

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE QUÍMICA  
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería  
Ambiental

**Directrices generales para la reglamentación del vertimiento del material de dragado  
al medio marino según el Protocolo de Londres de 1996**

Sunny Valeria Molina Ramírez

CARTAGO, marzo, 2023

**TEC** | Tecnológico  
de Costa Rica

**ingeniería**  
**ambiental**



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) .

**“Directrices generales para la reglamentación del vertimiento del material de dragado al medio marino según el Protocolo de Londres de 1996”**

Informe presentado a la Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Ambiental con el grado de licenciatura

**Miembros del tribunal**

---

**PhD. Lilliana Abarca Guerrero**  
**Director(a)**

---

**Mg. José Luis Obando Castro**  
**Lector 1**

---

**PhD. Felipe Calleja Apéstegui**  
**Lector 2**

---

**David Isasi Hernández Parra**  
**Coordinador(a) COTRAFIG**

---

**M.Sc. Ricardo Coy Herrera**  
**Director Escuela de Química**

---

**M.Sc. Diana Alejandra Zambrano Piamba**  
**Coordinadora Carrera de Ingeniería Ambiental**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirme llegar hasta acá y a mi familia por apoyarme e impulsarme a continuar siempre.

A mi tutora Lilliana Abarca por el apoyo, la paciencia y dedicación con la que me ayudó a desarrollar este proyecto y por todo el aprendizaje que me llevo.

Al Mg. José Luis Obando por confiar en mi trabajo y junto con PhD. Felipe Calleja por su colaboración como lectores. A don Klaus Essig por los aportes realizados que hicieron posible este proyecto.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Resumen .....</b>	<b>1</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>2</b>
<b>1 Introducción .....</b>	<b>3</b>
1.1 <i>Objetivos</i> .....	4
1.1.1 Objetivo general .....	4
1.1.2 Objetivos específicos .....	4
<b>2 Revisión de literatura .....</b>	<b>5</b>
2.1 <i>Contaminación marina y sus impactos</i> .....	5
2.1.1 Contaminación marina.....	5
2.1.2 Impacto ambiental, económico y en la salud.....	6
2.1.3 Contaminación marina en Costa Rica .....	7
2.2 <i>Marco legal internacional y nacional</i> .....	8
2.2.1 Acuerdos, Convenios, Tratados y Programas Internacionales .....	8
2.2.2 Leyes y Reglamentos Nacionales e instituciones involucradas.....	10
2.3 <i>Protocolo de Londres</i> .....	12
2.3.1 Objetivos y beneficios del Protocolo.....	12
2.3.2 Situación de Costa Rica respecto al Protocolo .....	14
<b>3 Materiales y métodos.....</b>	<b>15</b>
<b>4 Resultados y discusión.....</b>	<b>17</b>
4.1 <i>Regulación actual del vertimiento de residuos en Costa Rica</i> .....	17
4.2 <i>Propuesta sobre aspectos a considerar en la concesión de permisos de vertimiento de material de dragado al mar</i> .....	25
4.2.1 Introducción.....	25
4.2.2 Consideraciones generales.....	26
4.2.3 Organismos competentes .....	26
4.2.4 Tipos de dragado .....	26
4.2.5 Fiscalización de la producción de desechos .....	28
4.2.6 Opciones de gestión del material de dragado .....	29

4.2.7	Caracterización del material de dragado .....	30
4.2.8	Lista de criterios de actuación .....	35
4.2.9	Selección del lugar de vertido .....	37
4.2.10	Evaluación de los posibles impactos .....	39
4.2.11	El permiso y sus condiciones.....	40
4.2.12	Monitoreo .....	41
<b>5</b>	<b>Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>45</b>
5.1	<i>Conclusiones.....</i>	45
5.2	<i>Recomendaciones .....</i>	45
<b>6</b>	<b>Referencias .....</b>	<b>47</b>

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 2. 1: Materiales encontrados en el fondo del Mar Mediterráneo [11].....	6
--	---

## **LISTA DE CUADROS**

Cuadro 4. 1 Leyes, reglamentos o convenios nacionales relacionados al vertimiento de residuos.....	18
Cuadro 4. 2. Lista de criterios de actuación para la evaluación de material de dragado de España.....	37

## LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

As	Arsénico
BPA	Bisfenol A
Cd	Cadmio
CONVEMAR	Convención de las Naciones Unidas sobre Derecho del Mar
Cr	Cromo
Cu	Cobre
DDT	Diclorodifeniltricloroetano
EPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
HAPs	Hidrocarburos aromáticos policíclicos
Hg	Mercurio
IADC	Asociación Internacional de Empresas de Dragado
INCOP	Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico
JAPDEVA	Junta de Administración Portuaria y de Desarrollo de la Vertiente Atlántica
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transportes
MSP	Ministerio de Seguridad Pública
Ni	Níquel
NORAD	Agencia Noruega para la Cooperación al Desarrollo
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMI	Organización Marítima Internacional
OSPAR	Comisión de la Convención para la Protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico del Nordeste
Pb	Plomo
PCBs	Policlorobifenilos
RECOPE	Refinadora Costarricense de Petróleo

TBT

Tributilestaño

Zn

Zinc

## **RESUMEN**

El Protocolo de Londres es un instrumento legal internacional que promueve la conservación y protección de los ecosistemas marinos a través de la regulación del vertimiento de residuos al mar, la cual puede ser una fuente importante de contaminación si no se realiza de forma controlada. Este Protocolo permite el vertimiento de ciertos residuos, siempre y cuando exista la normativa pertinente, uno de ellos es el material de dragado. Costa Rica aún no forma parte de este instrumento jurídico internacional y tampoco posee regulaciones o directrices técnicas específicas para la gestión de dicho residuo. Este proyecto pretende orientar a las entidades gubernamentales en la creación de un marco regulatorio que permita una gestión adecuada del material de dragado, en caso de que el país se convierta en una parte contratante del Protocolo. Así, se definieron aspectos generales que deben ser considerados por los organismos competentes a la hora de expedir los permisos de dragado entre ellos: el tipo de dragado, la evaluación de opciones alternas a la disposición en mar, la caracterización física, química y biológica del material, la creación de una lista de criterios de actuación, la elección del sitio de evacuación, la predicción de los posibles impactos ambientales y la aplicación de un plan de monitoreo. Se propone la creación de un instrumento legal que considere todos los elementos mencionados anteriormente, de forma que se promueva la gestión adecuada de estos residuos que no ponga en riesgo la salud de los ecosistemas marinos y se cumplan los objetivos planteados en el Protocolo.

**Palabras clave:** Protocolo de Londres de 1996, Vertimiento, Material de dragado, Contaminación marina.

## **ABSTRACT**

The London Protocol is an international legal instrument that promotes the conservation and protection of marine ecosystems by regulating the dumping of waste at sea, which can be a major source of pollution if it is not carried out in a controlled manner. This Protocol allows the dumping of certain wastes, as long as the pertinent regulations are in place, one of them being dredged material. Costa Rica is not yet part of this international legal instrument, nor does it have specific regulations or technical guidelines for the management of this waste. This project aims to guide governmental entities in the creation of a regulatory framework that will allow for an adequate management of dredged material, in case the country becomes a contracting party to the Protocol. Thus, general aspects were defined that should be considered by the competent agencies when issuing dredging permits, such as: the type of dredging, the evaluation of alternative options to disposal at sea, the physical, chemical and biological characterization of the material, the creation of a list of criteria for action, the choice of the disposal site, the prediction of possible environmental impacts and the implementation of a monitoring plan. It is proposed that a legal instrument be created that considers all the elements mentioned above, in order to promote the proper management of these wastes that does not endanger the health of marine ecosystems and that meets the objectives set out in the Protocol.

**Key words:** London Protocol of 1996, Dumping, Dredged material, Marine litter.

# 1 INTRODUCCIÓN

Los mares y océanos representan alrededor del 70% de la superficie del planeta Tierra. Estos constituyen un ecosistema indispensable para el desarrollo de la vida humana, ya que no solo son un recurso de gran impacto económico permitiendo actividades como el turismo, el transporte y la alimentación de las personas, sino también albergan gran cantidad de flora y fauna, producen cantidades importantes de oxígeno y son reguladores climáticos [1]. Estos, a lo largo del tiempo se han visto cada vez más afectados por la contaminación causada por las actividades humanas y la mala gestión de los residuos que estas generan [2].

