizarlo, se puede demostrar su validez realizando una prueba de lixiviación de sedimentos (pruebas adicionales). Los materiales de desecho no forman parte del Decreto de calidad del suelo.

3.3 Evaluación holandesa de impacto ambiental (MER)

El MER es el equivalente neerlandés de los procedimientos de evaluación del impacto ambiental utilizados habitualmente a escala internacional. Por lo general, no es necesario realizar una evaluación MER completa. En su lugar, la aplicación legislativa holandesa determinará qué aspectos del MER son relevantes para la actividad y ubicación consideradas.

El proceso de MER en los Países Bajos es una herramienta fundamental para evaluar tanto el impacto ambiental como el socioeconómico de las propuestas de dragado. Examina sistemáticamente cómo puede afectar el proyecto a

ASESORAMIENTO POLÍTICO Y TÉCNICO SOBRE LOS USOS BENÉFICOS DE LOS SEDIMENTOS MARINOS DRAGADOS EN COLOMBIA, INCLUIDAS LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA.

la calidad del agua, los ecosistemas y las comunidades circundantes, y exige una comparación de alternativas (incluida la hipótesis de "no actuar") con sus respectivos impactos. La legislación neerlandesa (en consonancia con las Directivas de la UE sobre EIA) exige que los proyectos de dragado que puedan afectar significativamente al medio ambiente, como las grandes ampliaciones de puertos, la profundización de canales de navegación o la eliminación de lodos de dragado, elaboren un informe MER. El informe MER debe someterse al examen independiente de la Comisión de Evaluación Ambiental de los Países Bajos (Commissie m.e.r.). En el informe MER deben evaluarse todos los efectos ambientales, tanto los impactos adversos como los beneficios potenciales. Esto incluye

- aumento de la turbidez del agua
- dispersión de sedimentos,
- pérdida o creación de hábitats,
- ruido del dragado,
- cualquier efecto sobre la pesca o las actividades recreativas,
- salud y seguridad públicas (por ejemplo, mejora de la seguridad frente a inundaciones por el dragado de ríos).

El MER suele incluir estudios de modelamiento (de plumas de sedimentos, liberación de contaminantes, etc.), estudios de campo (por ejemplo, ecología de referencia) y consultas a las partes interesadas.



| | |
|---|--|
| <p>Plan Plan (el proyecto o actividad propuesto)</p> <p>Initiatiefnemer Iniciador (el proponente o desarrollador del proyecto)</p> <p>Is een milieueffectrapport nodig? ¿Se requiere una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)?</p> <p>Bevoegd gezag Autoridad competente (el organismo gubernamental responsable de la toma de decisiones)</p> <p>Publicatie van het plan in de krant Publicación del plan en el periódico</p> <p>Opstellen notitie over gewenste inhoud milieueffectrapport Redacción de una nota sobre el contenido deseado del Informe de Impacto Ambiental</p> <p>Commissie kan adviseren over gewenste inhoud milieueffectrapport La comisión puede asesorar sobre el contenido deseado del Informe de Impacto Ambiental</p> <p>Iedereen kan zienswijzen indienen Todos pueden presentar opiniones/comentarios (consulta pública)</p> | <p>Notitie over gewenste inhoud milieueffectrapport definitief maken Finalización de la nota sobre el contenido deseado del Informe de Impacto Ambiental</p> <p>Milieueffectrapport opstellen Elaboración del Informe de Impacto Ambiental</p> <p>Milieueffectrapport ter inzage Informe de Impacto Ambiental disponible para inspección pública</p> <p>Commissie toetst milieueffectrapport La comisión revisa el Informe de Impacto Ambiental</p> <p>Bevoegd gezag besluit over plan en maakt dit bekend La autoridad competente decide sobre el plan y anuncia la decisión</p> <p>Start uitvoering Inicio de la implementación</p> <p>Monitoring en evaluatie van effecten Monitoreo y evaluación de los efectos</p> <p>Commissie kan adviseren over monitorings- en evaluatierapport La comisión puede asesorar sobre el informe de monitoreo y evaluación</p> |
|---|--|

Figura 3-1 Procedimiento de la Comisión de Evaluación Ambiental de los Países Bajos (Commissie m.e.r.).

3.4 Ley de flora y fauna

Los proyectos también deben considerar los impactos sobre la fauna y la flora acuáticas, tanto para cumplir con los objetivos de estado ecológico de la DMA (CE, 2018) como con la Ley de Conservación de la Naturaleza dentro de las últimas leyes ambientales (Rijksoverheid, 1979; Rijksoverheid, 2016) que implementa las directivas Natura 2000 de la UE. En las zonas sensibles o protegidas, los calendarios y métodos de dragado se ajustan para minimizar las perturbaciones. Por ejemplo, el código de prácticas de protección de especies de RWS especifica que el periodo de dragado preferido es en otoño (septiembre-octubre) para evitar las épocas de reproducción, y la fecha exacta de la operación la fija un profesional en ecología. También exige dejar al menos el 25% de la vegetación subacuática y el fondo inalterados durante el dragado de mantenimiento de , de modo que se preserve parcialmente el hábitat. Estas medidas protegen las zonas de desove de los peces, las aves acuáticas y las plantas acuáticas. Además, si el dragado se realiza cerca de lugares Natura 2000 o afecta a especies protegidas, se necesita un permiso natural que incluirá condiciones como zonas tampón alrededor de las madrigueras de los animales o paradas estacionales de los trabajos. Además, al presentar el permiso ambiental se debe realizar una comprobación del indicador de especies protegidas (BeSI).

Una vez obtenido un permiso ambiental para la extracción de minerales superficiales, como arena, en zonas marinas y ribereñas, se suele especificar una cantidad o área máxima de material. La parte que recolecta el material es propietaria del mismo una vez extraído del cuerpo de agua.

El modelo de distribución de beneficios para los propietarios iniciales de los sedimentos (principalmente entidades gubernamentales) depende de la situación y el tipo de aplicación del material en cuestión. Esto podría ser cualquiera de las siguientes:

- 1) Mejora de la situación natural mediante la extracción de material. Por ejemplo, al profundizar canales con fines económicos.
- 2) Uso directo del material en aplicaciones relevantes para entidades gubernamentales, como su reutilización como suplementos de arena.
- 3) Ahorro en costos de dragado al evitar los costos que debería pagar el propietario del canal por la eliminación de los materiales de dragado.
- 4) En caso de autorización completa para la extracción económica de recursos crudos, es común solicitar una tarifa mensual por el uso del sitio o una tarifa fija por el permiso.

En primer lugar, los permisos para la recolección de material se otorgarán únicamente bajo condiciones estrictas, como que el material esté limpio, se monitoree continuamente, se recolecte mediante técnicas adecuadas y no se venda comercialmente. Todos estos requisitos deben informarse constantemente al organismo gubernamental que otorga el permiso. Además, la parte comercial debe cumplir con las directrices vigentes para materiales de dragado, lo que significa que ningún material contaminado puede utilizarse para fines como la venta directa o su esparcimiento en el mar.

3.5 Criterios socioeconómicos

Al evaluar el impacto ambiental del dragado, las autoridades neerlandesas exigen que las propuestas demuestren su justificación social, equilibrando el desarrollo económico con la protección del medio ambiente. Para ello se utilizan

- Criterios socioeconómicos, como la rentabilidad de la mitigación. La política neerlandesa exige medidas compensatorias, que son esencialmente inversiones para garantizar que no haya pérdida neta de valor ecológico o ambiental.
- Análisis costo-beneficio, incluidos los costos ambientales (en neerlandés: MilieuKostenIndicator - MKI)
- Aceptación de las partes interesadas
- Distribución de impactos

Una característica distintiva de la evaluación de proyectos neerlandesa es el análisis social de costos y beneficios (MKBA - "Maatschappelijke Kosten-Baten Analyse"). En los grandes proyectos de dragado e infraestructuras marítimas se suele realizar un MKBA para cuantificar en términos monetarios los beneficios esperados (por ejemplo, mejora del acceso marítimo, reducción del riesgo de inundaciones, desarrollo económico) frente a los costos (tanto los directos como los ambientales y sociales). Las organizaciones ambientales y los organismos gubernamentales utilizan estos análisis para fundamentar sus decisiones ilustrando las compensaciones en unidades comunes.

A menudo, esto también se demuestra mediante un análisis multicriterio en el que los impactos ambientales reciben una representación o puntuación monetaria junto con los criterios económicos, como se muestra a continuación.

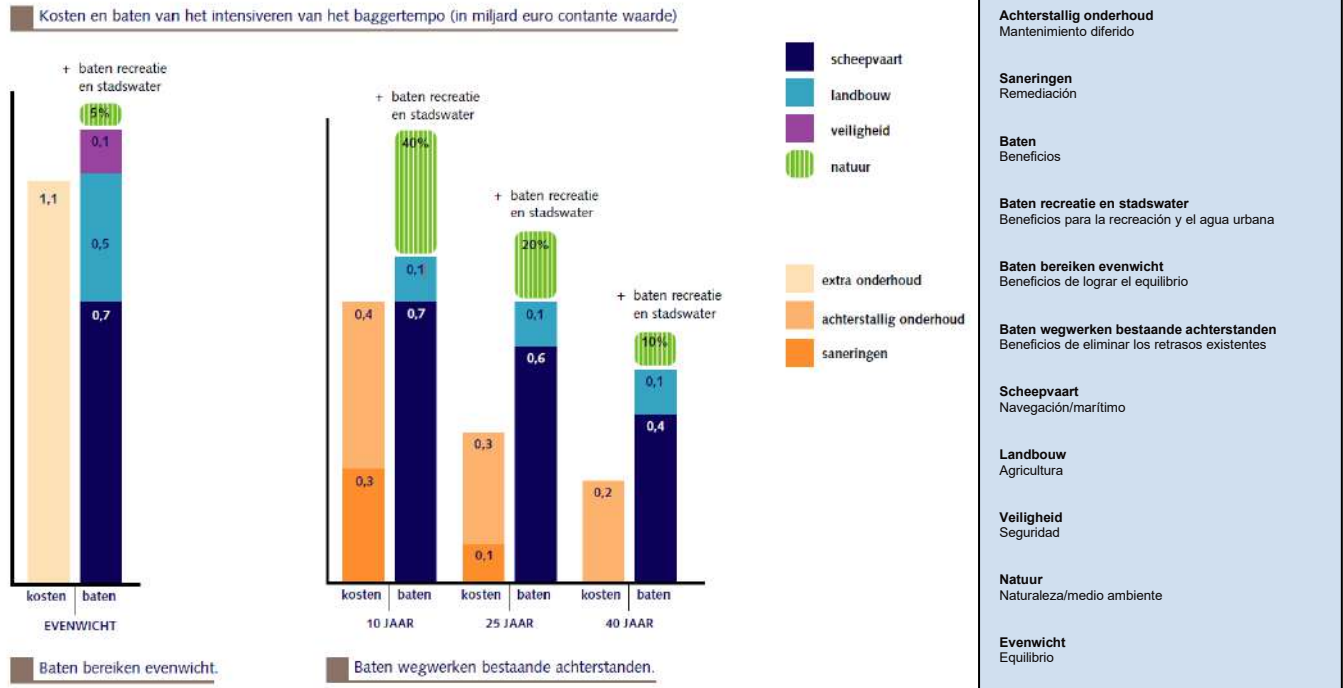


Figura 3-2 Análisis coste-beneficio social de la intensificación de la velocidad de dragado

Además, la política neerlandesa hace hincapié en la "inversión preventiva": invertir pronto en protección ambiental para ahorrar costos mayores más adelante.

Una actividad de dragado que, por ejemplo, evite mayores costos futuros (como la restauración ambiental o los daños por inundaciones) puede considerarse favorablemente como una inversión prudente. Por el contrario, si el riesgo ambiental es alto y el beneficio económico bajo, el proyecto puede considerarse insostenible.

Al incorporar estos criterios, los Países Bajos alinean la gobernanza del dragado con los objetivos más amplios del desarrollo sostenible: garantizar que los beneficios económicos de las infraestructuras marítimas no se produzcan a expensas de los servicios ecosistémicos y el bienestar social. Este enfoque global, que combina normas ambientales rigurosas con una evaluación socioeconómica, ayuda a los reguladores y a las organizaciones ambientales neerlandesas a tomar decisiones equilibradas sobre si deben realizarse actividades de dragado, dónde y cómo.

3.6 Seguimiento y control de las operaciones

El dragado marino en aguas neerlandesas suele realizarse con grandes dragas tolva de succión de arrastre operadas por grandes contratistas internacionales, entre ellos empresas como Boskalis, Van Oord y DEME. Los Países Bajos participan en múltiples acuerdos internacionales sobre medio ambiente, como el Convenio OSPAR, cuyo objetivo es proteger los ecosistemas marinos de la región del Atlántico Nororiental. En consecuencia, las operaciones de dragado deben ajustarse tanto a las obligaciones internacionales como a la normativa ambiental nacional. La estrategia marina neerlandesa de conformidad con la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina (MSFD) incluye ahora descriptores como la integridad del fondo marino y el estado de la red trófica que el dragado debe tener en cuenta como parte de la consecución del "Buen Estado Ambiental".



Figura 3-3: Métodos típicos de esparcimiento de sedimentos marinos en zonas marítimas y costeras. Fuente: Departamento holandés de Vías Navegables y Obras Públicas

Los contratistas que realizan obras de dragado deben cumplir las condiciones establecidas en sus permisos ambientales. Entre ellas figuran disposiciones relativas a la gestión adecuada de los sedimentos dragados, la programación de las actividades para evitar los periodos ecológicamente sensibles y la realización de un seguimiento continuo. Todas las responsabilidades y salvaguardias ambientales están claramente especificadas en los documentos de los permisos, incluida la adhesión al principio del "deber de diligencia", que garantiza una gestión ambiental responsable a lo largo de todo el proyecto.

La supervisión ambiental desempeña un papel fundamental en los proyectos de dragado. Se realiza una recogida continua de datos para controlar el cumplimiento de los umbrales de calidad del agua, especialmente los relacionados con la turbidez. Los límites de sedimentos en suspensión, a menudo expresados como aumentos máximos admisibles en unidades NTU o mg/L, en relación con los niveles de fondo, suelen especificarse a determinadas distancias de la actividad o en zonas de importancia ecológica. Si se superan los umbrales, se exige a los contratistas que modifiquen o suspendan las operaciones para evitar un mayor impacto.

Los programas de seguimiento suelen estructurarse en tres fases:

- Seguimiento previo a la construcción (de referencia), para evaluar las condiciones ambientales iniciales, como la claridad del agua, la calidad de los sedimentos y la ecología bentónica.
- Control del cumplimiento durante las operaciones, para garantizar que las actividades en curso se mantienen dentro de los límites reglamentarios, como la dispersión aceptable de la pluma de sedimentos o las concentraciones de contaminantes.
- Control posterior a la construcción, para evaluar la recuperación ecológica y determinar si la calidad ambiental vuelve a niveles aceptables.

Además de la turbidez, otros parámetros controlados pueden ser los niveles de oxígeno disuelto, los contaminantes químicos (sobre todo cuando se trata de sedimentos contaminados) y, a veces, el ruido o las vibraciones submarinas, especialmente cuando hay especies marinas como mamíferos o poblaciones de peces sensibles.

Aunque se hace un seguimiento de múltiples indicadores, la turbidez suele ser el principal foco de atención debido a su conexión directa con el dragado y su influencia medible en la penetración de la luz y la salud acuática. Los proyectos de dragado modernos suelen incorporar sistemas de seguimiento adaptativo, en los que los datos se evalúan prácticamente en tiempo real. Esto permite ajustes operativos inmediatos, como la reducción de la intensidad del dragado o el despliegue de medidas de control, como cortinas de limo, cuando se detecta una turbidez elevada.

Todas las mediciones sobre el terreno y los análisis de laboratorio deben cumplir los protocolos de garantía de calidad establecidos. La calidad del agua suele comprobarse con sensores in situ (turbidímetros, OBS, sensores ópticos de

retrodispersión y, a veces, ADCP⁹ para el flujo de sedimentos). Los datos recogidos se presentan a las autoridades competentes, como el RWS o las juntas regionales del agua, o se someten a revisión. Este seguimiento global y el marco de supervisión reglamentaria garantizan que las actividades de dragado se lleven a cabo dentro de unos límites aceptables desde el punto de vista ambiental y que los ecosistemas marinos estén protegidos de forma eficaz. Para más información sobre la metodología de seguimiento global, los equipos y su aplicabilidad en Colombia, consulte el Apéndice K.

Los Países Bajos fueron de los primeros en adoptar el enfoque de "monitorización adaptativa" para el dragado, según el cual la estricta monitorización inicial puede relajarse si los impactos se sitúan sistemáticamente por debajo de los umbrales o, a la inversa, las operaciones se modifican si se producen efectos inesperados. Este estilo de gestión adaptativa basada en el riesgo se ha ido incorporando gradualmente a las orientaciones y las condiciones de los permisos desde principios de la década de 2010, lo que refleja un uso más dinámico de los criterios técnicos en lugar de normas fijas por sí solas.

Además, en los Países Bajos está en vigor la Ley de Cuidado Responsable. La ley de cuidado responsable implica lo siguiente:

- La legislación actual implica descripciones detalladas de las limitaciones según los lugares de dragado
- No se permite el vertido en lugares con otra finalidad (recogida de arena, cables y tuberías, flete de buques).
- No se permite la eliminación en las zonas con mariscos.
- No se permite la eliminación a menos de 1500 metros de zonas tranquilas o de cría de focas, a 1000 metros de bancos de marisco vivo y a 500 metros de otros usos funcionales.
- No se permite la eliminación en zonas dedicadas a parques eólicos, plataformas de petróleo/gas, zonas de anclaje y zonas militares.
- No está permitido el vertido a menos de 100 m de embarcación naufragada.

⁹ ADCP = Perfilador acústico de corriente Doppler

4 Metodología para determinar los valores de línea base y valores umbrales de calidad química de los sedimentos marinos dragados



Capítulo 4 – Resumen Ejecutivo

En este capítulo se describen los pasos que han dado los Países Bajos para determinar sus valores umbrales de calidad de los sedimentos. Estos valores umbrales se basan principalmente en los valores de línea base. Los umbrales se utilizan para evaluar la clase específica de calidad de los sedimentos en función de su finalidad. La sección 4.1 ofrece una visión general de los valores umbrales según el Ministerio neerlandés, mientras que la sección 4.2 ofrece una visión técnica de los métodos analíticos para determinar los valores umbral. Cada una de las subsecciones se centrará en los métodos analíticos detallados para obtener estos valores.