Las fuentes de contaminación de dicho ecosistema son múltiples, y el vertimiento de residuos al mar es una de ellas. Esta práctica trae consigo consecuencias que amenazan gravemente la biodiversidad que alberga el medio marino, así como también la salud de las personas y el aprovechamiento sostenible a través de la pesca y el turismo [3], especialmente en un país como Costa Rica, el cual depende de forma importante de los recursos naturales que posee para su desarrollo socioeconómico [4].

El Protocolo de Londres de 1996 surge a partir de la necesidad de proteger los mares y océanos. Este se deriva de la modernización del "Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias" de 1972. Dicho instrumento es una estrategia internacional que fomenta el control de los vertimientos por medio de diversas medidas y condiciones según el tipo de desechos, con el fin principal de prevenir dicha fuente de contaminación [5].

Este Protocolo prohíbe todo tipo de vertido de residuos a excepción de los materiales de dragado, fangos cloacales, desechos de pescado o materiales resultantes de las operaciones de elaboración del pescado, buques y plataformas u otras construcciones en el mar, materiales geológicos inorgánicos inertes, materiales orgánicos de origen natural y objetos voluminosos constituidos principalmente por hierro, acero, hormigón y materiales no perjudiciales; siempre y cuando exista la regulación pertinente para cada uno de ellos de forma que no representen una amenaza para la salud y protección del medio marino [6]. Además, actualmente forman parte de este Protocolo 47 países, sin embargo, Costa Rica no se encuentra dentro de ellos [7].

Este proyecto pretende dar una orientación a las entidades gubernamentales competentes, sobre aspectos que se deben incluir a la normativa costarricense en relación con

la gestión de los residuos del dragado, el cual es uno de los materiales para los cuales el Protocolo de Londres permite su vertimiento siempre que exista una regulación específica. Cabe destacar que en la actualidad Costa Rica no cuenta con reglamentaciones para ello, por lo que esta guía es una orientación sobre los pasos a seguir, en caso de que el país se convierta en una de las partes contratantes del Protocolo y a través de esto contribuir a la conservación y protección del recurso marino.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo general

Definir directrices generales para la reglamentación del vertimiento del material de dragado al medio marino en Costa Rica según el Protocolo de Londres de 1996.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar la normativa actual costarricense respecto al vertimiento de residuos de dragado al medio marino.
- Proponer una guía con directrices para la concesión de permisos de vertimiento de material de dragado contemplando los vacíos legales existentes.

## **2 REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 CONTAMINACIÓN MARINA Y SUS IMPACTOS**

#### **2.1.1 Contaminación marina**

Los residuos marinos se han identificado como un problema que va en crecimiento y que tiene graves repercusiones de carácter ambiental, económico y en la salud humana. Estos se definen como “cualquier material sólido persistente, fabricado o procesado que se descargue, evacue o abandone en el medio marino y costero” [8]. La razón por la que estos se encuentran en el medio marino se debe a la disposición voluntaria o accidental por personas o comercios y el arrastre por vientos, agua pluviales o residuales. Se estima que más de 6,4 millones de toneladas de residuos ingresan al ecosistema marino anualmente [9], el 80% de estas por fuentes terrestres y el 20% restante por fuentes marinas [8].

Una de las principales fuentes de los residuos marinos es el vertimiento determinado como “la eliminación deliberada en el mar de desechos u otras materias desde embarcaciones, aeronaves, plataformas u otras estructuras hechas por el hombre, así como la eliminación deliberada de estas embarcaciones o plataformas mismas” [10]. Esta práctica se ha realizado durante décadas debido a la inmensidad del volumen de los océanos, sin consciencia sobre los impactos que puede tener sobre el ecosistema [2].

A partir de estudios realizados, se ha determinado una estrecha relación entre las actividades productivas realizadas en el entorno marino y la contaminación en este, principalmente el transporte marítimo y la pesca. Se han encontrado escombros y residuos en las zonas con mayor actividad productiva y debajo de las principales rutas de transporte [2], mientras que las regiones con menos intensidad de actividad antropogénica presentan menor cantidad de residuos, lo que confirma la existencia de un vínculo entre ambas variables [11].

Además, se conoce que a nivel mundial sólo alrededor del 27% de todos los desechos de los barcos se envían a las instalaciones de recepción, y el resto es vertido o incinerado en el mar [12]. Lo anterior demuestra deficiencias en la gestión de los residuos del sector productivo marítimo. De hecho, en Europa, las artes de pesca contribuyen con más del 70% de los residuos que se encuentran en dorsales oceánicas, las regiones más visitadas para la

pesca debido a sus características geomorfológicas [13]. Adicionalmente, en estudios realizados en el Océano Índico y Océano Atlántico, se encontraron artes de pesca en la mayoría de los sitios analizados, producto de la pérdida accidental, así como del vertido voluntario de las redes viejas y dañadas [9].

En una investigación realizada en el mar Mediterráneo se reportan distintos materiales que fueron encontrados al analizar el fondo marino de la región, cuyos resultados se muestran en la Figura 2.1. Cabe destacar su variedad, donde la mayor parte es de plástico, precisamente el material del cual se componen las artes de pesca, seguido del vidrio y metal [11].

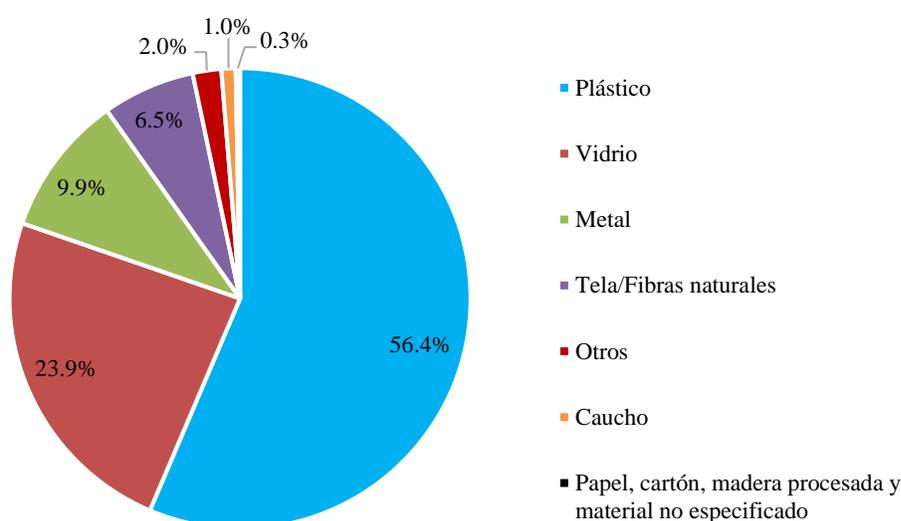


Figura 2. 1: Materiales encontrados en el fondo del Mar Mediterráneo [11]

### 2.1.2 Impacto ambiental, económico y en la salud

La observación de los residuos en el medio marino ha revelado consecuencias directas en la megafauna a través del enredamiento, la ingestión [9] y la pesca fantasma donde los aparejos de pesca continúan atrapando animales, causando así la asfixia en las especies y generando a su vez una disminución de fauna en los hábitats marinos [14]. Además, se han observado corales, hidroidolinos, esponjas, peces y crustáceos incrustados en los residuos, así como peces, crinoideos, anémonas, erizos de mar y estrellas frágiles utilizando los elementos como hábitat, sujeción o para poner huevos [9].

De igual forma, los desechos marinos han causado el raspado bentónico, que consiste en la erosión del lecho marino, generando una importante alteración de la estructura de la comunidad bentónica, conformada por especies adheridas a las rocas del fondo marino y de los corales formadores de arrecifes [9]. También estos residuos interfieren en el intercambio de gases entre las aguas intersticiales de los sedimentos y las aguas suprayacentes, lo que provoca una deficiencia de oxígeno, ocasionando el sofoco de las especies bentónicas [8].

Por otro lado, los desechos marinos plásticos pueden generar otro problema ambiental y de salud al fragmentarse en microplásticos. Estos poseen toxinas como diclorodifeniltricloroetano (DDT), bisfenol A (BPA) y plaguicidas que pueden ser ingeridos por los organismos acuáticos [14]. Estos se biomagnifican a medida que avanzan en la cadena alimenticia, acumulándose en las especies marinas, aves e incluso en los humanos, presentando así, un riesgo bioquímico para el medio ambiente, la biota y las personas [14].