Las principales conclusiones de este capítulo:

- Los valores umbrales se utilizan para evaluar la clase de calidad específica de los sedimentos en función de su finalidad, por ejemplo, su aplicación en tierra y en el mar y, como tales, también pueden variar en función de su finalidad.
 - En los Países Bajos, los valores umbrales más bajos se basan principalmente en valores de línea base naturales (medio ambiente sano). El principio es que cualquier sustancia/material añadido no debe dañar/contaminar aún más el medio ambiente al que se aplica.
 - En los Países Bajos, los valores umbrales superiores se determinan principalmente mediante modelos que utilizan relaciones dosis-respuesta.
-

4.1 Marco analítico aplicado en los Países Bajos para determinar las directrices de calidad de los sedimentos

Los valores umbrales para la aplicación de materiales dragados en los Países Bajos se basan en una norma de evaluación general. Esto significa que el punto de partida es un medio ambiente sano. Todo lo que se añada al medio ambiente ("la aplicación benéfica") no puede contaminarlo aún más. En los Países Bajos y el resto de la UE se investiga mucho sobre lo que se percibe como medio ambiente sano o "punto de partida". El Ministerio de Medio Ambiente holandés justifica los valores umbrales en cada categoría de uso benéfico como se muestra en **Error!** **Reference source not found.**

Tabla 4-1: Justificación de los valores umbrales en cada categoría de uso benéfico (fuente: *informatiepunt leefomgeving*)

| Norma | Ubicación | Designación en leyes y reglamentos antiguos | Relación con actividades perjudiciales para el medio ambiente u otras normativas | Justificación |
|--|---|--|---|--|
| Requisito de calidad en agricultura y ecosistemas naturales | Apéndice B de la Tabla 1 del decreto Reglamento de calidad del suelo 2022 | Valores de línea base (AW2000) (Reglamento de calidad del suelo 2022) | <ul style="list-style-type: none"> - Material dragado con concentraciones superiores a los valores de intervención. - Material dragado con concentraciones iguales o inferiores a los valores de intervención. - Aplicación de tierra o material de dragado a la tierra - Aplicación de piedra de mina o piedra de mina mezclada - Remediación del suelo - Aplicación de tierra a gran escala (requisito de calidad de la industria) - Almacenamiento de tierra - Incluido como norma en la dote para permitir la construcción en un lugar de suelo frágil. | Calidad existente en zonas "limpias". El suelo es y sigue siendo apto para cada función del suelo. |
| Requisito de calidad para en zonas residenciales | Apéndice B, Tabla 1, Reglamento de calidad del suelo 2022 | Valor máximo Residencial (Reglamento de calidad del suelo 2022) | Las mismas actividades que para los requisitos de calidad para la agricultura o la naturaleza | Garantizar el estado adecuado sostenible del suelo para fines residenciales, en función de los riesgos para las personas y el medio ambiente. |
| Requisito de calidad en zonas Industriales | Apéndice B, Tabla 1, Reglamento de calidad del suelo 2022 | Valor máximo Industria (Reglamento de calidad del suelo 2022) | Las mismas actividades que para los requisitos de calidad para la agricultura o la naturaleza | Garantizar un estado del suelo adecuado y sostenible para la función industrial, en función de los riesgos para las personas y el medio ambiente |
| Valor de intervención calidad del suelo o requisito de calidad moderadamente contaminado | Anexo IIA del Bal y anexo B, cuadro 1, Reglamento de calidad del suelo 2022 | Valor de intervención del suelo terrestre (Remediación circular del suelo) (, 1 de julio de 2013) | Las mismas actividades que para los requisitos de calidad para la agricultura o la naturaleza | Presencia de posibles riesgos inaceptables para las personas o el medio ambiente con un uso estándar del suelo o valor ecológico |
| MTR humano y TCL o umbrales de olor | Anexo VB y anexo XIII B, Bk1 | MTR umbrales humanos y TCL u olor (Apéndice 2, (Circular sobre la rehabilitación del suelo), 1 de julio de 2013) | - Condición para determinar el valor para permitir la construcción en un lugar sensible para el suelo - Hallazgo fortuito | Presencia de posibles riesgos inaceptables para los seres humanos basados en la exposición a lo largo de toda la vida |
| Requisito de calidad para el suelo de baja emisión (valor de prueba de emisión y valor máximo de emisión) | Apéndice B, Tabla 3a, Reglamento de calidad del suelo 2022 | Valores de ensayo de emisiones y valores máximos de emisiones (Reglamento de calidad del suelo 2022) | Aplicación de suelo a gran escala | Protección de la calidad del suelo, las aguas subterráneas y las aguas superficiales |
| Marco de pruebas para la aplicación de | Apéndice B, Tabla 3d, Reglamento de | Marco de evaluación de la Circular de uso de charcos profundos | Aplicar suelo en una charca profunda o en una capa de cobertura de una charca profunda | Protección de la calidad de las aguas superficiales, la calidad del suelo, la |

| Norma | Ubicación | Designación en leyes y reglamentos antiguos | Relación con actividades perjudiciales para el medio ambiente u otras normativas | Justificación |
|---|--|--|---|--|
| suelo adecuado en lagunas profundas | calidad del suelo 2022 | y directrices asociadas para charcos profundos | | calidad de las aguas subterráneas y otros impactos ambientales |
| Requisito de calidad no contaminada (fondo del agua) / Generalmente aplicable (lodos de dragado) | Apéndice B, Tabla 2, Reglamento de calidad del suelo 2022 | Valor de línea base (AW 2000) (Reglamento de calidad del suelo 2022) | - Almacenamiento de material de dragado- Aplicación de tierra o material de dragado en aguas superficiales | Calidad existente en zonas "limpias" |
| Exigencia de calidad ligeramente contaminada | Apéndice B, Tabla 2, Reglamento de calidad del suelo 2022 | Valor máximo clase A (Reglamento de calidad del suelo 2022) | - Almacenamiento de material de dragado- Aplicación de tierra o material de dragado en aguas superficiales | Nivel de recontaminación de los brazos del Rin y protección del ecosistema |
| Requisito de calidad Lecho de agua moderadamente contaminado o con valor de intervención | Apéndice B, Tabla 2, Reglamento de calidad del suelo 2022 | Valor máximo clase B / Lecho de agua de valor de intervención (Reglamento de calidad del suelo 2022) | - Almacenamiento de material de dragado- Aplicación de tierra o material de dragado en aguas superficiales | Presencia de posibles riesgos significativos para las personas, las plantas o los animales |
| Requisito de calidad para esparcir material dragado en tierra | Apéndice B, Tabla 3b, Reglamento de calidad del suelo 2022 | Valor máximo para el esparcimiento de material de dragado en una parcela adyacente (Reglamento de calidad del suelo 2022) | Esparcimiento de material de dragado en tierra | Protección del ecosistema y la salud humana y adecuación de la calidad al uso agrícola |
| Requisito de calidad para el esparcimiento de material dragado en aguas dulces superficiales | Apéndice B, Tabla 3c, Reglamento de calidad del suelo 2022 | Valores máximos para esparcir material de dragado en un cuerpo de agua dulce superficial (Reglamento de calidad del suelo 2022) | Esparcimiento de material de dragado en aguas dulces superficiales | Nivel de recontaminación de los brazos del Rin y protección del ecosistema |
| Requisitos de calidad para el vertido de material de dragado en aguas superficiales saladas | Apéndice B, Tabla 3c, Reglamento de calidad del suelo 2022 | Valores máximos para esparcir material de dragado en un cuerpo de agua superficial salina (Reglamento de calidad del suelo 2022) | Esparcimiento de material de dragado en aguas superficiales salinas | Riesgos significativos para los organismos acuáticos |
| Marco de evaluación para la aplicación de material de dragado adecuado en lagunas profundas | Apéndice B, Tabla 3e, Reglamento de calidad del suelo 2022 | Marco de evaluación de la Circular de reurbanización de lagunas profundas y Directrices asociadas para lagunas profundas | Aplicación de material de dragado en una piscina profunda o en una capa de cobertura de una piscina profunda | Protección de la calidad de las aguas superficiales, la calidad del suelo, la calidad de las aguas subterráneas y otros impactos ambientales |
| Requisitos de calidad para el material de dragado de baja emisión (valor de prueba de emisión y valor máximo de emisión) | Apéndice B, Tabla 3a, Reglamento de calidad del suelo 2022 | Valores de ensayo de emisiones y valores máximos de emisiones (Reglamento de calidad del suelo 2022) | Aplicación de suelo a gran escala | Protección de la calidad del suelo, las aguas subterráneas y las aguas superficiales |

En los párrafos siguientes se exponen las categorías de valores umbrales y los supuestos que se tienen en cuenta para cada ambiente.

4.2 Determinación de los valores umbral

Como se explica en el capítulo 2, las normas neerlandesas sobre suelos y dragados se basan en objetivos. Todas estas normas se basan en diferentes fuentes y diferentes métodos analíticos. **Error! Reference source not found.**

incluye un resumen de las fuentes que componen las normas holandesas para el suelo y los materiales de dragado, junto con el método analítico que se utiliza para derivarlo.

Tabla 4-2: Resumen de las fuentes que componen las normas neerlandesas sobre suelos y materiales de dragado, junto con el método analítico utilizado para derivarlas.

| Norma | Última revisión | Primera fuente de contenido | Método analítico | Sección del informe |
|---|-----------------|---------------------------------------|---|---------------------|
| Aplicación al suelo | | | | |
| Valor de intervención suelo | 2013 | Lijzen et al, 2001 | Empírico | 4.2.1 |
| Valor de línea base del suelo | 2013 | Lame y Nieuwenhuis, 2007 | Empírico | 4.2.1 |
| Suelo de vivienda e industria | 2013 | Dirven et al, 2007 | Teórico | 4.2.1 |
| Aplicación en el agua | | | | |
| Valor de intervención lecho de agua (clase B) | 2013 | Van de berg y Roels, 1991 con ajustes | Teórico, partición de equilibrio (EP) (CSOIL) | 4.2.2 |
| Cama de agua de clase A | 2013 | CSO, 2005, Lamé et al., 2007 | Empírico: SLC/SBA | 4.2.3 |
| Esparcimiento en el mar | 2013 | ERM/PEL | Empírico: ERM/PEL | 4.2.4 |

La derivación de las normas para la calidad de los sedimentos (**Error! Reference source not found.**) utiliza la Guía técnica de la UE para derivar normas de calidad ambiental (CE, 2018) como directriz principal. Además, se basa en las siguientes opciones generales:

- 1) La norma estándar europea para el agua es la primera norma. Después se evalúan también la biodisponibilidad y la concentración de línea base.
- 2) Las normas para los sedimentos se basan idealmente en pruebas de sedimentos, pero si sólo se dispone de pruebas de agua se utiliza un enfoque de partición de equilibrio.
- 3) Para elegir el mejor método de determinación se recurre a decisiones sociales:
 - a) Pruebas de laboratorio en lugar de pruebas de campo
 - b) Utilizar la exposición crónica NOEC (concentración sin efecto observado) como punto final en lugar de EC50 (efecto para el 50% de la población), que se utiliza más para la dosis aguda.
 - c) Se utiliza una norma que debe ser la más estricta.
 - d) Preferencia por las pruebas ecotoxicológicas en lugar de los ensayos acuáticos.
 - e) No utilizar toxicidades combinadas.
 - f) Se utilizan factores de seguridad cuando no hay datos o éstos son escasos.

Los métodos analíticos descritos en **Error! Reference source not found.** se explican con más detalle en las secciones 4.2.1 a 4.2.4. Todas las demás normas no incluidas en Tabla 4-2 se tratan en la Sección 4.2.5.

4.2.1 Aplicación en tierra

La aplicación de sedimentos en tierra está regulada por el Reglamento de calidad del suelo 2022. Este tiene en cuenta los distintos usos de la tierra y los valores de contaminación que son suficientes para esta función del suelo.

Los valores umbrales para estas clases se estiman basándose en el grado promedio de contaminación química de estas clases de suelo en los Países Bajos (valor de línea base/AW). Esto se ajusta de acuerdo con la toxicidad estimada en comparación con la función del suelo:

Se han elaborado escenarios de riesgo para 7 funciones diferentes del suelo (incluidas las subfunciones) sobre la base de:

- cantidad de contacto humano con el suelo: contacto considerable o escaso;
- cantidad de consumo de los cultivos: nulo, limitado, medio, considerable;
- protección de la producción agrícola: existe o no existe;
- protección de los ecosistemas (genérica): escasa, media, elevada;
- protección de los ecosistemas teniendo en cuenta la biomagnificación: escasa, media, elevada.

Las 7 funciones del suelo se han agrupado finalmente en tres clases de funciones del suelo. Para cada clase de función del suelo se ha elaborado una norma genérica de idoneidad sostenible basada en el escenario más susceptible de la clase de función del suelo. La clasificación de las funciones del suelo en clases de función del suelo se muestra en **Error! Reference source not found.** También se muestra el nombre de la norma genérica para la idoneidad sostenible. La función más susceptible se determinó para establecer los valores umbrales en las directrices (valor de línea base, vivienda e industria, como se describe en el capítulo 5)

Tabla 4-3: Clasificación en clases de función del suelo y nombre de la norma del suelo según Lijzen et al. (2001)¹⁹

| Norma de suelo | Funciones del suelo |
|---|---|
| Norma de suelo derivada para la idoneidad sostenible | Funciones del suelo que forman una única clase de función del suelo |
| Valores de línea base | Agricultura, Conservación de la naturaleza, y Huertos/parcelas |
| Valor máximo de vivienda | Residencial con jardín, Lugares donde juegan los niños, y Zonas verdes con valores ecológicos |
| Valor industrial máximo | Otras zonas verdes, desarrollo, infraestructuras e industria |

Los valores de intervención del Reglamento de calidad del suelo 2022 se ajustan directamente a las directrices para la rehabilitación del suelo y las aguas subterráneas (Ministerio de Vivienda, Ordenación Territorial y Medio Ambiente y Ministerio de Transporte, Obras Públicas y Gestión del Agua, 2009) (valor de intervención o valor industrial máximo). De hecho, estos valores se derivan de una evaluación seria del riesgo para los seres humanos y las formas de vida. Esto se basa en pruebas toxicológicas tanto para especies como para seres humanos (relaciones dosis-respuesta), tanto para los sedimentos acuáticos (izquierda) como para el suelo y las aguas subterráneas (derecha).

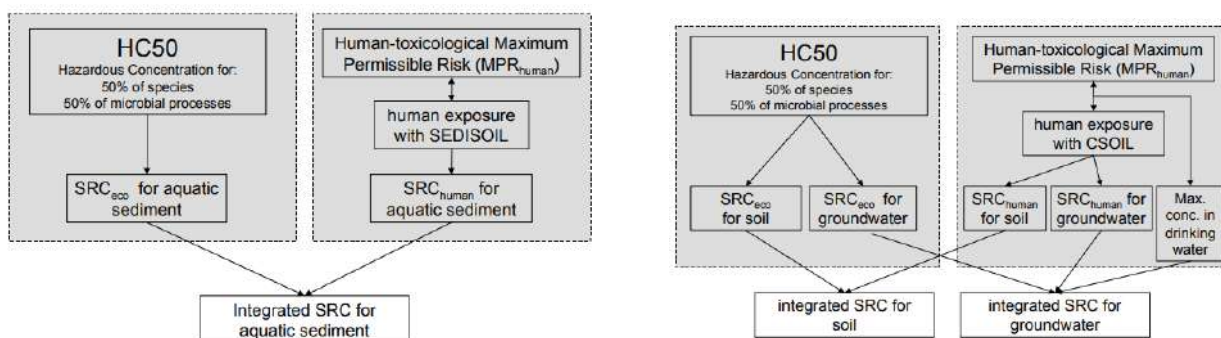


Figura 4-1 : Resumen del procedimiento de determinación de los valores de intervención (criterios de corrección de sedimentos [CRS]) para sedimentos acuáticos, suelos y aguas subterráneas en los Países Bajos (Lijzen et al., 2001).

Los valores de línea base se derivan utilizando el AW-2000 (valor de línea base de los suelos holandeses). El grupo del proyecto AW-2000 ha optado por determinar los valores de línea base basándose en un percentil 95 de una muestra de compuesta por 100 muestras de suelos superficiales procedentes de la agricultura (80% de las localizaciones) y de reservas naturales (20% de los lugares). Los valores de línea base de todos los diferentes tipos de contaminación se determinan utilizando estas concentraciones medidas en combinación con los datos existentes.

Recientemente se han obtenido y propuesto al Ministerio nuevos valores de línea base, que aún no se han aplicado. Estos valores de línea base se obtuvieron utilizando dos conjuntos de datos nacionales:

- Base de datos AW-2000
- Atlas Geoquímico de los Países Bajos.

Todas las muestras que constituyeron la base de los valores AW-2000 se volvieron a analizar en 2018 con un disolvente diferente (Aqua nitrosa). Además, se utilizó la base de datos nacional del Atlas Geoquímico. Las muestras se muestrearon por todo el territorio de Países Bajos en lugares insospechados. Se utilizó el percentil 95 (P-95) para determinar los valores finales por elemento. Se trata de un valor común que se utiliza para mantener un alto nivel de protección al tiempo que se reconocen los valores extremos.

4.2.2 Aplicación en aguas dulces superficiales - Clase B

En general, para los metales, metaloides y otros oligoelementos se han desarrollado funciones de transferencia aeróbica para evaluar su impacto en la protección de las aguas superficiales. Estas funciones se basan en las concentraciones disueltas máximas admisibles en las aguas superficiales, siguiendo las normas de la Directiva Marco Europea del Agua (DMA). Estas normas garantizan que la aplicación de tierra o sedimentos dragados no comprometa los objetivos de calidad del agua fijados por la Directiva Marco del Agua. Describen el comportamiento químico en entornos ricos en oxígeno, garantizando que éste no actúe como factor limitante. Las funciones de transferencia se basan en relaciones de partición química (partición de equilibrio), que describen cómo se distribuyen las sustancias entre las fases sólida y disuelta (móvil). Este enfoque proporciona una estimación fiable de cómo se liberarán los metales del suelo o del material de dragado una vez aplicados.

Los valores de intervención o valores máximos clase B se basan en los riesgos humanos y ecológicos. El valor más bajo de los dos se considera un valor de Intervención tanto para el suelo como para los sedimentos (Figura 4-2).

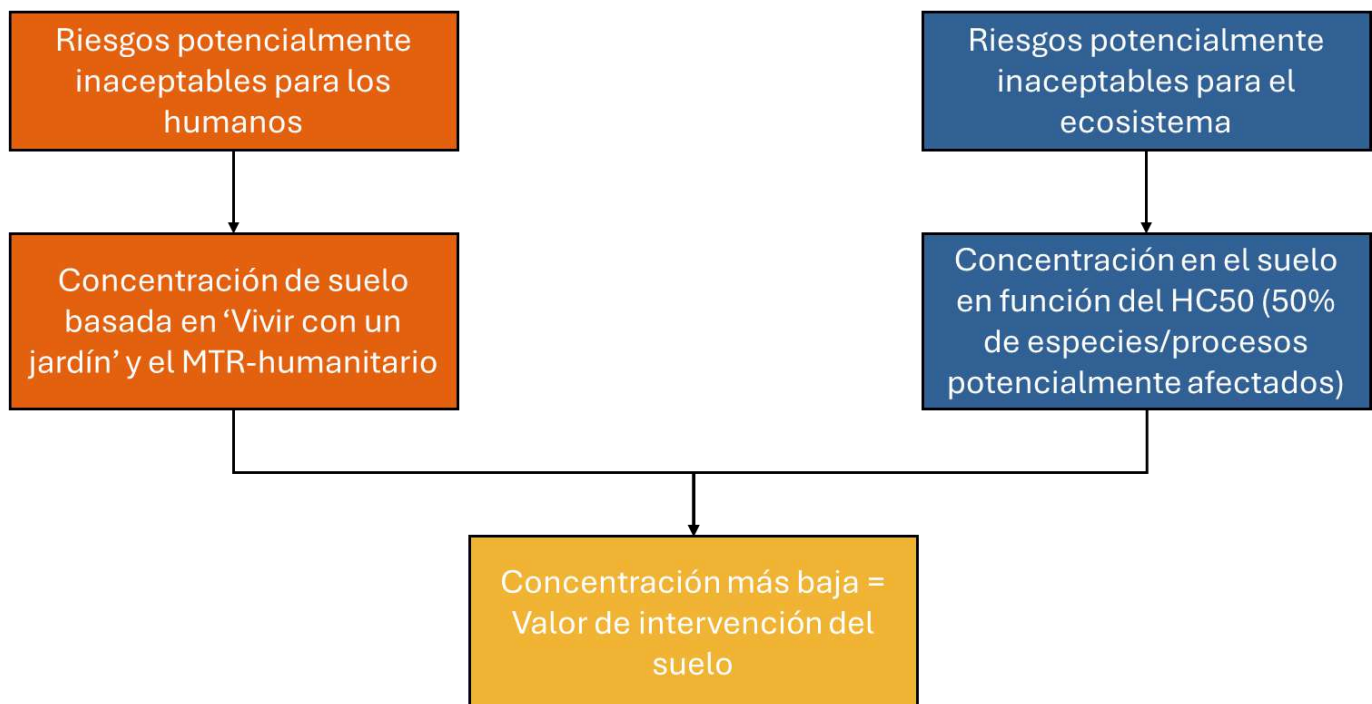


Figura 4-2: Resumen esquemático del procedimiento de obtención de umbrales de riesgo para los seres humanos y para el ecosistema. El valor más bajo es la propuesta de valores de intervención calidad del suelo²⁰

Los valores de intervención para sedimentos acuáticos de AW-2000 se han mantenido como base ambiental (Lijzen et al., 2001). La fundamentación de esto se puede encontrar en varias publicaciones (Van den Berg, 1994; Kreule, 1995; Kreule & Swartjes 1997), respectivamente. Estos investigadores utilizan el modelo CSOIL. El modelo CSOIL calcula el grado de exposición de las personas a las sustancias presentes en el suelo a lo largo de su vida. Comparándolo con un valor límite basado en la salud (el MTRhumano¹⁰) se puede evaluar hasta qué punto la

¹⁰ MTRhuman = Riesgo máximo tolerable para los seres humanos

exposición puede provocar riesgos inaceptables. El modelo CSOIL también puede utilizarse para determinar el valor límite de riesgo último en el suelo para los seres humanos. Esto es posible para diversas funciones y usos del suelo.