Los residuos en el entorno marino generan altos impactos económicos para el sector productivo no solo por la evidente reducción de los recursos en cantidad y diversidad, su enredamiento en las redes y equipo de pesca y acuicultura, provocan la pérdida de estos, así como interrupción en las operaciones [15]. De igual forma ocurre en las embarcaciones cuando estos se enredan en la hélice, anclas o ejes de transmisión, causando el retraso en la navegación, la avería de los sistemas e incluso el peligro para la vida de la tripulación y los pasajeros especialmente en condiciones climáticas críticas [15].

Este problema también representa un peligro para los buceadores y nadadores al obstaculizar su camino, además del impacto estético que ocasionan los residuos afectando dichas actividades recreativas [15]. Lo anterior conduce a la reducción de ingresos en las comunidades costeras e incluso el requerimiento de inversiones adicionales para la limpieza y recolección de residuos en la zona.

### **2.1.3 Contaminación marina en Costa Rica**

En el caso de Costa Rica, se ha identificado que las fuentes de residuos en el mar corresponden principalmente al sector pesquero y embarcaciones de carga en puertos, muelles y marinas, mientras que, en menor proporción, los servicios turísticos en el océano

contribuyen a la contaminación marina del país [4]. Por parte del sector pesquero se generan residuos ordinarios, artes de pesca, las cuales incluyen redes, cuerdas, líneas, anzuelos, nasas y boyas, envases y residuos de aceites y baterías de motor de las embarcaciones [4].

El principal problema radica en que quienes practican estas actividades, no poseen opciones para dar una disposición o tratamiento correcto a sus residuos, ya que existen pocas organizaciones que reciben este tipo de materiales para su transformación o aprovechamiento. Además, la gestión de los residuos dentro de los puertos también es deficiente, lo que representa un obstáculo para el desarrollo sostenible de las actividades portuarias [4].

Al igual que en el resto del mundo, Costa Rica se ha visto impactada por la contaminación marina, principalmente por la afectación que especies vertebradas e invertebradas han sufrido. Esto no solo representa una amenaza para la fauna costarricense sino también para la economía, debido a la disminución de especies comerciales como pargos y cangrejos de gran importancia para el país [4]. Las zonas costeras y estuarinas viven las consecuencias de la mala gestión de los residuos provenientes de las actividades productivas y también de la alta densidad del tráfico marítimo debido a la cercanía con el Canal de Panamá, lo que provoca rutas de alto tráfico naviero [16].

## 2.2 MARCO LEGAL INTERNACIONAL Y NACIONAL

### 2.2.1 Acuerdos, Convenios, Tratados y Programas Internacionales

Debido a la contaminación marina causada principalmente por las actividades antropogénicas y sus efectos a nivel global, se desarrollaron diversos esfuerzos de parte de la Organización Marítima Internacional (OMI). El Convenio de Londres se convierte en una de las primeras acciones de la OMI para la protección del medio marino ante las actividades humanas, enfocado específicamente en el vertimiento de desechos. Posteriormente, con el fin de modernizarlo, surge el Protocolo de Londres en 1996 el cual entra en vigor hasta el 24 de marzo de 2006 [17].

En esta misma línea, la OMI lanza en 1973 el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (Convenio MARPOL), con el objetivo de prevenir y reducir al mínimo la contaminación ocasionada por los buques, tanto accidental como procedente de las operaciones normales. A partir de dicho Convenio se adopta en 1978 el Protocolo de MARPOL, el cual luego de la incorporación de varias enmiendas a través de los años, entra en vigor el 19 de mayo de 2005 [18]. A pesar de que variedad de países alrededor del mundo forman parte de los países signatarios de ambos protocolos adoptados por la OMI, Costa Rica no los ha ratificado [7].

Por otro lado, se cuenta con la Convención de las Naciones Unidas sobre Derecho del Mar (CONVEMAR), el cual se considera la Constitución de los océanos, es la columna vertebral sobre la que se articula una gran parte de la legislación marítima internacional y local. Fue adoptado en 1982 y ratificado en Costa Rica el 3 de agosto de 1992 mediante la Ley No. 7291. Su principal objetivo es establecer un orden jurídico para los mares y océanos que promueva un uso pacífico de estos, el uso equitativo y eficiente de los recursos, su estudio, protección y preservación y conservación de los recursos vivos del medio marino [19].

Dentro de la CONVEMAR se encuentran múltiples artículos relacionados al adecuado aprovechamiento del recurso marino, de los cuales destaca el Artículo 210 el cual advierte a los Estados sobre la contaminación por vertimientos, las condiciones necesarias para el vertimiento y las acciones de prevención [20]. Así también, el Artículo 216 hace referencia a la ejecución y sanción de quienes causen contaminación por vertimiento [20].

El Código de Conducta para la Pesca Responsable de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés) también es parte de los esfuerzos internacionales por la reducción de la contaminación marina proveniente de las actividades productivas. Este establece principios para que la pesca y las actividades relacionadas a ella, se lleven a cabo de forma responsable teniendo en cuenta todos los aspectos biológicos, tecnológicos, económicos, sociales, ambientales y comerciales pertinentes. Dicho Código es oficial para Costa Rica desde el 14 de junio de 1999 bajo el Decreto Ejecutivo No. 27919 [21].

Actualmente, Costa Rica es parte de la iniciativa internacional Proyecto Asociaciones GloLitter implementado por la OMI y la FAO y financiado por la Agencia Noruega para la Cooperación al Desarrollo (NORAD). Este proyecto es liderado en el país por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y Ministerio de Seguridad Pública (MSP) [4] y tiene el fin de ayudar a los países participantes a prevenir y reducir los residuos plásticos marinos generados por la pesca y el sector del transporte marítimo [22]. Además, dicha iniciativa representa un impulso para los países participantes, hacia la ampliación de normativa internacional para el cumplimiento del objetivo mencionado.

## **2.2.2 Leyes y Reglamentos Nacionales e instituciones involucradas**

Desde el cuerpo jurídico costarricense se han desarrollado herramientas legales con el fin de contribuir a la prevención de los residuos en el entorno marino. Ejemplo de ello es el Artículo 275 de la Ley General de la Salud, el cual indica la prohibición a todas las personas físicas o jurídicas de contaminar las aguas marítimas territoriales mediante el drenaje, descarga o almacenamiento voluntario o negligente de residuos sólidos que alteren la calidad del agua y que representen un peligro para la salud humana y la fauna [23].

De la misma forma el Artículo 276 dicta que sólo quienes cuenten con el permiso del Ministerio de Salud, podrán hacer descargas de residuos sólidos que puedan contaminar las aguas marítimas, ciñéndose estrictamente a las normas y condiciones de seguridad reglamentarias y a los procedimientos especiales que el Ministerio imponga en el caso particular para hacerlos inocuos [23].

Por otro lado, la Ley de Concesión y Operación de Marinas Turísticas, ley No. 7744 de 19 de diciembre de 1997 exige al sector turismo mediante el Artículo 3, la recolección y disposición de desechos y aceite según términos previstos en la evaluación del impacto ambiental y las normas jurídicas aplicables. Con el fin de prevenir la contaminación proveniente de las actividades que se llevan a cabo en este tipo de infraestructura turística [24].

En relación con los entes responsables del cumplimiento de la legislación ambiental en esta materia, Costa Rica cuenta con diversas instituciones destinadas a dicho objetivo. Entre ellas, el Ministerio de Salud, el cual en la Ley N° 8839 se define como el ente rector en materia de gestión integral de residuos con potestades de dirección, monitoreo, evaluación y control. Así también la Dirección de Agua que forma parte del Ministerio de Ambiente y Energía se encarga de la gestión integrada y sostenible del recurso hídrico, el aprovechamiento y utilización de los cuerpos incluyendo el permiso de vertidos.

Además, Costa Rica cuenta con un sistema portuario conformado por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), el Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico (INCOP) y la Junta de Administración Portuaria y de Desarrollo de la Vertiente Atlántica (JAPDEVA), quienes en conjunto regulan y administran el sistema portuario y el sector del transporte marítimo para procurar su eficiente funcionamiento [25].

Además, el Servicio Nacional de Guardacostas, dependencia del Ministerio de Seguridad Pública, posee la función de “velar por el legítimo aprovechamiento y la protección de los recursos naturales existentes en las aguas marítimas jurisdiccionales y en las aguas interiores del Estado, según la legislación vigente, nacional e internacional” [26]. Además, cuenta con profesionales en ciencias ambientales, especializados en manejo de recursos marino-costeros. Dentro de este Servicio se ubica el Departamento Ambiental, unidad encargada del desarrollo operativo de este, en materia de vigilancia y protección de los recursos marino-costeros [25].