En comparación con las directrices originales AW-2000, posteriormente se han introducido pequeños cambios. En el caso de los metales, el cuantil del 5% se determinó a partir de una base de datos de clase 3 y 4, correspondiente a fondos de cuerpos de agua contaminados en los brazos del río Rin. El P95 se comparó con los valores de intervención de AW-2000 y el mayor de estos dos valores se ha convertido en el nuevo valor de intervención.

4.2.3 Aplicación en aguas dulces superficiales - Clase A

El valor máximo genérico clase A se basa en el nivel de contaminación (HVN) del río Rin¹¹ y sus tributarios¹². Este HVN se basa en los contenidos medidos por Lobith en sólidos en suspensión convertidos a suelo estándar (25% de arcilla y 10% de materia orgánica). Sin embargo, el HVN de tributarios del Rin resultó encontrar problemas prácticos para algunas sustancias. Se han realizado ajustes en el HVN por diversas razones:

- Dado que el valor máximo de la clase A se aplica tanto a la aplicación como al esparcimiento en agua dulce, se ha realizado una comparación con las normas de esparcimiento en agua salada (Salt Dredging Test; ZBT - "Zoute Baggertoets"). A escala internacional, no es aceptable que los Países Bajos sean más estrictos con las aguas dulces que con el esparcimiento en el mar. Esto sugeriría un "vertido" en el mar.
- Se han normalizado tres sustancias adicionales que se incluyen en el paquete de sustancias para el suelo y las aguas regionales de tierra firme: Ba, Co y Mo. Estas sustancias no se incluyeron en la base de datos HVN. El valor máximo de la clase A es el P95 de una base de datos (en la que sólo se incluyeron algunas juntas de agua) para aguas regionales. Hay otras tres sustancias en la tabla del Reglamento de calidad del suelo 2022, a saber, V, Sb y Sn, que no figuraban en la base de datos HVN. Para ellas no se ha fijado ningún valor máximo de la clase A. En el caso de estas sustancias, una superación del Valor de línea base pasa automáticamente a la clase de juicio B.
- Se han elevado seis estándares porque el Valor de línea base es superior al HVN P95: suma DDD/DDE/DDT, endrina, dieldrina, total de drinas, hexaclorociclohexano (-HCH) y total de HCH. Para estas sustancias, el valor máximo de la clase A es igual al valor de línea base.

4.2.4 Propagación en aguas superficiales

En general, la mayoría de los valores de ensayo de los umbrales de las aguas superficiales parecen corresponderse razonablemente bien con la ERM (Effect Range Median) utilizada internacionalmente, que indica el nivel por encima del cual se consideran probables los efectos biológicos negativos (nivel ER) (Stronkhorst & Hattum, 2003). El nivel de riesgo de las normas ZBT no está del todo claro: en el caso de los metales, la ERM en sedimentos es superior a la norma de dispersión en agua salada; en el caso de los policlorobifenilos (PCB) y el hexaclorobenceno (HCB), el nivel actual en sedimentos es inferior.

Algunas sustancias se desvían de la lista original de umbrales. Es estándar de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos - HAP (suma 10) se basa en investigaciones norteamericanas de finales de los 90 (8 mg/kg). La suma 7-PCB se basa en una ERM de 90 ug/kg d.s (la norma ZBT es 100) (Stronkhorst et al., 2003). Los HAP y PCB individuales tienen efectos similares en los organismos. Por ello, el sistema de evaluación se ha simplificado utilizando criterios para los parámetros "suma 10-PAH" y "suma 7-PCB".

El más reciente es el criterio del tributilestano (TBT). Basándose en experimentos de laboratorio de Stronkhorst sobre la supervivencia de organismos bentónicos marinos (incluidos anfípodos y bardana) expuestos a sedimentos contaminados con TBT, se obtuvo un umbral promedio de 90 ug Sn/kg d.s. (la norma ZBT varía entre 100 y 250).

Para la dispersión en agua salada no se realiza ninguna corrección por tipo de suelo porque la mezcla de lodos y contaminaciones es muy diferente en los fondos marinos. La partición de equilibrio no es aplicable en este caso.

Las sustancias químicas aldrina, endrina, dieldrina, lindano y heptacloro-epóxido ya no se someten a ensayo porque estos organopesticidas ya no están o son poco presentes en el material de dragado marino.

¹¹ HVN significa "Herverontreinigingsniveau" (nivel de recontaminación)

¹² <https://open.rijkswaterstaat.nl/open-overheid/onderzoeksrapporten/@162282/hvn-saneringsdoelstelling-maas/>

4.2.5 Valores umbrales para otras aplicaciones

El esparcimiento en tierra es una aplicación específica que constituye la aplicación estándar para los materiales dragados procedentes de ríos/canales y arroyos. No es aplicable a los sedimentos marinos y, por tanto, sus métodos analíticos no se describen con más detalle.

Los estanques profundos son otra aplicación que es común en tierra pero que también se puede utilizar como aplicación para sedimentos marinos. Cuando se aplica un relleno superficial a estanques profundos, las condiciones hidrológicas locales pueden cambiar significativamente. En un estanque profundo aislado, el agua de su interior está en contacto directo con las aguas subterráneas si se cruza con un acuífero. Sin embargo, cuando el estanque se rellena a menor profundidad, la resistencia hidrológica suele aumentar significativamente una vez que la columna de agua ya no está en contacto directo con el acuífero. La tierra o el material dragado colocado en el estanque forma entonces una capa relativamente impermeable dentro de un entorno más permeable.

Como resultado de esta nueva situación geohidrológica, la cantidad de agua que fluye a través del suelo aplicado o del material dragado es mucho menor que la cantidad de agua que se mueve a su paso en el acuífero. Esto conduce a la dilución hidrológica del agua de poro dentro del material aplicado.

En el caso de sustancias que se encuentran de forma natural en las aguas subterráneas, como los metales, las concentraciones de línea base en las aguas subterráneas deben tenerse en cuenta en la concentración de ensayo. Esto también da lugar a un factor de dilución inferior en comparación con el factor de dilución hidrológica.

La concentración de ensayo (la concentración máxima del agua de poro con la que se sigue alcanzando el objetivo de protección) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$C1 = w(C2 - AW) + AW$$

donde

- C1 concentración de ensayo (en agua de poros)
- C2 concentración en equilibrio con la fase sólida
- AW concentración de línea base en las aguas subterráneas
- w factor de dilución

5 Valores umbrales de los parámetros fisicoquímicos de los sedimentos marinos dragados para cada aplicación



Capítulo 5 – Resumen Ejecutivo

Este capítulo se centra en los valores umbrales en los Países Bajos para la calificación de los sedimentos marinos dragados. Según el Reglamento de calidad del suelo 2022, los valores umbrales dependen de la finalidad de los materiales dragados. En este capítulo se presentan los valores umbrales de los Países Bajos para el esparcimiento en aguas superficiales dulces y saladas (Sección 5.3), la aplicación en tierra (Sección 5.1) y la aplicación en cuerpos de agua (Sección 5.2). Además, los Países Bajos han comenzado recientemente, como excepción, a evaluar los PFAS/PFOA, un criterio adicional para la evaluación de la calidad de los sedimentos además del Reglamento de calidad del suelo 2022 (Sección 5.4). En la sección 5.5 se resumen otras aplicaciones.

Las principales conclusiones de este capítulo son:

- Los valores umbrales en los Países Bajos son relativamente suaves debido a la distinción en diferentes categorías (por lo que se puede ser más específico), los efectos del clima frío y la modelización detallada.
- Existen excepciones, como en el caso de los PFAS, PFOA y PFOS, que han provocado problemas en los Países Bajos, y como medida compensatoria la UE ha prohibido todas las fuentes de PFAS; sin embargo, siguen estando presentes en los sedimentos.

5.1 Para su aplicación en tierra

Para la aplicación en tierra existen 5 clases. Cada concentración medida en el suelo o los sedimentos debe convertirse primero a "suelo estándar", tal como se explica en el capítulo 3, antes de comparar los valores con los valores umbrales del apéndice F.

Una excepción importante a la tabla presentada en el Apéndice F, es que la arena o los sedimentos procedentes del mar no pueden tener una concentración de cloruro superior a 200 mg/kg de materia seca. Cualquier otra excepción puede leerse en las notas de la tabla del Reglamento de calidad del suelo 2022.

5.2 Para la aplicación en agua

Para la aplicación en el agua existen cuatro (4) clases. Cada concentración medida en el suelo o sedimento debe convertirse primero a "suelo estándar", tal como se explica en el capítulo 3, antes de comparar los valores con los valores umbrales presentados en el apéndice G.

Una excepción importante a la tabla presentada en el Apéndice F, es que la arena o sedimento procedente del mar no puede tener una concentración de cloruro superior a 200 mg/kg de materia seca. Cualquier otra excepción puede leerse en las notas de la tabla del Reglamento de la calidad del suelo 2022.

5.3 Para esparcir en aguas superficiales (dulces y saladas)

Los valores umbrales para el esparcimiento de sedimentos en aguas superficiales dulces y saladas se agrupan en una tabla general que se presenta en el apéndice E. Esta normativa incluye un valor umbral inferior y un valor umbral superior, similares a otras normativas internacionales.

Para comprobar si el material dragado está suficientemente limpio para ser esparcido en agua dulce o salada, deben cumplirse dos condiciones:

1. Todas las sustancias analizadas deben cumplir el límite de calidad más estricto (véase la columna 3 (umbral superior) en el apéndice E).
2. La mayoría de las sustancias analizadas deben cumplir un límite ligeramente menos estricto (véase la columna 2 (umbral inferior) en el apéndice E), con algunas excepciones:
 - a. Si se han probado de 2 a 6 sustancias: máx. 1 puede superar el límite.
 - b. Si se han analizado entre 7 y 15 sustancias: máx. 2 pueden superarlo.
 - c. Si se han analizado de 16 a 26: máx. 3 pueden superarlo.
 - d. Si 27-36: máx. 4 pueden superar.
 - e. Si 37 o más: máx. 5 como máximo.

Si una sustancia supera el límite, el exceso debe ser inferior al doble de la cantidad permitida y, en el caso de todas las sustancias (excepto el níquel), el nivel también debe permanecer por debajo del límite de calidad del suelo residencial establecido en el apéndice F.

Además, para decidir si el material dragado está suficientemente limpio para ser esparcido en aguas superficiales saladas, deben cumplirse las dos condiciones siguientes:

1. Todas las sustancias analizadas deben cumplir el límite de la columna 4 del apéndice E, utilizando las concentraciones medidas.
 - a. Excepción: En el caso de hasta dos sustancias no prioritarias (tal como se definen en la Directiva Marco del Agua), la concentración puede ser hasta 1,5 veces superior al límite indicado en la Columna 4. Estas sustancias no prioritarias están marcadas con un asterisco (*).
 - b. Estas sustancias no prioritarias se indican *en cursiva* en la columna 4.
2. Ninguna sustancia analizada puede superar el límite más estricto del apéndice E.

5.4 Excepciones - PFAS/PFOA

Los PFAS (sustancias per- y polifluoroalquílicas), PFOA (ácido perfluoro octanoico) y PFOS (sulfonato de perfluorooctano), no se incluyen tradicionalmente en el Reglamento de calidad del suelo 2022. Como consecuencia de la liberación o gran cantidad de PFAS y PFOA, debido a las elevadas fuentes de emisión, los Países Bajos decidieron introducir una ley de emergencia para los niveles tóxicos de estas sustancias en los suelos neerlandeses (MIW, 2022).

Los valores determinados aquí se utilizan únicamente a efectos de status quo, ya que los problemas son muy problemáticos. Esto significa que la contaminación de estas sustancias no puede superar los niveles actuales medidos a nivel nacional. Localmente, si se pretende limpiar, se utilizan otros niveles de evaluación.

Desde febrero de 2023, todas las fuentes de PFAS en Europa están prohibidas. Sólo se permitirán las fuentes insustituibles o esenciales para la sociedad.

5.5 Excepciones - Otras aplicaciones

Los valores umbrales para el esparcimiento en tierra, la aplicación en lagos profundos y la aplicación de sedimentos no lixiviables a gran escala no se incluyen en este informe y pueden consultarse en línea en el Reglamento de calidad del suelo 2022 (Rijksoverheid, 2025b). Los valores que se aplican a la lixiviación de materiales de construcción no son específicos de los sedimentos. Estos no se incluyen en este reporte pero también se pueden encontrar en el Reglamento de calidad del suelo 2022.



6 Estrategias de adaptación a la variabilidad climática y otros riesgos



Capítulo 6 – Resumen Ejecutivo

Las principales conclusiones de este capítulo son:

- Se ha adoptado una estrategia de adaptación integrada para aumentar la resiliencia y la protección del medio ambiente ante la creciente incertidumbre climática. Un elemento central de este planteamiento es la adopción de evaluaciones de la calidad de los sedimentos basadas en el riesgo. En lugar de aplicar umbrales uniformes, la estrategia hace hincapié en evaluaciones sensibles al contexto que tengan en cuenta las condiciones locales y los escenarios futuros.
 - Otra estrategia central es la integración de la calidad de los sedimentos en políticas más amplias de seguridad del agua y ordenación del territorio, para las zonas continentales y costeras.
 - Ambos factores permiten a los Países Bajos actuar con flexibilidad ante las consecuencias del cambio climático, lo que se refleja en las frecuentes actualizaciones de la normativa en este país y en la adición de nuevos contaminantes a la misma.
-

Los Países Bajos, con su intrincado sistema de vías navegables, son especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático. La subida del nivel del mar, el aumento de las precipitaciones, los fenómenos meteorológicos extremos y los cambios en los patrones de sedimentación plantean retos importantes para el mantenimiento de la calidad de los sedimentos y la gestión de las actividades de dragado. En respuesta, los marcos normativos neerlandeses sobre la calidad de los sedimentos han evolucionado para integrar estrategias de adaptación que mejoren la resiliencia y la protección del medio ambiente ante la creciente incertidumbre climática.

Un elemento central de este enfoque es la adopción de evaluaciones de la calidad de los sedimentos basadas en el riesgo. En lugar de aplicar umbrales uniformes, el sistema neerlandés hace hincapié en evaluaciones sensibles al contexto que tienen en cuenta las condiciones locales y los escenarios futuros. Por ejemplo, los reguladores tienen en cuenta cómo los cambios inducidos por el clima, como la acidificación, el aumento de la velocidad de los flujos, o las sequías prolongadas, podrían alterar la movilidad y biodisponibilidad de los contaminantes en los sedimentos. Esta previsión garantiza que las evaluaciones de riesgos sigan siendo pertinentes incluso cuando las líneas de base ambientales cambien debido al estrés climático. *El Reglamento de la Calidad del Suelo 2022 (Regeling*

bodemkwaliteit 2022), piedra angular de la política de sedimentos, apoya esta flexibilidad al permitir normas específicas para el uso y reubicación de sedimentos, siempre que los riesgos para la salud humana y los ecosistemas se gestionen de forma aceptable.

Otra estrategia fundamental es la integración de la calidad de los sedimentos en políticas más amplias de seguridad del agua y ordenación territorial, en particular las recogidas en el Programa Delta nacional. Reconociendo que el cambio climático está aumentando las presiones de sedimentación tanto en las zonas interiores como en las costeras, la gestión de los sedimentos está ahora directamente vinculada a los esfuerzos de protección contra las inundaciones. Iniciativas como *Room for the River* ejemplifican cómo pueden alinearse el control de sedimentos, la retención de agua y la restauración ecológica. Los sedimentos limpios o remediados se reutilizan a menudo en el refuerzo de diques, la restauración de humedales o la elevación de llanuras aluviales, convirtiendo un posible producto de desecho en un activo de adaptación climática.



7 Estrategias de financiación para implantar SbN



Capítulo 7 – Resumen Ejecutivo

Las principales conclusiones de este capítulo son:

- Las soluciones basadas en la naturaleza ofrecen beneficios rentables y multifuncionales. En los acuerdos de financiación es importante poder destacar estos beneficios.
 - Los incentivos gubernamentales pueden ser clave en la ampliación y aplicación de las SbN.
 - Las SbN reciben un gran estímulo gracias al enfoque basado en objetivos, pero también flexible, que se adopta en los Países Bajos. Los distintos tipos de SbN (por ejemplo, la recuperación de playas, la mejora de la agricultura o la construcción de islas) se fomentan enérgicamente y se describen específicamente en el marco como soluciones benéficas que permiten una evaluación clara.
-

Los Países Bajos, con siglos de experiencia en el manejo del agua y la recuperación de tierras, están a la vanguardia en la adopción de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) para hacer frente a la resistencia al cambio climático, la pérdida de biodiversidad y el desarrollo sostenible. Las soluciones basadas en la naturaleza, como la restauración de humedales, la creación de costas vivas y el uso de vegetación natural para la defensa contra las inundaciones, ofrecen beneficios rentables y multifuncionales. Sin embargo, la financiación de su aplicación sigue siendo un reto crítico. El enfoque neerlandés emplea una combinación de financiación pública, inversión privada, mecanismos financieros innovadores y marcos políticos integrados para apoyar el despliegue de las SbN a gran escala.

El Gobierno neerlandés fomenta un entorno propicio a través de incentivos normativos. Instrumentos políticos como la Ley del Medio Ambiente ("Omgevingswet") simplifican la concesión de permisos para proyectos que integren SbN y ofrecen puntos adicionales o elegibilidad de financiación en el marco de subvenciones espaciales y de adaptación al clima. También se están estudiando cada vez más las ventajas fiscales para la inversión en infraestructuras verdes, sobre todo para los propietarios privados y las empresas dispuestas a incorporar SbN en sus operaciones.

Los programas de financiación europeos también desempeñan un papel importante. Los Países Bajos aprovechan activamente los mecanismos de la UE, como el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), el Programa LIFE y el Mecanismo de Financiación del Capital Natural (NCFF) para apoyar proyectos piloto innovadores de SbN y esfuerzos de ampliación. El acceso a la financiación de la UE suele requerir la cofinanciación de socios neerlandeses, lo que fomenta aún más la colaboración entre sectores.

Otras estrategias de financiación son

- PSA (pago por servicios ecosistémicos) mediante la monetización de aplicaciones benéficas para el medio ambiente
- Asociaciones público-privadas

8 Debate y experiencias



Capítulo 8 – Resumen ejecutivo

Este capítulo incluye las experiencias de las partes contratantes con las normas reguladoras neerlandesas del dragado marítimo y el uso benéfico. Estas experiencias pueden ser utilizadas para evaluar la mejor estrategia para implementar las directrices de calidad de sedimentos en Colombia, basándose en las regulaciones neerlandesas.

8.1 Dragado

Los proyectos de dragado marítimo en los Países Bajos consisten principalmente en rutinas de dragado de mantenimiento. La mayoría de los dragados los realizan las autoridades portuarias (por ejemplo, el puerto de Rotterdam). Estas organizaciones tienen la responsabilidad de realizar el dragado y disponen de pruebas automáticas y de conformidad. Además de ellas, RWS coordina el mantenimiento y el dragado ocasional de las vías navegables marítimas.

La mayoría de las actividades de dragado en los Países Bajos se limitan a los canales de navegación. Estos canales están lejos de los lugares naturales y se dragan con frecuencia a lo largo de la historia (desde múltiples operaciones de dragado al año hasta una cada pocos años) y necesitan el mantenimiento de las leyes internacionales y nacionales para las actividades de embarque. Debido a estos factores, el dragado es aceptado por la sociedad y, por lo tanto, el debate sobre las actividades de dragado de RWS es muy poco frecuente. Si existe algún debate, RWS solicita el llamado MER (informe de efectos ambientales). Este informe, en comparación con una EIA, es muy intensivo y se centra también en los factores sociales. El sistema MER es algo que otros países podrían adoptar para demostrar que el dragado es seguro desde el punto de vista ambiental.

La mayoría de los debates sobre el dragado tienen su origen en los lugares de vertido en el mar y en los ríos. Cuando los lugares de vertido no suelen perjudicar a las comunidades naturales, el material vertido se devuelve a las zonas dragadas. RWS invierte muchos recursos en la prevención del dragado eligiendo eficazmente sus lugares de eliminación.

8.2 Usos benéficos, incluidas las soluciones basadas en la naturaleza (SbN)

La normativa neerlandesa sobre el uso benéfico de los sedimentos está representada principalmente en el Decreto de calidad del suelo. El Decreto de calidad del suelo se diseñó originalmente con el uso benéfico como "situación normal". De hecho, el esparcimiento en el mar y el reabastecimiento de arenas en playas son la aplicación estándar de los sedimentos marinos. Por lo tanto, el éxito de las SbN en los Países Bajos se mide en función de cuál es la vía de uso más útil o más circular. De hecho, el ministerio neerlandés ha fijado el objetivo de que las instituciones gubernamentales holandesas (locales y nacionales) sean 50% circulares en 2030 y 100% circulares en 2050. NETICS, junto con la institución de investigación Deltares, ha realizado un esfuerzo innovador para cuantificar el éxito (nivel de "circularidad") de las soluciones benéficas en los Países Bajos para los sedimentos fluviales locales¹³.

El sistema neerlandés para cuantificar la idoneidad para el uso benéfico de los sedimentos, es esencialmente diferente de otras regulaciones debido al enfoque basado en el propósito. Se puede evaluar la razón de la diferencia neerlandesa de los enfoques internacionales. La razón principal es que tradicionalmente los Países Bajos son un precursor internacional en materia de protección contra las inundaciones y de ingeniería civil. Dado que la mayor parte de los Países Bajos está formada por vías navegables y cuerpos de agua, y que el 60% del país es inundable, el dragado se considera una cuestión de seguridad nacional. Tradicionalmente, innovar en este tema y hacer uso de lo que está disponible localmente es una prioridad. Para la utilización de sedimentos dragados en aplicaciones benéficas, incluidas las SbN, el sistema neerlandés presenta las siguientes ventajas:

- El enfoque basado en objetivos ofrece múltiples vías de regulación para el uso. A veces, cuando no está permitido esparcir en el mar, el sistema permite otras posibilidades.
- Los valores umbrales neerlandeses son poco estrictos en comparación con los valores internacionales. Los valores umbrales se determinan principalmente de forma teórica en combinación con datos intensivos sobre el terreno. Esto da confianza para utilizar valores poco estrictos y permite muchas aplicaciones benéficas.
- El sistema permite un procedimiento personalizado. En este caso, a pesar de sobrepasar los valores umbral, los permisos podrían seguir permitiéndose con las medidas de prevención adecuadas.

A pesar de las ventajas, el sistema presenta algunos inconvenientes importantes:

- El sistema es muy complejo debido a las numerosas vías de uso y al solapamiento con otras leyes.

¹³ <https://www.nplg.stowa.nl/toolbox/circsed>

- Los umbrales poco estrictos pueden promover el abuso en el manejo de ecosistemas. Por ejemplo, en el pasado se han importado a los Países Bajos muchos materiales de dragado contaminados, procedentes de otros lugares.
- Las normas neerlandesas para los sedimentos marinos se examinan inicialmente con los valores de línea base del río Rin para evitar promover el vertido en el mar, que podría no ser representable para las relaciones dosis-respuesta marinas. Los valores de línea base reales en el mar no se utilizan en absoluto.
- La derivación de los valores umbrales neerlandesas está bastante anticuada, ya que utiliza antiguos valores de línea base del Rin y las normas de difusión en el mar pasan por alto algunos contaminantes. El sistema no se actualiza porque las aplicaciones que ahora son muy comunes podrían excluirse formalmente. Esto ha ocurrido debido a la introducción de PFAS y a la normativa sobre nitrógeno y ha tenido un gran impacto en la economía neerlandesas.
- En cuanto al uso de SbN en tierra, los sedimentos marinos dragados son adecuados principalmente para medidas de construcción costera. Recientemente, la organización neerlandesa para la protección contra las inundaciones (HWBP) ha introducido un importante programa para incluir materiales dragados en diques como material de relleno y cobertura. Los materiales arcillosos dragados son muy adecuados para ello desde un punto de vista técnico, pero la normativa neerlandesa sobre arcilla para diques no lo permite debido a que está diseñada para evaluar el material del suelo y no permite imperfecciones como arena adicional o material orgánico.
- Para hacer posible el SbN y el uso de alta calidad, los Países Bajos tienen experiencias positivas con los llamados depósitos de dragado. Se utilizan principalmente para secar sedimentos de agua dulce en terrenos agrícolas. Los depósitos de dragado también están muy presentes en las zonas costeras. Los puertos de los Países Bajos están realizando muchos experimentos con el secado de materiales dragados, los están reutilizando como tierra, recursos para ladrillos y arcilla para diques. Dependiendo de la definición de soluciones basadas en la naturaleza que se utilice, que aún está en debate, la mayoría de los usos benéficos de los materiales de dragado entran dentro de las SbN. Para más información sobre las experiencias neerlandesas con SbN, se pueden utilizar las referencias del consorcio neerlandés EcoShape: <https://www.ecoshape.org/en/pilots/>.

8.3 Futuro de la legislación neerlandesa sobre sedimentos marinos

El consorcio NL2120 del gobierno neerlandés, respaldado por 110 millones de euros, pretende acelerar la adopción de SbN en el dragado a través de la investigación, la colaboración y marcos actualizados. Proyectos como el de Marker Wadden y Sand Motor ejemplifican enfoques híbridos de SbN que combinan la ingeniería tradicional con la restauración ecológica. Este proyecto también está impulsando la adaptación de la normativa neerlandesa a las medidas SbN. La NL2120 se centra en el intercambio de conocimientos y la realización de pruebas piloto para resolver los obstáculos a la aplicación y situar a los Países Bajos como líder mundial del dragado sostenible. El éxito depende de una financiación pública continuada, de la colaboración intersectorial y de políticas adaptables que valoren la resistencia ecológica junto con el crecimiento económico.

Los modelos tradicionales de contratación pública y las evaluaciones basadas en los costos dificultan la adopción de SbN, que a menudo requiere evaluaciones ecológicas a largo plazo. Por ello, los gobiernos locales y nacionales neerlandeses están trabajando en favor de la contratación circular (grupo de compradores circulares), que establece sistemas de contratación para promover el uso circular con factores de evaluación adicionales. Esto significa que las embarcaciones eléctricas y las medidas SbN son cada vez más importantes en comparación con la contratación basada puramente en los costos. De hecho, la creciente escasez de recursos primarios hará que las SbN y el uso de materiales dragados sean aún más benéficos.

9 Referencias

1. CSO Adviesbureau. (2005). *HVN en saneringsdoelstelling Maas en Rijntakken*. CSO Adviesbureau. <https://open.rijkswaterstaat.nl/open-overheid/onderzoeksrapporten/@162282/hvn-saneringsdoelstelling-maas/> Sitio web consultado el 13 de mayo/2025
2. Dirven-van Breemen, E. M., Lijzen, J. P. A., Otte, P. F., van Vlaardingen, P., Spijker, J., Verbruggen, E. M. J., Swartjes, F. A., Groenenberg, J. E., & Rutgers, M. (2007). *Landelijke referentiewaarden ter onderbouwing van maximale waarden in het bodembeleid* (RIVM Report 711701053)Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/711701053.html>
3. Comisión Europea. (2018). *Technical guidance for deriving environmental quality standards* (Guidance Document No. 27, Updated version 2018). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). <https://rvs.rivm.nl/sites/default/files/2019-04/Guidance%20No%2027%20-%20Deriving%20Environmental%20Quality%20Standards%20-%20version%202018.pdf>
4. Hin, J. A., Osté, L. A., & Schmidt, C. A. (2010). *Handreiking beoordelen waterbodems: Methoden ter bepaling van de mate waarin het realiseren van kwaliteitsdoelen van een watersysteem wordt belemmerd door verontreinigde waterbodems* (Definitieve versie 4 november 2010). Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat Waterdienst & Deltares. https://iplo.nl/publish/pages/177612/handreiking_waterbodems_4-11-10_definitief_1.pdf
5. Kreule, P., & Swartjes, F. A. (1997). *Proposals for intervention values for soil and groundwater, including the calculation of the human-toxicological serious soil contamination concentrations*. Cuarta serie de compuestos. Informe RIVM 711701 005. Rijksinstituut voor de Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven, Nederland.
6. Kreule, P., Van den Berg, R., Waitz, M. F. W., & Swartjes, F. A. (1995). *Calculation of human-toxicological serious soil contamination concentrations and proposals for intervention values for clean-up of soil and groundwater*. Tercera serie de compuestos. RIVM Brieftapport 320002004. Rijksinstituut voor de Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven, Nederland.
7. Lamé, F. P. J., Brus, D. J., & Nieuwenhuis, R. H. (2007). *Background values of heavy metals in Dutch soils*.
8. Lijzen, J. P. A., Baars, A. J., Otte, P. F., Rikken, M. G. J., Swartjes, F. A., Verbruggen, E. M. J., & van Wezel, A. P. (2001). *Technical evaluation of the Intervention Values for soil/sediment and groundwater: Human and ecotoxicological risk assessment and derivation of risk limits for soil, aquatic sediment and groundwater* (RIVM Report 711701023). National Institute of Public Health and the Environment (RIVM). <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/711701023.pdf>
9. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2022). *Landelijk toetsingskader hergebruik van licht verontreinigde baggerspecie* (Versie 4.0). <https://open.overheid.nl/documenten/dpc-dee421ec8377efafeaf463e5d632d30a7c38b567/pdf>
10. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2023). *Beleidsregel Toepassen en verspreiden baggerspecie op de Noordzee* (Decreto del 28 de noviembre/2023, kenmerk RWS-2023/47216; válido desde 23-12-2023 hasta la actualidad). <https://wetten.overheid.nl/BWBR0049093/2023-12-23/>
11. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment & Ministry of Transport, Public Works and Water Management. (2009). *Soil Remediation Circular 2009* (English version). <https://support.esdat.net/Environmental%20Standards/dutch/engelse%20versie%20circulaire%20bodemsanering%202009.pdf>
12. Rijksoverheid. (1979). *Wet milieubeheer [Ley de gestión ambiental]*. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0003245/2025-01-01>
13. Rijksoverheid. (2016). *Omgevingswet (Ley de 23 de marzo de 2016, que establece normas sobre la protección y el aprovechamiento del entorno físico; vigente desde el 1 de enero de 2024 hasta la fecha.)*. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0037885/2024-01-01>
14. Rijksoverheid. (2025a, 1 de enero). *Besluit bodemkwaliteit*. Wettenbank Overheid.nl. wetten.nl - Regeling - Besluit bodemkwaliteit - BWBR0022929
15. Rijksoverheid. (2025b, 1 de enero). *Regeling bodemkwaliteit 2022 - Bijlage B*. Wettenbank Overheid.nl. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0047808/2025-01-01/#BijlageB>
16. Stronkhorst, J., & Van Hattum, B. (2003). Contaminants of concern in Dutch marine harbor sediments. *Archivos de Contaminación Ambiental y Toxicología*, 45, 306-316.
17. Stronkhorst, J., Ariese, F., Van Hattum, B., Postma, J. F., de Kluijver, M., Den Besten, P. J., ... & Vethaak, A. D. (2003). Environmental impact and recovery at two dumping sites for dredged material in the North Sea. *Environmental Pollution*, 124(1), 17-31.
18. Van den Berg, R. (1994). *Human exposure to soil contamination: A qualitative and quantitative analysis towards proposals for human toxicological intervention values* (partly revised edition).

19. Van den Berg, R., & Roels, J. M. (1991). *Intervention values and target values: Soil quality standards for soil and groundwater in the Netherlands*. National Institute of Public Health and the Environment (RIVM).

Apéndices

Apéndice A - Coeficientes basados en sustancias

Los siguientes coeficientes basados en sustancias se utilizan para convertir los valores de contaminantes medidos en suelos estándar según el grado de calidad del suelo holandés.

| Sustancia | Constante de base dependiente de la sustancia | Constante dependiente de la sustancia para la corrección de la arcilla | Constante dependiente de la sustancia para la corrección de la materia orgánica |
|----------------------|---|--|---|
| | A | B | C |
| Antimonio | 1 | 0 | 0 |
| Arsénico | 15 | 0.4 | 0.4 |
| Bario | 30 | 5 | 0 |
| Berilio | 8 | 0.9 | 0 |
| Cadmio | 0.4 | 0.007 | 0.021 |
| Cromo | 50 | 2 | 0 |
| Cobalto | 2 | 0.28 | 0 |
| Cobre | 15 | 0.6 | 0.6 |
| Mercurio | 0.2 | 0.0034 | 0.0017 |
| Plomo | 50 | 1 | 1 |
| Molibdeno | 1 | 0 | 0 |
| Níquel | 10 | 1 | 0 |
| Talio | 1 | 0 | 0 |
| Estaño | 4 | 0.6 | 0 |
| Vanadio | 12 | 1,2 | 0 |
| Zinc | 50 | 3 | 1.5 |
| Compuestos orgánicos | 0 | 0 | 1 |
| Otras conexiones | 1 | 0 | 0 |

Apéndice B - Límites de detección

El decreto holandés sobre la calidad del suelo utiliza los siguientes límites de detección analítica para los componentes incluidos en las normas. Los métodos analíticos de laboratorio utilizados en los laboratorios que evalúan la calidad del suelo deben cumplir los límites de detección que se indican a continuación (fuente: Decreto sobre la calidad del suelo, 2022). En el informe del Elemento 2, Capítulo 4.4, se puede encontrar más información sobre los métodos analíticos de laboratorio típicos y los contaminantes correspondientes.

| Component | Limit of determination in mg/kg dry matter |
|--------------------------------------|--|
| Inorganic substances | |
| 1. Metals | |
| antimony (Sb) | 3.9 |
| arsenic (As) | 5.9 |
| barium (Ba) | 59 |
| cadmium (Cd) | 0.45 |
| chromium (Cr) | 23 |
| cobalt (Co) | 3.2 |
| copper (Cu) | 7.7 |
| (Non-volatile) mercury (Hg) | 0.05 |
| lead (Pb) | 19.4 |
| molybdenum (Mo) | 1.5 |
| nickel (Ni) | 4.5 |
| tin (Sn) | 4.5 |
| vanadium (V) | 9 |
| zinc (Zn) | 32 |
| 2. Other inorganic substances | |
| chloride | 36 |
| cyanide (free) | 0.45 |
| cyanide complex (pH < 5) | 0.36 |
| cyanide complex (pH ≥ 5) | 0.36 |
| thiocyanates (sum) | 0.9 |
| Organic substances | |
| 3. Aromatic substances | |
| benzene | 0.16 |
| toluene | 0.20 |
| ethylbenzene | 0.20 |
| xylenes (sum) | 0.41 |

| | |
|---|-------|
| styrene (vinylbenzene) | 0.23 |
| phenol | 0.09 |
| cresols (sum o-, m-, p-) | 0.29 |
| dodecylbenzene | 0.34 |
| aromatic solvents | 0.42 |
| 4. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) | |
| naphthalene | 0.009 |
| phenanthrene | 0.014 |
| anthracene | 0.014 |
| fluoranthene | 0.014 |
| chrysene | 0.014 |
| benzo(a)anthracene | 0.014 |
| benzo(a)pyrene | 0.014 |
| benzo(k)fluoranthene | 0.014 |
| indeno(1,2,3cd)-pyrene | 0.014 |
| benzo(ghi)perylene | 0.014 |
| pack total (sum 10) | 0.09 |
| 5. Chlorinated hydrocarbons | |
| a. (volatile) chlorinated hydrocarbons | |
| monochloroethene (vinyl chloride) | 0.23 |
| dichloromethane | 0.059 |
| 1,1-dichloroethane | 0.16 |
| 1,2-dichloroethane | 0.18 |
| 1,1-dichloroethylene | 0.27 |
| 1,2-dichloroethylene (sum cis and trans) | 0.27 |
| dichloropropanes (sum) | 0.77 |
| trichloromethane (chloroform) | 0.23 |
| 1,1,1-trichloroethane | 0.25 |

ASESORAMIENTO POLÍTICO Y TÉCNICO SOBRE LOS USOS BENÉFICOS DE LOS SEDIMENTOS MARINOS DRAGADOS EN COLOMBIA, INCLUIDAS LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA.

| | |
|--|---------|
| 1,1,2-trichloroethane | 0.27 |
| trichloroethylene (tri) | 0.25 |
| tetrachloromethane (tetra) | 0.29 |
| tetrachloroethylene (per) | 0.045 |
| b. chlorobenzenes | |
| monochlorobenzene | 0.18 |
| dichlorobenzenes (sum) | 1.6 |
| trichlorobenzenes (sum) | 0.014 |
| tetrachlorobenzenes (sum) | 0.009 |
| pentachlorobenzene | 0.00045 |
| hexachlorobenzene | 0.00045 |
| chlorobenzenes (sum) | 0.63 |
| c. chlorophenols | |
| monochlorophenols (sum) | 0.023 |
| dichlorophenols (sum) | 0.18 |
| trichlorophenols (sum) | 0.0027 |
| tetrachlorophenols (sum) | 0.01 |
| pentachlorophenol | 0.0027 |
| chlorophenols (sum) | 0.027 |
| d. polychlorinated biphenyls (PCBs) | |
| PCB 28 | 0.0009 |
| PCB 52 | 0.00045 |
| PCB 101 | 0.0009 |
| PCB 118 | 0.0009 |
| PCB 138 | 0.0009 |
| PCB 153 | 0.0009 |
| PCB 180 | 0.0009 |
| PCBs (sum 7) | 0.0039 |

e. other chlorinated hydrocarbons

| | |
|---|----------|
| monochloroanilines (sum) | 0.20 |
| pentachloroaniline | 0.14 |
| chloronaphthalene (sum α , β) | 0.07 |
| dioxin | 0.000054 |

6. Pesticides

a. organochlorine pesticides

| | |
|--------------------------|---------|
| chlordane | 0.0006 |
| DDT (sum) | 0.0014 |
| DDE (sum) | 0.0014 |
| DDD (sum) | 0.0014 |
| DDT/DDE/DDD (sum) | 0.0016 |
| aldrin | 0.0003 |
| dieldrin | 0.0003 |
| endrin | 0.0003 |
| isodrine | 0.0009 |
| telodrin | 0.0003 |
| drinck (sum) | 0.0006 |
| endosulfan sulfate | 0.0009 |
| α -endosulfan | 0.00014 |
| α -HCH | 0.0009 |
| β -HCH | 0.0003 |
| γ -HCH (lindane) | 0.0001 |
| δ -HCH | 0.0007 |
| HCH compounds (sum) | 0.0008 |
| heptachlor | 0.0005 |
| heptachlor epoxide (sum) | 0.0003 |
| hexachlorobutadiene | 0.003 |