La Procuraduría Ambiental y de la Zona Marítimo Terrestre es el órgano que actúa en defensa del patrimonio nacional, de los recursos existentes en la zona marítimo terrestre, el mar territorial, la zona económica exclusiva y la plataforma continental. Tiene atribuciones como: velar el cumplimiento de la legislación nacional e internacional en materia marítima, participar en los procesos legales donde exista alguna infracción de esta, así como tomar las acciones necesarias para proteger el medio marino [25].

A pesar de que en el país existen entes responsables de la fiscalización de las actividades en la zona marítima, la realidad es muy distinta. Se han identificado grandes limitaciones en la aplicación de sanciones por actos ilícitos en el mar y en los puertos, principalmente al realizar los reportes correspondientes [4]. Así mismo, las denuncias se

llevan a cabo a través de procesos poco eficientes y también la comunicación con empresas gestoras de residuos es complicada [4].

## 2.3 PROTOCOLO DE LONDRES

### 2.3.1 Objetivos y beneficios del Protocolo

Como se mencionó anteriormente, el Protocolo de Londres fue acordado en 1996 y puesto en vigor en 2006. Este corresponde a una modernización del "Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias de 1972" promovido por la OMI [17]. El principal fin de este Protocolo es proporcionar regulaciones prácticas y completas en relación con la prevención de la contaminación marina por vertimientos y con actividades marinas como el secuestro de carbono y la geoingeniería marina, así también ofrece orientación para los depósitos realizados con un propósito diferente al de la eliminación como lo es la colocación de arrecifes artificiales [27].

Actualmente, debido a la modernización del Convenio cuyo objetivo fue hacer más restrictivo este régimen, promover la gestión racional de los residuos y la prevención de la contaminación por vertimientos, se prohíbe todo vertimiento excepto los indicados en el Anexo I, especificados en la siguiente lista [6]:

1. Materiales de dragado
2. Fangos cloacales
3. Desechos de pescado o materiales resultantes de las operaciones de elaboración del pescado
4. Buques y plataformas u otras construcciones en el mar
5. Materiales geológicos inorgánicos inertes
6. Materiales orgánicos de origen natural
7. Objetos voluminosos constituidos principalmente por hierro, acero, hormigón y materiales igualmente no perjudiciales en relación con los cuales el impacto físico sea el motivo de preocupación, y solamente en aquellas circunstancias en que esos desechos se

produzcan en lugares, tales como islas pequeñas con comunidades aisladas, en que no haya acceso práctico a otras opciones de evacuación que no sean el vertimiento

Es importante destacar que, gracias a una enmienda al Protocolo de Londres, se eliminarán los fangos cloacales de la lista de residuos permitidos para el vertimiento, de forma que quedará prohibido a nivel mundial. Esto debido a que dicha práctica ha disminuido en gran cantidad durante las últimas décadas, además de que muchos países han prohibido su vertimiento en su propia normativa nacional fomentando a su vez, alternativas de utilización de los fangos cloacales. La enmienda entrará en vigor posterior a la notificación de su aceptación [28].

Por otro lado, cabe resaltar que, para realizar el vertimiento de dichos materiales, se deben realizar evaluaciones estrictas que aseguren que la acción no tendrá repercusiones negativas en el entorno marino. Dichas condiciones de evaluación se encuentran en el Anexo II del Protocolo, donde además se indican las opciones de gestión y disposición que deben ser consideradas previo al vertimiento, los criterios a evaluar, los lineamientos para la selección de lugar, así como los parámetros de evaluación de posibles efectos, vigilancia y otorgamiento de permisos [6]. Finalmente, el Protocolo cuenta con el Anexo III, el cual detalla a través de 9 artículos, el procedimiento arbitral para el arreglo de controversias entre partes contratantes y las correspondientes pautas que se deben seguir en determinadas condiciones [6].