ASESORAMIENTO POLÍTICO Y TÉCNICO SOBRE LOS USOS BENÉFICOS DE LOS SEDIMENTOS MARINOS DRAGADOS EN COLOMBIA, INCLUIDAS LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA.

| | |
|--|--------|
| organochlorine pesticides (sum) | 0.008 |
| b. organophosphorus pesticides | |
| azinphos-methyl | 0.007 |
| c. organotin pesticides | |
| organotin (sum) | 0.0045 |
| tributyltin | 0.0045 |
| d. chlorophenoxyacetic acid herbicides | |
| MCPA | 0.54 |
| e. other pesticides | |
| atrazine | 0.03 |
| carbofuran | 0.14 |
| carbaryl | 0.14 |
| 4-chloromethylphenols | 0.59 |
| organonitrogen and organophosphorus pesticides (sum) | 0.09 |
| 7. Other substances | |
| tetrahydrothiophene | 1,1 |
| tribromomethane | 0.20 |
| cyclohexanone | 1.8 |
| Methyl-Tert-Butyl-Ether (MTBE) | 0.18 |
| tetrahydrofuran | 0.23 |
| acrylonitril | 2 |
| ethylene glycol | 2 |
| diethylene glycol | 2 |
| isopropanol | 2 |
| methanol | 2 |
| butanol | 2 |
| 1,2-butyl acetate | 2 |

| | |
|---------------------------|-------|
| ethyl acetate | 2 |
| methyl ethyl ketone | 2 |
| dimethyl phthalate | 0.045 |
| diethyl phthalate | 0.045 |
| di-isobutyl phthalate | 0.045 |
| dibutyl phthalate | 0.07 |
| butyl benzyl phthalate | 0.07 |
| dihexyl phthalate | 0.07 |
| di(2-ethylhexyl)phthalate | 0.045 |
| phthalates (sum) | 0.22 |
| mineral oil | 77 |
| formaldehyde | 2,3 |
| pyridine | 0.15 |

Apéndice C - Límites de reporte

Mientras que los límites de detección están relacionados con los métodos de laboratorio analíticos requeridos. Los límites de reporte también se establecen en el decreto holandés sobre la calidad del suelo. Si no se notifican con suficiente precisión, los certificados que indican la clasificación de la calidad del suelo no son válidos.

| Substance | Soil, soil and dredged material | | Groundwater | |
|---|--|-----------------|--|-----------------|
| | unit in mg/kg dry matter (unless otherwise stated) | reporting limit | unit in µg/l (unless otherwise stated) | reporting limit |
| 1. Metals | | | | |
| Antimony | | 1.5 | | 3 |
| Arsenic | | 4 | | 5 |
| barium | | 20 | | 20 |
| beryllium | | 1 | | 1 |
| cadmium | | 0.2 | | 0.2 |
| chrome | | 10 | | 1 |
| cobalt | | 3 | | 2 |
| copper | | 5 | | 2 |
| mercury | | 0.05 | | 0.05 |
| lead | | 10 | | 2 |
| molybdenum | | 1.5 | | 2 |
| nickel | | 4 | | 3 |
| selenium | | 1.5 | | |
| tellurium | | 2 | | 15 |
| thallium | | 1 | | 5 |
| tin | | 1.5 | | 2.5 |
| vanadium | | 10 | | 2 |
| silver | | 1 | | 5 |
| zinc | | 20 | | 10 |
| 2. Other inorganic substances | | | | |
| chloride | | 150 | mg/l | 50 |
| CN free | | 2 | | 3 |
| CN total | | 3 | | 5 |
| nitrate | | | mg N/l | 3 |
| ortho-phosphate | | | mg P/l | 1 |
| sulphate | | | mg/l | 30 |
| 3. Aromatic substances | | | | |
| benzene | | 0.05 | | 0.2 |
| ethylbenzene | | 0.05 | | 0.2 |
| toluene | | 0.05 | | 0.2 |
| o-xylene | | 0.05 | | 0.1 |
| m-xylene | | | | |
| p-xylene | | sum 0.1 | | sum 0.2 |
| styrene | | 0.05 | | 0.2 |
| 1,2,3-trimethylbenzene | | 0.1 | | |
| 1,2,4-trimethylbenzene | | 0.1 | | |
| 1,3,5-trimethylbenzene | | 0.1 | | |
| 2-ethyltoluene | | 0.1 | | |
| 3-ethyltoluene | | 0.1 | | |
| 4-ethyltoluene | | 0.1 | | |
| isopropylbenzene | | 0.1 | | |
| propylbenzene | | 0.1 | | |
| 4. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) | | | | |
| naphthalene | | 0.05 | | 0.02 |
| phenanthrene | | 0.05 | | 0.01 |
| anthracene | | 0.05 | | 0.01 |
| fluoranthene | | 0.05 | | 0.01 |
| chrysene | | 0.05 | | 0.01 |
| benz(a)anthracene | | 0.05 | | 0.01 |
| benz(a)pyrene | | 0.05 | | 0.01 |
| benz(k)fluoranthene | | 0.05 | | 0.01 |
| indeno(123cd)pyrene | | 0.05 | | 0.01 |
| benz(ghi)perylene | | 0.05 | | 0.01 |
| 5. Chlorinated hydrocarbons | | | | |
| a. (volatile) chlorinated hydrocarbons | | | | |
| monochloroethylene (vinyl chloride) | | 0.05 | | 0.2 |
| dichloromethane | | 0.05 | | 0.2 |
| 1,1-dichloroethane | | 0.1 | | 0.2 |
| 1,2-dichloroethane | | 0.1 | | 0.2 |
| 1,1-dichloroethylene | | 0.1 | | 0.1 |
| cis-1,2-dichloroethylene | | 0.1 | | 0.1 |

| | | | | |
|--|---------------------|------|-------|----------|
| trans 1,2-dichloroethylene | | 0.1 | | 0.1 |
| 1,1-dichloropropane | | 0.05 | | 0.2 |
| 1,2-dichloropropane | | 0.05 | | 0.2 |
| 1,3-dichloropropane | | 0.05 | | 0.2 |
| trichloromethane(chloroform) | | 0.05 | | 0.2 |
| 1,1,1-trichloroethane | | 0.05 | | 0.1 |
| 1,1,2-trichloroethane | | 0.05 | | 0.1 |
| trichloroethylene(Tri) | | 0.05 | | 0.2 |
| tetrachloromethane(Tetra) | | 0.05 | | 0.1 |
| tetrachloroethylene (Per) | | 0.05 | | 0.1 |
| b. chlorobenzenes | | | | |
| monochlorobenzene | | 0.04 | | 0.2 |
| 1,2-dichlorobenzene | | 0.1 | | 0.2 |
| 1,3-dichlorobenzene | | 0.1 | | 0.2 |
| 1,4-dichlorobenzene | | 0.1 | | 0.2 |
| 1,2,3-trichlorobenzene | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| 1,2,4-trichlorobenzene | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| 1,3,5-trichlorobenzene | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| 1,2,3,4-tetrachlorobenzene | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| 1,2,3,5-tetrachlorobenzene | µg/kg dry matter | | sum 2 | sum 0.02 |
| 1,2,4,5-tetrachlorobenzene | µg/kg dry matter | | | |
| pentachlorobenzene | µg/kg dry matter | 1 | ng/l | 5 |
| hexachlorobenzene | µg/kg dry matter | 1 | ng/l | 5 |
| c. chlorophenols | | | | |
| pentachlorophenol | µg/kg dry matter | 3 | | |
| d. polychlorinated biphenyls (PCBs) | | | | |
| PCB 28 | µg/kg dry matter | 1 | ng/l | 6 |
| PCB 52 | µg/kg dry matter | 1 | ng/l | 6 |
| PCB 101 | µg/kg dry matter | 1 | ng/l | 6 |
| PCB 118 | µg/kg dry matter | 1 | ng/l | 6 |
| PCB 138 | µg/kg dry matter | 1 | ng/l | 6 |
| PCB 153 | µg/kg dry matter | 1 | ng/l | 6 |
| PCB 180 | µg/kg dry matter | 1 | ng/l | 6 |
| 6. Pesticides | | | | |
| a. oranochlorine pesticides | | | | |
| cis-chlordane | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| trans-chlordane | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| onDDT | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| ppDDT | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| onDDE | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| ppDDE | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| onDDD | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| ppDDD | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| aldrin | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| dieldrin | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| endrin | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| isodrine | µg/kg dry matter | 1 | | |
| telodrin | µg/kg dry matter | 1 | | |
| endosulfan sulfate | µg/kg dry matter | 2 | | |
| α-endosulfan | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| α-HCH | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| β-HCH | µg/kg dry matter | 1 | ng/l | 8 |
| γ-HCH | µg/kg dry matter | 1 | ng/l | 9 |
| δ-HCH | µg/kg dry matter | 1 | ng/l | 8 |
| heptachlor | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| cis-heptachloroepoxide | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| trans-heptachloroepoxide | µg/kg dry matter | 1 | | 0.01 |
| hexachlorobutadiene | µg/kg dry matter | 1 | | |
| c. organotin pesticides | | | | |
| tributyltin | µg Sn/kg dry matter | 4 | | |
| triphenyltin | µg Sn/kg dry matter | 4 | | |

Apéndice D - Paquetes de investigación estándar y parámetros de agrupación

El ministerio neerlandés ha establecido los requisitos de los ensayos en función de la finalidad de los materiales dragados. Los laboratorios holandeses trabajan según los paquetes y parámetros de agrupación que se indican a continuación. Fuente: decreto de calidad del suelo 2022.

Overview of substances that belong to the standard research package¹

| | Standard research package, Variant A | Standard research package, Variant C1 | Standard research package, Variant C3 |
|---|--|--|--|
| The material or soil to which the investigation relates | 1. land surface 2. waterbed in regional waters 3. ground 4. dredged material from regional waters | 1. waterbed in fresh surface water managed by the government 2. dredged material from surface water managed by the government | 1. waterbed in salt surface water managed by the government 2. dredged material from salt surface water managed by the government² |
| organic matter and clay | Yes | Yes | Yes |
| cadmium,copper, mercury, lead, nickel, zinc | Yes | Yes | Yes |
| barium, cobalt, molybdenum | Yes | Yes | |
| arsenic, chrome | | Yes | Yes |
| PCBs (sum 7) | Yes | Yes | Yes |
| PAHs-Total (sum 10) | Yes | Yes | Yes |
| mineral oil | Yes | Yes | Yes |
| pentachlorobenzene, pentachlorophenol, chlordan (sum), aldrin, dieldrin, endrin, isodrine, telodrin, | | Yes | |

| | | |
|--|-----|-----|
| pentachlorobenzene, pentachlorophenol, | Yes | |
| chlordane (sum), | | |
| aldrin, | | |
| dieldrin, | | |
| endrin, | | |
| isodrine, | | |
| telodrin, | | |
| drin (sum), | | |
| a-endosulfan, | | |
| endosulfan sulfate, | | |
| a-HCH, | | |
| b-HCH, | | |
| g-HCH, | | |
| d-HCH, | | |
| HCH compounds (sum), | | |
| heptachlor, | | |
| heptachlor epoxide(sum), | | |
| hexachlorobutadiene, | | |
| organochlorine containing pesticides (sum) ³ | | |
| hexachlorobenzene, | Yes | Yes |
| DDT, | | |
| DDE, | | |
| DDD, | | |
| sum-DDT/DDD/DDE | | |
| tributyltin | | Yes |

ASESORAMIENTO POLÍTICO Y TÉCNICO SOBRE LOS USOS BENÉFICOS DE LOS SEDIMENTOS MARINOS DRAGADOS EN COLOMBIA, INCLUIDAS LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA.

Definition of normalized sum parameters

| Sum parameter | List of individual substances to be summed | CAS number |
|----------------------|--|------------|
| xylenes | ortho-xylene | 95-47-6 |
| | meta-xylene | 108-38-3 |
| | para-xylene | 106-42-3 |
| cresols | ortho-cresol | 95-48-7 |
| | meta-cresol | 108-39-4 |
| | para-cresol | 106-44-5 |
| 1,2-dichloroethylene | dis-1,2-dichloroethylene | 156-59-2 |
| | trans-1,2-dichloroethylene | 156-60-5 |
| dichloropropanes | 1,1-dichloropropane | 78-99-9 |
| | 1,2-dichloropropane | 78-87-5 |
| | 1,3-dichloropropane | 142-28-9 |
| dichlorobenzenes | 1,2-dichlorobenzene | 95-50-1 |
| | 1,3-dichlorobenzene | 541-73-1 |
| | 1,4-dichlorobenzene | 106-46-7 |
| trichlorobenzenes | 1,2,3-trichlorobenzene | 87-61-6 |
| | 1,2,4-trichlorobenzene | 120-82-1 |
| | 1,3,5-trichlorobenzene | 108-70-3 |
| tetrachlorobenzenes | 1,2,3,4-tetrachlorobenzene | 634-66-2 |
| | 1,2,3,5-tetrachlorobenzene | 634-90-2 |
| | 1,2,4,5-tetrachlorobenzene | 95-94-3 |
| chlorobenzenes | monochlorobenzene | 108-90-7 |
| | 1,2-dichlorobenzene | 95-50-1 |
| | 1,3-dichlorobenzene | 541-73-1 |
| | 1,4-dichlorobenzene | 106-46-7 |
| | 1,2,3-trichlorobenzene | 87-61-6 |

| | | |
|-------------------|----------------------------|----------|
| | 1,2,4-trichlorobenzene | 120-82-1 |
| | 1,3,5-trichlorobenzene | 108-70-3 |
| | 1,2,3,4-tetrachlorobenzene | 634-66-2 |
| | 1,2,3,5-tetrachlorobenzene | 634-90-2 |
| | 1,2,4,5-tetrachlorobenzene | 95-94-3 |
| | pentachlorobenzene | 608-93-5 |
| | hexachlorobenzene | 118-74-1 |
| aromatic solvents | benzene | 71-43-2 |
| | toluene | 108-88-3 |
| | ethylbenzene | 100-41-4 |
| | ortho-xylene | 95-47-6 |
| | meta-xylene | 108-38-3 |
| | para-xylene | 106-42-3 |
| | styrene | 100-42-5 |
| | 1, 2, 3-trimethylbenzene | 526-73-8 |
| | 1, 2, 4-trimethylbenzene | 95-63-6 |
| | 1, 3, 5-trimethylbenzene | 108-67-8 |
| | 2-ethyltoluene | 611-14-3 |
| | 3-ethyltoluene | 620-14-4 |
| | 4-ethyltoluene | 622-96-8 |
| sum-PAH | isopropylbenzene | 98-82-8 |
| | propylbenzene | 103-65-1 |
| | n-dodecylbenzene | 123-01-3 |
| | naphthalene | 91-20-3 |
| | phenanthrene | 85-01-8 |
| | anthracene | 120-12-7 |
| | fluoranthene | 206-44-0 |

| | | |
|-----------------------|---------------------------------|------------|
| | chrysene | 218-01-9 |
| | benzo[<i>a</i>]anthracene | 56-55-3 |
| | benzo[<i>b</i>]pyrene | 50-32-8 |
| | benzo[<i>k</i>]fluoranthene | 207-08-9 |
| | indeno[1,2,3- <i>cd</i>]pyrene | 193-39-5 |
| | benzo[<i>ghi</i>]perylene | 101-24-2 |
| 4-chloromethylphenols | 4-chloro-3-methylphenol | 59-50-7 |
| | 4-chloro-2-methylphenol | 1570-64-5 |
| monochlorophenols | 2-chlorophenol | 95-57-8 |
| | 3-chlorophenol | 108-43-0 |
| | 4-chlorophenol | 106-48-9 |
| dichlorophenols | 2,3-dichlorophenol | 576-24-9 |
| | 2,4-dichlorophenol | 120-83-2 |
| | 2,5-dichlorophenol | 583-78-8 |
| | 2,6-dichlorophenol | 87-65-0 |
| | 3,4-dichlorophenol | 95-77-2 |
| | 3,5-dichlorophenol | 591-35-5 |
| trichlorophenols | 2,3,4-trichlorophenol | 15950-96-0 |
| | 2,3,5-trichlorophenol | 933-78-9 |
| | 2,3,6-trichlorophenol | 933-75-5 |
| | 2,4,5-trichlorophenol | 95-95-4 |
| | 2,4,6-trichlorophenol | 88-06-2 |
| | 3,4,5-trichlorophenol | 609-19-8 |
| tetrachlorophenols | 2,3,4,5-tetrachlorophenol | 4901-51-3 |
| | 2,3,4,6-tetrachlorophenol | 58-90-2 |
| | 2,3,5,6-tetrachlorophenol | 935-95-5 |

| | | |
|---------------|---------------------------|------------|
| chlorophenols | 2-chlorophenol | 95-57-8 |
| | 3-chlorophenol | 108-43-0 |
| | 4-chlorophenol | 106-48-9 |
| | 2,3-dichlorophenol | 576-24-9 |
| | 2,4-dichlorophenol | 120-83-2 |
| | 2,5-dichlorophenol | 583-78-8 |
| | 2,6-dichlorophenol | 87-65-0 |
| | 3,4-dichlorophenol | 95-77-2 |
| | 3,5-dichlorophenol | 591-35-5 |
| | 2,3,4-trichlorophenol | 15950-96-0 |
| | 2,3,5-trichlorophenol | 933-78-8 |
| | 2,3,6-trichlorophenol | 933-75-5 |
| | 2,4,5-trichlorophenol | 95-95-4 |
| chlorodane | 2,4,6-trichlorophenol | 88-06-2 |
| | 3,4,5-trichlorophenol | 609-19-8 |
| | 2,3,4,5-tetrachlorophenol | 4901-51-3 |
| | 2,3,4,6-tetrachlorophenol | 58-90-2 |
| | 2,3,5,6-tetrachlorophenol | 935-95-5 |
| | pentachlorophenol | 87-86-5 |
| DDT | cis-chlordane | 5103-71-9 |
| | trans-chlordane | 5103-74-2 |
| DDE | 2,4-DDT | 789-02-6 |
| | 4,4-DDT | 50-29-3 |
| DDE | 2,4-DDE | 3424-82-6 |
| | 4,4-DDE | 72-55-9 |

| | | |
|---------------------------|--|-------------|
| DDD | 2,4-DDD | 53-19-0 |
| | 4,4-DDD | 72-54-8 |
| DDT, DDE, DDD | 2,4-DDT | 789-02-6 |
| | 4,4-DDT | 50-29-3 |
| | 2,4-DDE | 3424-82-6 |
| | 4,4-DDE | 72-55-9 |
| | 2,4-DDD | 53-19-0 |
| | 4,4-DDD | 72-54-8 |
| drin | aldrin | 390-00-2 |
| | dieldrin | 60-57-1 |
| | endrin | 72-20-8 |
| HCH connections | α -hexachlorocyclohexane (α -HCH) | 319-84-6 |
| | β -hexachlorocyclohexane (β -HCH) | 319-85-7 |
| | γ -hexachlorocyclohexane (γ -HCH) | 58-89-9 |
| | δ -hexachlorocyclohexane (δ -HCH) | 319-86-8 |
| heptachlor epoxide | cis-heptachlor epoxide | 1024-57-3 |
| | trans-heptachlor epoxide | 280044-83-9 |
| polychlorinated biphenyls | PCB 28 | 7012-37-5 |
| | PCB 52 | 35693-99-3 |
| | PCB 101 | 37680-73-2 |
| | PCB 118 | 31508-00-6 |
| | PCB 138 | 35065-28-2 |
| | PCB 153 | 35065-27-1 |
| PCB 180 | 35065-29-3 | |
| | chloroanilines | |
| | monochloroanilines | |
| | 2-chloroaniline | 95-51-2 |
| 3-chloroaniline | 108-42-9 | |
| 4-chloroaniline | 106-47-0 | |

| | | |
|--|-----------------------------|------------|
| chloroanilines | | |
| monochloroanilines | 2-chloroaniline | 95-51-2 |
| | 3-chloroaniline | 108-42-9 |
| | 4-chloroaniline | 106-47-0 |
| dichloroanilines | 2,3-dichloroaniline | 608-27-5 |
| | 2,4-dichloroaniline | 554-00-7 |
| | 2,5-dichloroaniline | 95-82-9 |
| | 2,6-dichloroaniline | 608-31-1 |
| | 3,4-dichloroaniline | 95-76-1 |
| | 3,5-dichloroaniline | 626-43-7 |
| trichloroanilines | 2,3,4-trichloroaniline | 634-67-3 |
| | 2,3,5-trichloroaniline | 18487-39-3 |
| | 2,4,5-trichloroaniline | 636-30-6 |
| | 2,4,6-trichloroaniline | 634-93-5 |
| tetrachloroanilines | 2,3,4,5-tetrachloroaniline | 634-83-3 |
| | 2,3,5,6-tetrachloroaniline | 3481-28-7 |
| chloronaphthalene | α -chloronaphthalene | 90-13-1 |
| | β -chloronaphthalene | 91-56-7 |
| dioxins (sum quantified as TEQ, see Appendix B, Table 4) | 2,3,7,8-TCDD | 1746-01-6 |
| | 1,2,3,7,8-PeCDD | 40921-76-4 |
| | 1,2,3,6,7,8-HxCDD | 57653-85-7 |
| | 1,2,3,7,8,9-HxCDD | 19489-74-3 |
| | 1,2,3,4,7,8-HxCDD | 39227-28-6 |
| | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | 35822-46-8 |
| | 1,2,3,4,6,7,9-OCDD | 3268-87-9 |
| | 2,3,7,8-TCDF | 51207-31-9 |
| | 1,2,3,7,8-PeCDF | 57117-41-6 |
| | endrin | 72-20-8 |
| 2,4-DDT | 789-02-6 | |
| 4,4-DDT | 50-29-3 | |
| 2,4-DDE | 3424-82-6 | |
| 4,4-DDE | 72-55-9 | |
| 2,4-DDD | 53-19-0 | |
| 4,4-DDD | 72-54-8 | |
| heptachlor | 76-44-8 | |
| α -endosulfan | 950-99-0 | |
| endosulfan sulfate | 1021-07-8 | |
| cis-heptachlor epoxide | 1024-57-3 | |
| trans-heptachlor epoxide | 28044-83-9 | |
| telodrin | 465-73-6 | |
| icodrin | 297-79-9 | |
| α -chlordane | 5103-71-0 | |
| trans-chlordane | 5103-74-2 | |
| hexachlorobutadiene | 87-68-3 | |
| organonitrogen and organophosphorus pesticides (sum) | | |
| atrazine | 1912-24-9 | |
| propazine | 139-40-2 | |
| simazine | 122-34-0 | |
| terbufos | 886-50-0 | |
| azingfos-methyl | 86-50-0 | |
| bromophos-ethyl | 4824-78-6 | |
| bromophos-methyl | 2104-96-3 | |
| dichlorpyrifos-ethyl | 2921-88-2 | |
| dichlorvos | 62-73-7 | |

| | |
|--|------------|
| 1,2,3,6,7,8-HxCDF | 57117-44-9 |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDF | 72918-21-9 |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDF | 70648-26-9 |
| 2,3,4,6,7,8-HxCDF | 60851-34-5 |
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | 67562-39-4 |
| 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | 55673-89-7 |
| 1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF | 39001-02-0 |
| PCB77 | 32598-13-3 |
| PCB81 | 70362-50-4 |
| PCB105 | 32596-14-4 |
| PCB114 | 74472-37-0 |
| PCB118 | 31508-00-6 |
| PCB123 | 65510-44-3 |
| PCB126 | 57465-28-0 |
| PCB156 | 36380-09-4 |
| PCB157 | 69782-90-7 |
| PCB167 | 52663-72-6 |
| PCB169 | 32774-16-6 |
| PCB189 | 39635-31-9 |
| organochlorine pesticides (OCPs) (land soil) | |
| hexachlorobenzene (HCB) | 118-74-1 |
| α -hexachlorocyclohexane (α -HCH) | 319-84-6 |
| β -hexachlorocyclohexane (β -HCH) | 319-85-7 |
| γ -hexachlorocyclohexane (γ -HCH) | 58-89-9 |
| aldrin | 390-00-2 |
| dieldrin | 60-57-1 |
| endrin | 72-20-8 |

ASESORAMIENTO POLÍTICO Y TÉCNICO SOBRE LOS USOS BENÉFICOS DE LOS SEDIMENTOS MARINOS DRAGADOS EN COLOMBIA, INCLUIDAS LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA.

| | | |
|--------------------------|------------------------------------|------------|
| | disulfoton | 298-04-4 |
| | ferthion | 55-39-9 |
| | malathion | 121-75-5 |
| | parathion-ethyl | 56-39-2 |
| | parathion-methyl | 298-00-0 |
| organochlorine compounds | tributyltin | 688-73-3 |
| | triphenyltin | 892-20-6 |
| phthalates | dimethyl phthalate | 131-11-3 |
| | diethyl phthalate | 84-66-2 |
| | diisobutyl phthalate | 84-69-5 |
| | dibutyl phthalate | 84-74-2 |
| | butyl benzyl phthalate | 85-89-7 |
| | dihexyl phthalate | 84-75-3 |
| | di(2-ethylhexyl)phthalate | 117-91-7 |
| asbestos | | |
| serpentine | chrysotile - white asbestos | 12001-29-5 |
| amphibole | actinolite - green asbestos | 77536-66-4 |
| | amosite / grunite - brown asbestos | 12172-73-5 |
| | anthophyllite - yellow asbestos | 77536-67-5 |
| | crocidolite - blue asbestos | 12001-28-4 |
| | tremolite - gray asbestos | 77536-68-6 |

Apéndice E - Valores umbrales para el esparcimiento en agua dulce y salada

Este apéndice muestra los valores umbrales para el esparcimiento de sedimentos en agua dulce y salada. Fuente: Tabla 3c del apéndice B del decreto holandés de calidad del suelo 2022.

| Component | quality requirement for 'dredged material suitable for spreading in fresh surface water' | | quality requirement for 'dredged material suitable for spreading in salt surface water' | |
|---|---|-----|--|------|
| column number | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | The distinction between the quality requirements in column 2 and 3 respectively has been made with a view to the assessment rules included in table note 1 for standard soil, in mg kg/dry matter | | The distinction between the quality requirements in column 4 and 5 respectively has been made with a view to the assessment rules included in table note 2 | |
| inorganic substances | | | | |
| 1. Metals | | | | |
| antimony (Sb) | 4 | 1 | 2 | 15 |
| arsenic (As) | 1 | 29 | 29 | 85 |
| barium (Ba) | 1 | 1 | 2 | 2 |
| cadmium (Cd) | 1 | 4 | 4 | 14 |
| chromium (Cr) | 1 | 120 | 120 | 380 |
| cobalt (Co) | 1 | 25 | 2 | 240 |
| copper (Cu) | 1 | 96 | 60 | 190 |
| mercury (Hg) | 1 | 1,2 | 1,2 | 10 |
| lead (Pb) | 1 | 138 | 110 | 580 |
| molybdenum (Mo) | 1 | 5 | 2 | 200 |
| nickel (Ni) | 1 | 50 | 45 | 210 |
| tin (Sn) | 6,5 | 1 | 2 | 2 |
| vanadium (V) | 80 | 1 | 2 | 2 |
| zinc (Zn) | 1 | 563 | 365 | 2000 |
| 2. Other inorganic substances | | | | |
| chloride | 1 | 1 | 2 | 2 |
| cyanide (free) | 3 | 1 | 2 | 20 |
| cyanide (complex) ³ | 5,5 | 1 | 2 | 50 |
| thiocyanates | 6 | 1 | 2 | 20 |
| organic substances | | | | |
| 3. Aromatic substances | | | | |
| benzene | 0,2 | 1 | 2 | 1 |
| ethylbenzene | 0,2 | 1 | 2 | 50 |
| toluene | 0,2 | 1 | 2 | 130 |
| xylenes (sum) | 0,45 | 1 | 2 | 25 |
| styrene (vinylbenzene) | 0,25 | 1 | 2 | 100 |
| phenol | 0,25 | 1 | 2 | 40 |
| cresols (sum) | 0,3 | 1 | 2 | 5 |
| dodecylbenzene | 0,35 | 1 | 2 | 2 |
| 1, 2, 3-trimethylbenzene | 0,45 | 1 | 2 | 2 |
| 1, 2, 4-trimethylbenzene | 0,45 | 1 | 2 | 2 |
| 1, 3, 5-trimethylbenzene | 0,45 | 1 | 2 | 2 |
| 2-ethyltoluene | 0,45 | 1 | 2 | 2 |
| 3-ethyltoluene | 0,45 | 1 | 2 | 2 |
| 4-ethyltoluene | 0,45 | 1 | 2 | 2 |
| isopropylbenzene | 0,45 | 1 | 2 | 2 |
| propylbenzene | 0,45 | 1 | 2 | 2 |
| aromatic solvents (sum) | 2,5 | 1 | 2 | 2 |
| 4. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) | | | | |
| naphthalene | 1 | 1 | 2 | 2 |
| phenanthrene | 1 | 1 | 2 | 2 |
| anthracene | 1 | 1 | 2 | 2 |
| fluoranthene | 1 | 1 | 2 | 2 |
| chrysene | 1 | 1 | 2 | 2 |
| benzo(a)anthracene | 1 | 1 | 2 | 2 |
| benzo(a)pyrene | 1 | 1 | 2 | 2 |
| benzo(k)fluoranthene | 1 | 1 | 2 | 2 |
| indeno(1,2,3cd)pyrene | 1 | 1 | 2 | 2 |
| benzo(ghi)perylene | 1 | 1 | 2 | 2 |
| PAKs total (sum 10) | 1 | 9 | 8 | 40 |
| 5. Chlorinated hydrocarbons | | | | |
| a. (volatile) chlorinated hydrocarbons | | | | |
| monochloroethylene (vinyl chloride) | 0,1 | 1 | 2 | 0,1 |

ASESORAMIENTO POLÍTICO Y TÉCNICO SOBRE LOS USOS BENÉFICOS DE LOS SEDIMENTOS MARINOS DRAGADOS EN COLOMBIA, INCLUIDAS LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA.

| | | | | |
|--|--------------|--------|------|-----|
| dichloromethane | 0.1 | 1 | 2 | 10 |
| 1,1-dichloroethane | 0.2 | 1 | 2 | 15 |
| 1,2-dichloroethane | 0.2 | 1 | 2 | 4 |
| 1,1-dichloroethylene | 0.3 | 1 | 2 | 0.3 |
| 1,2-dichloroethylene (sum) | 0.3 | 1 | 2 | 1 |
| dichloropropanes (sum) | 0.8 | 1 | 2 | 2 |
| trichloromethane (chloroform) | 0.25 | 1 | 2 | 10 |
| 1,1,1-trichloroethane | 0.25 | 1 | 2 | 15 |
| 1,1,2-trichloroethane | 0.3 | 1 | 2 | 10 |
| trichloroethylene (Tri) | 0.25 | 1 | 2 | 60 |
| tetrachloromethane (Tetra) | 0.3 | 1 | 2 | 1 |
| tetrachloroethylene (Per) | 0.15 | 1 | 2 | 4 |
| b. chlorobenzenes | | | | |
| monochlorobenzene | 0.2 | 1 | 2 | 2 |
| dichlorobenzenes (sum) | 2 | 1 | 2 | 2 |
| trichlorobenzenes (sum) | 0.01 5 | 1 | 2 | 2 |
| tetrachlorobenzenes (sum) | 0.00 9 | 1 | 2 | 2 |
| pentachlorobenzene | 1 | 0.007 | 2 | 2 |
| hexachlorobenzene | 1 | 0.044 | 0.02 | 2 |
| chlorobenzenes (sum) | 2 | 1 | 2 | 30 |
| c. chlorophenols | | | | |
| monochlorophenols (sum) | 0.04 5 | 1 | 2 | 2 |
| dichlorophenols (sum) | 0.2 | 1 | 2 | 2 |
| trichlorophenols (sum) | 0.00 3 | 1 | 2 | 2 |
| tetrachlorophenols (sum) | 0.01 5 | 1 | 2 | 2 |
| pentachlorophenol | 1 | 0.016 | 2 | 5 |
| chlorophenols (sum) | 0.2 | 1 | 2 | 10 |
| d. polychlorinated biphenyls (PCBs) | | | | |
| PCB 28 | 1 | 0.014 | 2 | 2 |
| PCB 52 | 1 | 0.015 | 2 | 2 |
| PCB 101 | 1 | 0.023 | 2 | 2 |
| PCB 118 | 1 | 0.016 | 2 | 2 |
| PCB 138 | 1 | 0.027 | 2 | 2 |
| PCB 153 | 1 | 0.033 | 2 | 2 |
| PCB 180 | 1 | 0.018 | 2 | 2 |
| PCBs (sum 7) | 1 | 0.139 | 0.1 | 1 |
| e. other chlorinated hydrocarbons | | | | |
| monochloroanilines (sum) | 0.2 | 1 | 2 | 50 |
| pentachloroaniline | 0.15 | 1 | 2 | 2 |
| dioxin (sum TEQ) ⁴ | 0.00 0055 | 1 | 2 | 2 |
| chloronaphthalene (sum) | 0.07 | 1 | 2 | 10 |
| 6. Pesticides | | | | |
| a. organochlorine pesticides | | | | |
| chlordane (sum) | 0.00 2 | 1 | 2 | 4 |
| DDT (sum) | 1 | 1 | 2 | 2 |
| DDE (sum) | 1 | 1 | 2 | 2 |
| DDD (sum) | 1 | 1 | 2 | 2 |
| DDT/DDE/DDD (sum) | 1 | 0.3 | 0.02 | 4 |
| aldrin | 1 | 0.0013 | 2 | 2 |
| dieldrin | 1 | 0.008 | 2 | 2 |
| endrin | 1 | 0.0035 | 2 | 2 |
| isodrine | 0.00 1 | 1 | 2 | 2 |
| telodrin | 0.00 05 | 1 | 2 | 2 |
| drinck (sum) | 1 | 0.015 | 2 | 4 |
| endosulfan sulfate | 1 | 1 | 2 | 2 |
| α-endosulfan | 1 | 0.0021 | 2 | 4 |
| α-HCH | 1 | 0.0012 | 2 | 2 |
| β-HCH | 1 | 0.0065 | 2 | 2 |
| γ-HCH (lindane) | 1 | 0.003 | 2 | 2 |
| δ-HCH | 1 | 1 | 2 | 2 |

La nota 1 de la tabla abarca diversas situaciones, lo único que tiene en común es que, para una sustancia determinada, al menos una de las columnas 2 a 6 hace referencia a la nota 1 de la tabla.

Esto significa que no se ha incluido ningún requisito de calidad para la sustancia en cuestión para clasificar el suelo o un lote de suelo o material de dragado en la clase de calidad a la que se refiere la columna correspondiente.

A continuación se describe cómo debe tratarse la sustancia en cuestión en distintas situaciones a la hora de clasificar el suelo o un lote de suelo o material de dragado en una clase de calidad.

Sólo puede aplicarse una descripción de situación a cada sustancia a la vez.

Lo siguiente se aplica a una sustancia para la que se hace referencia a la nota de la tabla 1 en una de las columnas 2 a 6.

- Si en todas las columnas 2 a 6 se hace referencia a la nota 1 del cuadro, la sustancia no se incluirá en la clasificación si

- se refiere a una sustancia que no forma parte de un parámetro de suma tal como se describe en el anexo E ; o
- se refiere a un parámetro de suma tal como se describe en el Anexo E.
- Si una de las columnas 2 a 6 remite a la nota 1 del cuadro y se refiere a una sustancia que forma parte de un parámetro de suma tal como se describe en el anexo E, la sustancia sólo se incluye en la clasificación.

Apéndice F - Valores umbrales para la aplicación en tierra

Este apéndice muestra los valores umbrales para la aplicación de sedimentos en una aplicación en tierra. Fuente: Decreto sobre la calidad del suelo, 2022.

| Substance | quality requirement for quality class 'agriculture/nature' | quality requirement for quality class 'residential' | quality requirement for quality class 'industry' | quality requirement for quality class 'moderately contaminated' | quality requirement for quality class 'heavily contaminated' |
|--|---|--|--|--|--|
| quality class limitation | the concentration of the substance is less than or equal to the value stated in this column | the concentration of the substance is greater than the value stated in the agriculture/nature column and less than or equal to the value stated in this column | the concentration of the substance is greater than the value stated in the living column and less than or equal to the value stated in this column | the concentration of the substance is greater than the value stated in the industry column and less than or equal to the value stated in this column | the concentration of the substance is greater than the value stated in this column |
| Column number | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| for standard soil, expressed in mg/kg dry matter | | | | | |
| Inorganic substances | | | | | |
| 1. Metals | | | | | |
| antimony (Sb) | 4 | 15 | 22 | 22 | 22 |
| arsenic (As) | 20 | 27 | 76 | 76 | 76 |
| barium (Ba) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| cadmium (Cd) | 0.6 | 1,2 | 4.3 | 13 | 13 |
| chromium (Cr) | 55 ¹¹ | 62 | 180 | 180 | 180 |
| cobalt (Co) | 15 | 35 | 190 | 190 | 190 |
| copper (Cu) | 40 | 54 | 190 | 190 | 190 |
| mercury (Hg) | 0.15 | 0.83 | 4.8 | 36 | 36 |
| lead (Pb) | 50 | 210 | 530 | 530 | 530 |
| molybdenum (Mo) | 1,5 ¹¹ | 88 | 190 | 190 | 190 |
| nickel (Ni) | 35 | 39 | 100 | 100 | 100 |
| tin (Sn) | 6.5 | 180 | 900 | 1 | 1 |
| vanadium (V) | 80 | 97 | 250 | 1 | 1 |
| zinc (Zn) | 140 | 200 | 720 | 720 | 720 |
| 2. Other inorganic substances | | | | | |
| chloride ² | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| cyanide (free) | 3 | 3 | 20 | 20 | 20 |
| cyanide (complex) ³ | 5.5 | 5.5 | 50 | 50 | 50 |
| thiocyanates | 6 | 6 | 20 | 20 | 20 |
| Organic substances | | | | | |
| 3. Aromatic substances | | | | | |
| benzene | 0.2 | 0.2 | 1 | 1,1 | 1,1 |
| ethylbenzene | 0.2 | 0.2 | 1.25 | 110 | 110 |

| | | | | | |
|---|------|------|------|-----|-----|
| toluene ⁴ | 0.2 | 0.2 | 1.25 | 32 | 32 |
| xylene (sum) | 0.45 | 0.45 | 1.25 | 17 | 17 |
| styrene (vinylbenzene) | 0.25 | 0.25 | 2.5 | 86 | 86 |
| phenol ⁴ | 0.25 | 0.25 | 1.25 | 14 | 14 |
| cresols (sum) ⁴ | 0.3 | 0.3 | 5 | 13 | 13 |
| dodecylbenzene | 0.35 | 0.35 | 0.35 | † | † |
| 1, 2, 3-trimethylbenzene | 0.45 | 0.45 | 0.45 | † | † |
| 1, 2, 4-trimethylbenzene | 0.45 | 0.45 | 0.45 | † | † |
| 1, 3, 5-trimethylbenzene | 0.45 | 0.45 | 0.45 | † | † |
| 2-ethyltoluene | 0.45 | 0.45 | 0.45 | † | † |
| 3-ethyltoluene | 0.45 | 0.45 | 0.45 | † | † |
| 4-ethyltoluene | 0.45 | 0.45 | 0.45 | † | † |
| isopropylbenzene | 0.45 | 0.45 | 0.45 | † | † |
| propylbenzene | 0.45 | 0.45 | 0.45 | † | † |
| aromatic solvents (sum) | 2.5 | 2.5 | 2.5 | † | † |
| 4. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) | | | | | |
| naphthalene | † | † | † | † | † |
| phenanthrene | † | † | † | † | † |
| anthracene | † | † | † | † | † |
| fluoranthene | † | † | † | † | † |
| chrysene | † | † | † | † | † |
| benzo(a)anthracene | † | † | † | † | † |
| benzo(a)pyrene | † | † | † | † | † |
| benzo(k)fluoranthene | † | † | † | † | † |
| indeno(1,2,3cd)pyrene ¹ | † | † | † | † | † |
| benzo(ghi)perylene | † | † | † | † | † |
| PAHs total (sum 10) | 1.5 | 6.8 | 40 | 40 | 40 |
| 5. Chlorinated hydrocarbons | | | | | |
| a. (volatile) chlorinated hydrocarbons | | | | | |
| monochloroethene (vinyl chloride) | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| dichloromethane | 0.1 | 0.1 | 3.9 | 3.9 | 3.9 |
| 1,1-dichloroethane | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 15 | 15 |
| 1,2-dichloroethane | 0.2 | 0.2 | 4 | 6.4 | 6.4 |

ASESORAMIENTO POLÍTICO Y TÉCNICO SOBRE LOS USOS BENÉFICOS DE LOS SEDIMENTOS MARINOS DRAGADOS EN COLOMBIA, INCLUIDAS LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA.

| | | | | | |
|--|--------|--------|------|-----|-----|
| 1,1-dichloroethylene | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 1,2-dichloroethylene (sum) | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 1 | 1 |
| dichloropropanes (sum) | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 2 | 2 |
| trichloromethane (chloroform) | 0.25 | 0.25 | 3 | 5.6 | 5.6 |
| 1,1,1-trichloroethane | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 15 | 15 |
| 1,1,2-trichloroethane | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 10 | 10 |
| trichloroethylene (Tri) | 0.25 | 0.25 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| tetrachloromethane (Tetra) | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| tetrachloroethylene (Per) | 0.15 | 0.15 | 4 | 8.8 | 8.8 |
| b. chlorobenzenes | | | | | |
| monochlorobenzene | 0.2 | 0.2 | 5 | 15 | 15 |
| dichlorobenzenes (sum) | 2 | 2 | 5 | 19 | 19 |
| trichlorobenzenes (sum) | 0.015 | 0.015 | 5 | 11 | 11 |
| tetrachlorobenzenes (sum) | 0.009 | 0.009 | 2,2 | 2,2 | 2,2 |
| pentachlorobenzene | 0.0025 | 0.0025 | 5 | 6.7 | 6.7 |
| hexachlorobenzene | 0.0085 | 0.027 | 1,4 | 2 | 2 |
| chlorobenzenes (sum) ¹ | | | | | |
| c. chlorophenols | | | | | |
| monochlorophenols (sum) | 0.045 | 0.045 | 5.4 | 5.4 | 5.4 |
| dichlorophenols (sum) | 0.2 | 0.2 | 6 | 22 | 22 |
| trichlorophenols (sum) | 0.003 | 0.003 | 6 | 22 | 22 |
| tetrachlorophenols (sum) | 0.015 | 1 | 6 | 21 | 21 |
| pentachlorophenol | 0.003 | 1,4 | 5 | 12 | 12 |
| chlorophenols (sum) ¹ | | | | | |
| d. polychlorinated biphenyls (PCBs) | | | | | |
| PCB 28 | | | | | |
| PCB 52 | | | | | |
| PCB 101 | | | | | |
| PCB 118 | | | | | |
| PCB 138 | | | | | |

| | | | | | |
|--|----------|----------|----------|---------|---------|
| PCB 153 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| PCB 180 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| PCBs (sum 7) | 0.02 | 0.04 | 0.5 | 1 | 1 |
| e. other chlorinated hydrocarbons | | | | | |
| monochloroanilines (sum) ³ | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 50 | 50 |
| pentachloroaniline | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 1 | 1 |
| dioxin (sum TEQ) ⁶ | 0.000055 | 0.000055 | 0.000055 | 0.00018 | 0.00018 |
| chloronaphthalene (sum) | 0.07 | 0.07 | 10 | 23 | 23 |
| 6. Pesticides | | | | | |
| a. organochlorine pesticides | | | | | |
| chlordane (sum) | 0.002 | 0.002 | 0.1 | 4 | 4 |
| DDT (sum) | 0.2 | 0.2 | 1 | 1,7 | 1,7 |
| DDE (sum) | 0.1 | 0.13 | 1,3 | 2,3 | 2,3 |
| DDD (sum) | 0.02 | 0.84 | 34 | 34 | 34 |
| DDT/DDE/DDD (sum) ¹ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| aldrin ⁷ | 1 | 1 | 1 | 0.32 | 0.32 |
| dieldrin | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| endrin | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| isodrine | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| telodrin | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| drinck (sum) | 0.015 | 0.04 | 0.14 | 4 | 4 |
| endosulfan sulfate | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| α -endosulfan | 0.0009 | 0.0009 | 0.1 | 4 | 4 |
| α -HCH | 0.001 | 0.001 | 0.5 | 17 | 17 |
| β -HCH | 0.002 | 0.002 | 0.5 | 1.6 | 1.6 |
| γ -HCH (lindane) | 0.003 | 0.04 | 0.5 | 1,2 | 1,2 |
| δ -HCH | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| HCH compounds (sum) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| heptachlor | 0.0007 | 0.0007 | 0.1 | 4 | 4 |
| heptachlor epoxide (sum) | 0.002 | 0.002 | 0.1 | 4 | 4 |
| hexachlorobutadiene | 0.003 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| organochlorine pesticides (sum soil) | 0.4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| b. organophosphorus pesticides | | | | | |

ASESORAMIENTO POLÍTICO Y TÉCNICO SOBRE LOS USOS BENÉFICOS DE LOS SEDIMENTOS MARINOS DRAGADOS EN COLOMBIA, INCLUIDAS LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA.

| | | | | | |
|--|--------|--------|--------|-------|-------|
| azinphos-methyl | 0.0075 | 0.0075 | 0.0075 | 1 | 1 |
| c. organotin pesticides | | | | | |
| organotin compounds (sum) ⁸ | 0.15 | 0.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| tributyltin (TBT) ⁸ | 0.065 | 0.065 | 0.065 | 1 | 1 |
| d. chlorophenoxyacetic acid herbicides | | | | | |
| MCPA | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 4 | 4 |
| e. other pesticides | | | | | |
| atrazine | 0.035 | 0.035 | 0.5 | 0.71 | 0.71 |
| carbaryl | 0.15 | 0.15 | 0.45 | 0.45 | 0.45 |
| carbofuran | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.017 |
| 4-chloromethylphenols (sum) | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 1 | 1 |
| organonitrogen and organophosphorus pesticides (sum) | 0.09 | 0.09 | 0.5 | 1 | 1 |
| 7. Other substances | | | | | |
| asbestos ⁹ | 9 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| cyclohexanone | 2 | 2 | 150 | 150 | 150 |
| dimethyl phthalate | 0.045 | 9.2 | 60 | 82 | 82 |
| diethyl phthalate | 0.045 | 5.3 | 53 | 53 | 53 |
| di-isobutyl phthalate | 0.045 | 1,3 | 17 | 17 | 17 |
| dibutyl phthalate | 0.07 | 5 | 36 | 36 | 36 |
| butyl benzyl phthalate | 0.07 | 2.6 | 48 | 48 | 48 |
| dihexyl phthalate | 0.07 | 18 | 60 | 220 | 220 |
| di(2-ethylhexyl)phthalate | 0.045 | 8.3 | 60 | 60 | 60 |
| mineral oil ^{10,4} | 190 | 190 | 500 | 5000 | 5000 |
| pyridine | 0.15 | 0.15 | 1 | 11 | 11 |
| tetrahydrofuran | 0.45 | 0.45 | 2 | 7 | 7 |
| tetrahydrothiophene | 1.5 | 1.5 | 8.8 | 8.8 | 8.8 |
| tribromomethane (bromoform) | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 75 | 75 |
| ethylene glycol | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| diethylene glycol | 8 | 8 | 8 | 1 | 1 |
| acrylonitril | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 |
| formaldehyde | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 |
| isopropanol (2- | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 1 | 1 |

| | | | | | |
|--------------------------------|------|------|------|---|---|
| isopropanol (2-propanol) | 0.75 | 0.75 | 0.75 | ' | ' |
| methanol | 3 | 3 | 3 | ' | ' |
| butanol (1-butanol) | 2 | 2 | 2 | ' | ' |
| butyl acetate | 2 | 2 | 2 | ' | ' |
| ethyl acetate | 2 | 2 | 2 | ' | ' |
| methyl tert-butyl ether (MTBE) | 0.2 | 0.2 | 0.2 | ' | ' |
| methyl ethyl ketone | 2 | 2 | 2 | ' | ' |

1 La nota 1 de la tabla abarca diversas situaciones, lo único que tiene en común es que, para una sustancia concreta, al menos una de las columnas 2 a 6 hace referencia a la nota 1 de la tabla.

Esto significa que no se ha incluido ningún requisito de calidad para la sustancia en cuestión para clasificar el suelo o un lote de suelo o material de dragado en la clase de calidad a la que se refiere la columna correspondiente.

A continuación se describe cómo debe tratarse la sustancia en cuestión en distintas situaciones a la hora de clasificar el suelo o un lote de suelo o material de dragado en una clase de calidad.

Sólo puede aplicarse una descripción de situación a cada sustancia a la vez.

Lo siguiente se aplica a una sustancia para la que se hace referencia a la nota de la tabla 1 en una de las columnas 2 a 6.

- Si en todas las columnas 2 a 6 se hace referencia a la nota 1 del cuadro, la sustancia no se incluirá en la clasificación si
 - se refiere a una sustancia que no forma parte de un parámetro de suma tal como se describe en el anexo E ; o
 - se refiere a un parámetro de suma tal como se describe en el Anexo E.
- Si una de las columnas 2 a 6 hace referencia a la nota 1 del cuadro y se refiere a una sustancia que forma parte de un parámetro de suma tal como se describe en el anexo E , entonces la sustancia sólo se incluye en la clasificación:
 - como parte del parámetro de suma pertinente cuando la sustancia deba incluirse en la determinación del parámetro de suma con arreglo al anexo E; y
 - como sustancia también en la medida en que se incluya un requisito de calidad para la sustancia en una de las columnas 2 a 6.
- Si sólo las columnas 5 y 6 remiten a la nota 1 del cuadro y la concentración de la sustancia convertida con arreglo al anexo G es superior al requisito de calidad correspondiente a la clase de calidad "industria", se utilizará la clase de calidad "moderadamente contaminada" para la clasificación de dicha sustancia.
- Si sólo las columnas 3 a 6 remiten a la nota 1 del cuadro y la concentración convertida con arreglo al anexo G es superior al requisito de calidad correspondiente a la clase de calidad "agricultura/naturaleza", se utilizará la clase de calidad "industria" para la clasificación de dicha sustancia.

Apéndice G - Valores umbrales para la aplicación en el agua

Este apéndice muestra los valores umbrales para el uso de sedimentos en una aplicación en un cuerpo de agua. Fuente: Decreto sobre la calidad del suelo, 2022.

| Substance | quality requirement for quality class 'not contaminated' or quality class 'generally applicable' | quality requirement for quality class 'slightly contaminated' | quality requirement for quality class 'moderately contaminated' | quality requirement for quality class 'heavily contaminated' |
|--|--|---|---|--|
| quality class limitation | the concentration of the substance is less than or equal to the value stated in this column | the concentration of the substance is greater than that in the 'not contaminated' column or 'generally applicable' value stated and less than or equal to the value stated in this column | the concentration of the substance is greater than the value stated in the 'slightly contaminated' column and less than or equal to the value stated in this column | the concentration of the substance is greater than the value stated in this column |
| Column number | 2 | 3 | 4 | 5 |
| for standard soil, in mg kg/dry matter | | | | |
| <i>Inorganic substances</i> | | | | |
| 1. Metals | | | | |
| antimony (Sb) | 4 | 1 | 15 | 15 |
| arsenic (As) | 20 | 29 | 85 | 85 |
| barium (Ba) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| cadmium (Cd) | 0.6 | 4 | 14 | 14 |
| chromium (Cr) | 55 | 120 | 380 | 380 |
| cobalt (Co) | 15 | 25 | 240 | 240 |
| copper (Cu) | 40 | 96 | 190 | 190 |
| mercury (Hg) | 0.15 | 1,2 | 10 | 10 |
| lead (Pb) | 50 | 138 | 580 | 580 |
| molybdenum (Mo) | 1.5 | 5 | 200 | 200 |
| nickel (Ni) | 35 | 50 | 210 | 210 |
| tin (Sn) | 6.5 | 1 | 1 | 1 |
| vanadium (V) | 80 | 1 | 1 | 1 |
| zinc (Zn) | 140 | 563 | 2000 | 2000 |
| 2. Other inorganic substances | | | | |
| chloride ² | 1 | 1 | 1 | 1 |
| cyanide (free) | 3 | 1 | 20 | 20 |
| cyanide (complex) ³ | 5.5 | 1 | 50 | 50 |
| thiocyanates | 6 | 1 | 20 | 20 |
| Organic substances | | | | |
| 3. Aromatic substances | | | | |

| | | | | |
|---|------|---|-----|-----|
| benzene | 0.2 | 1 | 1 | 1 |
| ethylbenzene | 0.2 | 1 | 50 | 50 |
| toluene | 0.2 | 1 | 130 | 130 |
| xylene (sum) | 0.45 | 1 | 25 | 25 |
| styrene (vinylbenzene) | 0.25 | 1 | 100 | 100 |
| phenol | 0.25 | 1 | 40 | 40 |
| cresols (sum) | 0.3 | 1 | 5 | 5 |
| dodecylbenzene | 0.35 | 1 | 1 | 1 |
| 1, 2, 3-trimethylbenzene | 0.45 | 1 | 1 | 1 |
| 1, 2, 4-trimethylbenzene | 0.45 | 1 | 1 | 1 |
| 1, 3, 5-trimethylbenzene | 0.45 | 1 | 1 | 1 |
| 2-ethyltoluene | 0.45 | 1 | 1 | 1 |
| 3-ethyltoluene | 0.45 | 1 | 1 | 1 |
| 4-ethyltoluene | 0.45 | 1 | 1 | 1 |
| isopropylbenzene | 0.45 | 1 | 1 | 1 |
| propylbenzene | 0.45 | 1 | 1 | 1 |
| aromatic solvents (sum) | 2.5 | 1 | 1 | 1 |
| 4. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) | | | | |
| naphthalene | 1 | 1 | 1 | 1 |
| phenanthrene | 1 | 1 | 1 | 1 |
| anthracene | 1 | 1 | 1 | 1 |
| fluoranthene | 1 | 1 | 1 | 1 |
| chrysene | 1 | 1 | 1 | 1 |
| benzo(a)anthracene | 1 | 1 | 1 | 1 |
| benzo(a)pyrene | 1 | 1 | 1 | 1 |
| benzo(k)fluoranthene | 1 | 1 | 1 | 1 |
| indeno(1,2,3cd)pyrene | 1 | 1 | 1 | 1 |
| benzo(ghi)perylene | 1 | 1 | 1 | 1 |
| PAHs total (sum 10) | 1.5 | 9 | 40 | 40 |
| 5. Chlorinated hydrocarbons | | | | |
| a. (volatile) chlorinated hydrocarbons | | | | |
| monochloroethene (vinyl chloride) | 0.1 | 1 | 0.1 | 0.1 |
| dichloromethane | 0.1 | 1 | 10 | 10 |
| 1,1-dichloroethane | 0.2 | 1 | 15 | 15 |
| 1,2-dichloroethane | 0.2 | 1 | 4 | 4 |

ASESORAMIENTO POLÍTICO Y TÉCNICO SOBRE LOS USOS BENÉFICOS DE LOS SEDIMENTOS MARINOS DRAGADOS EN COLOMBIA, INCLUIDAS LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA.

| | | | | |
|--|--------|-------|-----|-----|
| 1,1-dichloroethylene | 0.3 | ' | 0.3 | 0.3 |
| 1,2-dichloroethylene (sum) | 0.3 | ' | 1 | 1 |
| dichloropropanes (sum) | 0.8 | ' | 2 | 2 |
| trichloromethane (chloroform) | 0.25 | ' | 10 | 10 |
| 1,1,1-trichloroethane | 0.25 | ' | 15 | 15 |
| 1,1,2-trichloroethane | 0.3 | ' | 10 | 10 |
| trichloroethylene (Tri) | 0.25 | ' | 60 | 60 |
| tetrachloromethane (Tetra) | 0.3 | ' | 1 | 1 |
| tetrachloroethylene (Per) | 0.15 | ' | 4 | 4 |
| b. chlorobenzenes | | | | |
| monochlorobenzene | 0.2 | ' | ' | ' |
| dichlorobenzenes (sum) | 2 | ' | ' | ' |
| trichlorobenzenes (sum) | 0.015 | ' | ' | ' |
| tetrachlorobenzenes (sum) | 0.009 | ' | ' | ' |
| pentachlorobenzene | 0.0025 | 0.007 | ' | ' |
| hexachlorobenzene | 0.0085 | 0.044 | ' | ' |
| chlorobenzenes (sum) | 2 | ' | 30 | 30 |
| c. chlorophenols | | | | |
| monochlorophenols (sum) | 0.045 | ' | ' | ' |
| dichlorophenols (sum) | 0.2 | ' | ' | ' |
| trichlorophenols (sum) | 0.003 | ' | ' | ' |
| tetrachlorophenols (sum) | 0.015 | ' | ' | ' |
| pentachlorophenol | 0.003 | 0.016 | 5 | 5 |
| chlorophenols (sum) | 0.2 | ' | 10 | 10 |
| d. polychlorinated biphenyls (PCBs) | | | | |
| PCB 28 | 0.0015 | 0.014 | ' | ' |
| PCB 52 | 0.002 | 0.015 | ' | ' |
| PCB 101 | 0.0015 | 0.023 | ' | ' |
| PCB 118 | 0.0045 | 0.016 | ' | ' |
| PCB 138 | 0.004 | 0.027 | ' | ' |
| PCB 153 | 0.0035 | 0.033 | ' | ' |
| PCB 180 | 0.0025 | 0.018 | ' | ' |
| PCBs (sum 7) | 0.02 | 0.139 | 1 | 1 |
| e. other chlorinated hydrocarbons | | | | |
| monochloroanilines (sum) | 0.2 | ' | 50 | 50 |
| pentachloroaniline | 0.15 | ' | ' | ' |

| | | | | |
|---|----------|--------|-----|-----|
| dioxin (sum TEQ) ⁴ | 0.000055 | 1 | 1 | 1 |
| chloronaphthalene (sum) | 0.07 | 1 | 10 | 10 |
| 6. Pesticides | | | | |
| a. organochlorine pesticides | | | | |
| chlordane (sum) | 0.002 | 1 | 4 | 4 |
| DDT (sum) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| DDE (sum) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| DDD (sum) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| DDT/DDE/DDD (sum) | 0.3 | 0.3 | 4 | 4 |
| aldrin | 0.0008 | 0.0013 | 1 | 1 |
| dieldrin | 0.008 | 0.008 | 1 | 1 |
| endrin | 0.0035 | 0.0035 | 1 | 1 |
| isodrine | 0.001 | 1 | 1 | 1 |
| telodrin | 0.0005 | 1 | 1 | 1 |
| dlink (sum) | 0.015 | 0.015 | 4 | 4 |
| endosulfan sulfate | 1 | 1 | 1 | 1 |
| α-endosulfan | 0.0009 | 0.0021 | 4 | 4 |
| α-HCH | 0.001 | 0.0012 | 1 | 1 |
| β-HCH | 0.002 | 0.0065 | 1 | 1 |
| γ-HCH (lindane) | 0.003 | 0.003 | 1 | 1 |
| δ-HCH | 1 | 1 | 1 | 1 |
| HCH compounds (sum) | 0.01 | 0.01 | 2 | 2 |
| heptachlor | 0.0007 | 0.004 | 4 | 4 |
| heptachlor epoxide (sum) | 0.002 | 0.004 | 4 | 4 |
| hexachlorobutadiene | 0.003 | 0.0075 | 1 | 1 |
| organochlorine pesticides (sum water bottom) | 0.4 | 1 | 1 | 1 |
| b. organophosphorus pesticides | | | | |
| azinphos-methyl | 0.0075 | 1 | 1 | 1 |
| c. organotin pesticides | | | | |
| organotin compounds (sum) ⁵ | 0.15 | 1 | 2.5 | 2.5 |
| tributyltin (TBT) ⁵ | 0.065 | 0.25 | 1 | 1 |
| d. chlorophenoxyacetic acid herbicides | | | | |
| MCPA | 0.55 | 1 | 4 | 4 |
| e. other pesticides | | | | |
| atrazine | 0.035 | 1 | 6 | 6 |

ASESORAMIENTO POLÍTICO Y TÉCNICO SOBRE LOS USOS BENÉFICOS DE LOS SEDIMENTOS MARINOS DRAGADOS EN COLOMBIA, INCLUIDAS LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA.

| | | | | |
|--|-------|------|------|------|
| carbaryl | 0.15 | 1 | 5 | 5 |
| carbofuran | 0.017 | 1 | 2 | 2 |
| 4-chloromethylphenols (sum) | 0.6 | 1 | 1 | 1 |
| organonitrogen and organophosphorus pesticides (sum) | 0.09 | 1 | 1 | 1 |
| 7. Other substances | | | | |
| asbestos ⁶ | 6 | 100 | 100 | 100 |
| cyclohexanone | 2 | 1 | 45 | 45 |
| dimethyl phthalate | 1 | 1 | 1 | 1 |
| diethyl phthalate | 1 | 1 | 1 | 1 |
| di-isobutyl phthalate | 1 | 1 | 1 | 1 |
| dibutyl phthalate | 1 | 1 | 1 | 1 |
| butyl benzyl phthalate | 1 | 1 | 1 | 1 |
| dihexyl phthalate | 1 | 1 | 1 | 1 |
| di(2-ethylhexyl)phthalate | 1 | 1 | 1 | 1 |
| phthalates (sum) | 0.25 | 1 | 60 | 60 |
| mineral oil | 190 | 1250 | 5000 | 5000 |
| pyridine | 0.15 | 1 | 0.5 | 0.5 |
| tetrahydrofuran | 0.45 | 1 | 2 | 2 |
| tetrahydrothiophene | 1.5 | 1 | 90 | 90 |
| tribromomethane (bromoform) | 0.2 | 1 | 75 | 75 |
| ethylene glycol | 5 | 1 | 1 | 1 |
| diethylene glycol | 8 | 1 | 1 | 1 |
| acrylonitril | 0.1 | 1 | 1 | 1 |
| formaldehyde | 0.1 | 1 | 1 | 1 |
| isopropanol (2-propanol) | 0.75 | 1 | 1 | 1 |
| methanol | 3 | 1 | 1 | 1 |
| butanol (1-butanol) | 2 | 1 | 1 | 1 |
| butyl acetate | 2 | 1 | 1 | 1 |
| ethyl acetate | 2 | 1 | 1 | 1 |
| methyl tert-butyl ether (MTBE) | 0.2 | 1 | 1 | 1 |
| methyl ethyl ketone | 2 | 1 | 1 | 1 |

Apéndice H - Valores umbrales para PFAS/PFOA

Este apéndice muestra los valores umbrales de PFAS/PFOA para el uso beneficioso de los sedimentos. Fuente: Ley de emergencia para niveles tóxicos de PFAS/PFOA, versión de diciembre de 2023.

| Categoríe | Toepassingssituatie | Toepassingswaarde (µg/kg d.s.) ^{(2) (3) (4) (5) (7)} |
|---|---|--|
| Op de landbodem | | |
| 4.1 | Grond en baggerspecie toepassen | |
| | Bodemkwaliteitsklasse | Bodemfunctieklasse |
| | wonen of industrie | wonen of industrie |
| | landbouw/natuur | wonen of industrie |
| | Landbouw/natuur, wonen of industrie | landbouw/natuur |
| 4.2 | Baggerspecie verspreiden, als bedoeld in artikel 4.1269, derde lid onder a van het Bal (verspreiden inclusief verspreiden in weilanddepots van baggerspecie afkomstig uit regionale wateren op aangrenzende percelen of op landbouwgronden gelegen tot 10 km afstand van de plaats van vrijkomen) | PFOS = 3 PFOA = 7 Overige PFAS = 3 |
| 4.3 | Grond en baggerspecie grootschalig toepassen | PFOS = 3 PFOA = 7 Overige PFAS = 3 |
| 4.4 | Grond en baggerspecie toepassen in grondwaterbeschermingsgebieden | Gebiedskwaliteit, indien niet bekend 0,1 |
| 4.5, vervallen | Grond en baggerspecie toepassen onder grondwaterniveau, met inbegrip van grootschalige toepassing. | Vervalt, zie categorie 4.1, 4.2 en 4.3 |
| In een oppervlaktewaterlichaam⁽⁸⁾ | | |
| 4.6, vervallen | Grond toepassen | Vervalt, zie categorie 4.8.2, 4.9.1 en 4.9.2 |
| 4.7 | Baggerspecie verspreiden in hetzelfde oppervlaktewaterlichaam of aansluitende (sedimentdelende) ⁽¹⁰⁾ stroomafwaarts gelegen oppervlaktewaterlichamen (als bedoeld in artikel 4.1269, derde lid onder b en c van het Bal) | Toepasbaar, wel meten en toetsen op uitschieters ⁽⁹⁾ . |
| 4.8.1 | Baggerspecie toepassen in hetzelfde oppervlaktewaterlichaam in toepassingen, als bedoeld in artikel 4.1269, tweede lid onder f, g en h van het Bal | Toepasbaar, wel meten en toetsen op uitschieters ⁽⁹⁾ . |
| 4.8.2 | Het in een ander oppervlaktewaterlichaam : <ul style="list-style-type: none"> • verspreiden van baggerspecie (bij niet-sedimentdelende oppervlaktewaterlichamen) als bedoeld in artikel 4.1269, derde lid onder b van het Bal en • het toepassen van baggerspecie en grond in toepassingen als bedoeld in artikel 4.1269, tweede lid onder f, g en h van het Bal. | Rijkswater: PFOS = 3,7 PFOA = 0,8 Overige PFAS = 0,8 Anders: PFOS = 1,1 PFOA = 0,8 Overige PFAS = 0,8 |
| 4.9.1 | Baggerspecie en grond toepassen in niet-vrijliggende diepe plassen die in open verbinding staan met een rijkswater ⁽¹⁾ ⁽⁶⁾ | PFOS = 3,7 PFOA = 0,8 Overige PFAS = 0,8 |

Apéndice I - Glosario de términos técnicos

| Término | Definición |
|--|--|
| Uso beneficioso (del material dragado) | Reutilización productiva de sedimentos dragados para fines funcionales o ecológicos, como la defensa contra inundaciones, el relleno de construcciones o la restauración de ecosistemas. |
| Construcción con la Naturaleza (CnN) | Enfoque de diseño que integra los procesos naturales en los proyectos de ingeniería para mejorar la sostenibilidad y la resiliencia. |
| Eliminación | Colocación final del material dragado en un lugar específico, normalmente debido a la contaminación o a la falta de potencial de reutilización. |
| Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Proceso internacional para evaluar los efectos medioambientales de un proyecto. En los Países Bajos se aplica como MER. |
| Permiso medioambiental | Autorización legal necesaria para actividades con posibles impactos ambientales (por ejemplo, dragado, reutilización, almacenamiento). |
| Natura 2000 | Red europea de espacios naturales protegidos en virtud de las Directivas sobre aves y hábitats. |
| Soluciones basadas en la naturaleza (NbS) | Uso de sistemas o procesos naturales para afrontar retos sociales como la adaptación al clima y la pérdida de biodiversidad. |
| Ley de dispersión del Mar del Norte | Ley neerlandesa que especifica las zonas designadas para la eliminación segura o la reutilización de sedimentos marinos en el Mar del Norte. |
| Evaluación previa (de la necesidad de dragado) | Directriz neerlandesa para determinar si es necesario el dragado para cumplir los objetivos de calidad del agua. |
| Decreto sobre la calidad del suelo (Besluit Bodemkwaliteit) | Decreto neerlandés que establece valores umbral y protocolos para la reutilización del suelo y los sedimentos dragados en función de la aplicación prevista. |
| Esparcimiento | Método de reutilización que consiste en colocar los sedimentos dragados en tierra o agua, normalmente cerca de su origen, por debajo de los umbrales reglamentarios. |
| Almacenamiento temporal | Almacenamiento provisional de material dragado antes de su aplicación final o eliminación, sujeto a las normas de autorización. |
| Valores umbral | Límites reglamentarios para contaminantes, utilizados para determinar si el material dragado puede reutilizarse o requiere eliminación. |

Apéndice J - Glosario de siglas

| Acrónimo | Nombre completo | Descripción |
|--------------------|---|--|
| AW-2000 | Achtergrondwaarden 2000 | Base de datos holandesa sobre contaminación del suelo utilizada para obtener valores de referencia. |
| BAL | Besluit Activiteiten Leefomgeving (Decreto de Actividades Medioambientales) | Decreto holandés sobre actividades medioambientales que enumera las actividades relevantes para el medio ambiente y los permisos necesarios. |
| BeSI | Indicador de Especies Protegidas | Herramienta para comprobar la presencia de especies protegidas y determinar la necesidad de permisos de protección de la naturaleza. |
| BRL | Beoordelingsrichtlijn | Directriz de certificación para el control de calidad en la gestión de suelos y sedimentos (por ejemplo, BRL 9335, BRL SIKB 7000). |
| C1 / C3 | - | Paquetes analíticos de laboratorio normalizados utilizados en los Países Bajos para evaluar la calidad del suelo y del material de dragado. |
| CONPES 4118 | Consejo Nacional de Política Económica y Social 4118 | Directiva política colombiana que hace hincapié en la reutilización beneficiosa de los sedimentos en la gestión portuaria. |
| CSOIL | - | Modelo holandés de exposición para calcular los riesgos para la salud humana de los suelos contaminados. |
| DNP | Departamento Nacional de Planeación | Agencia colombiana para la planificación nacional a largo plazo y la estrategia de desarrollo. |
| EIA | Evaluación del impacto ambiental | Proceso internacional de evaluación para identificar los riesgos medioambientales de los grandes proyectos. |
| EPA | Ley de Medio Ambiente y Ordenación Territorial (Omgevingswet) | Ley neerlandesa que integra la normativa medioambiental y de ordenación del territorio en un marco único. |
| ERM/PEL | Mediana del rango de efectos / Nivel de efecto probable | Umbrales internacionales de toxicidad utilizados para evaluar el impacto de los sedimentos en la vida acuática. |
| DMA UE | Directiva Marco del Agua de la Unión Europea | Directiva de la UE que establece objetivos de calidad del agua y prohíbe actividades (como el dragado) que degradan las masas de agua. |
| HVN | Norma Hoogst Verantwoorde | Valor máximo aceptable para la calidad de los sedimentos basado en criterios medioambientales y sanitarios. |
| INVIAS | Instituto Nacional de Vías | Instituto nacional colombiano que gestiona las infraestructuras de transporte, incluidos los puertos y las vías navegables. |
| MER | Informe sobre el efecto medioambiental | Informe de impacto ambiental neerlandés, comparable pero más amplio que la EIA estándar. |

| | | |
|----------------------------|---|--|
| MinAmbiente | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible | Ministerio de Medio Ambiente de Colombia, responsable de establecer las directrices de reutilización de sedimentos. |
| MinTransporte | Ministerio de Transporte | Ministerio de Transporte de Colombia, parte interesada en la regulación de puertos y dragados. |
| MKBA | Maatschappelijke Kosten-Baten Analyse (Análisis de costes y beneficios) | Análisis neerlandés de costes y beneficios que cuantifica las repercusiones sociales y medioambientales en términos monetarios. |
| MKI | Milieukostenindicator | Índice de costes medioambientales que cuantifica el impacto ecológico para su uso en la contratación y la evaluación. |
| NbS | Soluciones basadas en la naturaleza | Estrategias que utilizan procesos y ecosistemas naturales para la gestión de infraestructuras y medio ambiente. |
| OSPAR | - | Acuerdo regional del Atlántico Nororiental para proteger los ecosistemas marinos (Países Bajos es parte). |
| PNDM | Plan Nacional de Dragados Marítimos | Plan Nacional de Dragados Marítimos de Colombia de 2017 con objetivos estratégicos de reutilización y regulación. |
| PFAS | Sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas | Grupo de sustancias químicas industriales persistentes reguladas debido a su toxicidad y riesgo ambiental. |
| PFOA | Ácido perfluorooctanoico | Tipo de PFAS prohibido o limitado debido a su elevada persistencia y toxicidad. |
| RAW | Rationalisatie en Automatisering Grond-, Weg- en Waterbouw (racionalización y automatización de carreteras, caminos y aguas) | Sistema neerlandés de normalización de las especificaciones técnicas en los contratos civiles y de dragado. |
| RIVM | Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Instituto Holandés de Salud Pública y Medio Ambiente) | Instituto Nacional Holandés de Salud Pública y Medio Ambiente, que apoya la investigación sobre umbrales medioambientales. |
| RWS | Rijkswaterstaat | Organismo neerlandés que gestiona las vías navegables nacionales y vela por el cumplimiento de la normativa medioambiental y de dragado. |
| RVO | Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (Organismo neerlandés de gestión de los recursos hídricos) | Organismo neerlandés que concede permisos y apoya iniciativas económicas y medioambientales (por ejemplo, en el dragado de la ZEE). |
| SEDIAS | Asistente de evaluación de sedimentos | Herramienta informática neerlandesa para evaluar el impacto de los sedimentos contaminados en la calidad del agua. |
| SIKB | Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (Fundación para la Infraestructura y la Protección del Medio Ambiente) | Fundación responsable de los protocolos y la certificación del control de calidad de suelos y sedimentos en los Países Bajos. |
| Protocolo SIKB 1001 | - | Protocolo de muestreo de campo para la recogida de muestras de suelo o material de dragado para la clasificación por lotes. |

| | | |
|-------------------------|-------------------|---|
| Protocolo | - | Norma holandesa de análisis de laboratorio para determinar la contaminación química en suelos y sedimentos. |
| SIKB 3000 / AP04 | | Prueba de dragado en agua salada para evaluar la idoneidad de los sedimentos para su esparcimiento en el mar. |
| ZBT | Zoute Baggertoets | |

Apéndice K - Visión general de los sistemas de control del dragado utilizados en el mundo

| Tipo de sistema | Parámetro medido | Ejemplo de dispositivos/sistemas | Protocolos y métodos | Disponibilidad/Usos en Colombia |
|---|---|--|---|---|
| Sensores de turbidez in situ | Turbidez (NTU/FNU) | YSI EXO2, Sensor de turbidez Seapoint, Eureka Manta+, Hydrolab DS5 | Registro continuo; calibrado según ISO 7027 o USEPA 180.1; colocado aguas arriba/aguas abajo; lecturas cada 15 min. | Utilizado por INVERMAR, autoridades portuarias; disponible a través de distribuidores locales |
| Sondas multiparamétricas | Turbidez, OD, pH, salinidad, temperatura | YSI EXO2, Eureka Manta+, OTT Hydrolab | Despliegue sobre el terreno con perfiles verticales; garantía de calidad con duplicados y calibración | Común en estudios de referencia; utilizado por consultores en Cartagena, Barranquilla |
| Perfiladores acústicos de corriente Doppler (ADCP) | Velocidad/dirección de la corriente, transporte de sedimentos | Teledyne RDI Workhorse, Nortek Aquadopp | Instalado en pontones o montado en el fondo; datos cada 15-30 minutos; ayuda a la modelización de la dispersión del penacho | Utilizado en estudios hidrográficos y de dragado; operado por DIMAR, contratistas privados |
| Boyas de turbidez remotas | Turbidez superficial (en tiempo real) | YSI EMM68, SmartBuoy de Cefas, Campbell Scientific CR300 | Registro continuo + telemetría (GPRS); alarmas en caso de superación del umbral; alimentación solar | Desplegados en puertos y hábitats sensibles; integración de telemetría con plataformas de vigilancia |
| Sensores basados en drones | Turbidez superficial (espacial) | Drones DJI con MicaSense RedEdge, Parrot Sequoia | Adquisición de imágenes + estimación de la turbidez basada en la reflectancia; calibrado con datos de campo | Utilizado por empresas consultoras para cartografiar penachos poco profundos |
| Monitorización por satélite | Turbidez superficial (escala regional) | Sentinel-2, Landsat-8 | Procesamiento de imágenes (por ejemplo, relaciones de bandas); validación con mediciones in situ | Utilizado por el IDEAM, universidades para el seguimiento de penachos en el delta del Magdalena y la costa del Pacífico |
| Sistemas de modelización de penachos | Predicción de la dispersión de sedimentos | Delft3D, MIKE21, TELEMAC | Impulsado por ADCP, batimetría, cargas de sedimentos; utilizado para el control adaptativo del dragado. | Utilizados en grandes proyectos portuarios (p. ej., Cartagena); a menudo integrados en EIA |
| AIS (Sistema de Identificación Automática) | Localización y movimiento de dragas | MarineTraffic, Vesper Cortex AIS, AIS a bordo de la draga | Seguimiento de la posición para el cumplimiento y correlación con los datos de la pluma | Estándar para buques contratistas; regulado por la DIMAR |
| Muestreo de agua (manual) | Sólidos en suspensión totales (mg/L) | Botellas Van Dorn, muestreadores Niskin, filtros GF/F | Análisis de laboratorio; curva de calibración de SST frente a turbidez; realizado durante controles aleatorios | Utilizado para el cumplimiento de la normativa y la calibración de los sensores |

Colofón

ASESORAMIENTO POLÍTICO Y TÉCNICO SOBRE LOS USOS BENÉFICOS DE LOS SEDIMENTOS MARINOS DRAGADOS EN COLOMBIA, INCLUIDAS LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA. INFORMACIÓN, EXPERIENCIAS Y LECCIONES APRENDIDAS EN LA CONCESIÓN DE LICENCIAS, LA OPERACIÓN, EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LAS ACTIVIDADES DE DRAGADO MARÍTIMO EN LOS PAÍSES BAJOS, ASÍ COMO EN LA DETERMINACIÓN DE LOS REQUISITOS PARA APROBAR EN ESTE PAÍS LOS USOS DE LOS SEDIMENTOS MARINOS DRAGADOS

El proyecto “Asesoramiento político y técnico sobre los usos benéficos de los sedimentos marinos dragados en Colombia, incluidas las soluciones basadas en la naturaleza” forma parte de la colaboración entre el Gobierno de los Países Bajos, a través del programa Partners for Water, y el Ministerio de Ambiente de Colombia, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Ministerio de Transporte. El proyecto fue ejecutado por un consorcio conformado por Arcadis, la Fundación Herencia Ambiental Caribe, JESyCA y Netics, en conjunto con entidades gubernamentales tanto de Colombia como de los Países Bajos.

AUTORES

Jip Koster, NETICS B.V.
Thijs Verhoeven, NETICS B.V.
Hugo Ekkelenkamp, NETICS B.V.

NUESTRA REFERENCIA

:1

FECHA

23 de enero 2026

ESTADO

Final

VERIFICADO POR

Martijn Onderwater
Director técnico, Arcadis B.V

Juan David Carranza
Investigador de suelos

PUBLICADO POR

Jeroen Klooster
Jefe de proyecto, Arcadis B.V