Los esfuerzos que han realizado las partes contratantes del Protocolo de Londres, las cuales son 53 en la actualidad [17], han dado como resultado según indica la OMI [27], un estricto régimen regulatorio global para el vertido, la prohibición de los desechos más dañinos, un instrumento preventivo y proactivo para gestionar la eliminación de desechos en el mar y principalmente la disminución de estos en el medio marino [29]. Además, se han identificado múltiples beneficios para las partes, como por ejemplo [30]:

- Unirse a la comunidad internacional para implementar un acuerdo para el control de las fuentes de contaminación marina, que promueva la búsqueda de la mejor solución ambiental integral a problemas específicos y el uso sostenible de los océanos.
- Acceso a las reuniones anuales de las partes (aspectos normativos, de cumplimiento y reglamentarios del vertimiento y protección del medio marino), y acceso a las

reuniones anuales de los Grupos científicos (aspectos científicos y técnicos del vertimiento).

- Acceso a cooperación técnica y asistencia relacionada con la experiencia de otras Partes para mejorar la creación de capacidad para la protección del medio ambiente marino frente a las actividades de vertimiento.
- Mejoras en la salud de las aguas oceánicas como resultado directo del establecimiento de controles de gestión sobre el vertimiento de desechos y otras materias en el océano.

### **2.3.2 Situación de Costa Rica respecto al Protocolo**

Costa Rica aún no forma parte de los países que han aprobado y ratificado el Protocolo de Londres [7], por lo que este representa una excelente oportunidad para el país, de ampliar su normativa nacional sustentada en convenios internacionales y tomar acción respecto a la contaminación de sus mares, conservación de los ecosistemas marinos e incluso constituye una herramienta para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el 14 por la Vida Submarina.

Según la OMI [29] el material de dragado representa entre el 80-90% del material vertido en el mar en general. Además, en Costa Rica el vertimiento de material de dragado sigue siendo una práctica frecuente en comparación al vertimiento de otros residuos, por lo que puede ser una fuente considerable de contaminación marina y es uno de los materiales de vertimiento más importantes entre los que se encuentran en lista de vertimientos permitidos por el Protocolo de Londres.

Además, cabe destacar que algunos de los residuos para los cuales el Protocolo permite su vertimiento, no tienen presencia relevante en el país como lo son los buques, plataformas, construcciones en el mar y materiales voluminosos. Por otra parte, en el caso de los desechos de pescado, en Costa Rica no existen grandes industrias para la comercialización del pescado, sino que es de tipo artesanal y de menor escala, por lo que es importante primero regular la forma en que se desarrolla dicha actividad y así conocer la incidencia del vertimiento de sus residuos. Mientras que para los materiales orgánicos de origen natural en Costa Rica se practica su disposición en tierra.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del proyecto se requirió un análisis con enfoque cualitativo donde las fuentes de datos para el cumplimiento del primer objetivo específico consistieron en:

- Convenios internacionales ratificados por Costa Rica relacionados a la protección del medio marino, leyes, reglamentos, acuerdos, códigos y formularios emitidos a nivel nacional relacionados a la gestión de residuos, uso del recurso marino, protección al medio ambiente y la salud humana, así como otras normativas que regulan actividades como el turismo, la pesca, el dragado u otras que podrían significar fuentes de contaminación marina, de las cuales se extrajeron aquellos artículos que regulan el vertimiento de residuos al medio marino en el país.

Las fuentes de información para el desarrollo del segundo objetivo específico consistieron en:

- Protocolo de Londres de 1996: se utilizó como base para la formulación de las directrices de forma que estas cumplan los objetivos planteados en este. Además, se consideraron los aspectos básicos de evaluación que se indican en el Anexo 2 como directrices para otorgar el permiso de vertimiento.
- Instrumentos internacionales sobre la gestión del material de dragado: se emplearon las directrices para la evaluación de materiales de dragado de la OMI como guía para la estructura de las directrices formuladas, además se utilizaron guías y reglamentos aplicados en otros países como España, Canadá y Australia de los cuales se tomaron parámetros importantes que complementan las directrices dictadas por la OMI y se integraron en las directrices propuestas como por ejemplo, pruebas de caracterización, criterios de evaluación, aspectos relacionados a las estrategias monitoreo, etc. Así también se usaron documentos generados por otras organizaciones internacionales como la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés), la Comisión de la Convención para la Protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico del Nordeste (OSPAR por sus siglas en inglés) y Asociación Internacional de Empresas de Dragado (IADC por sus siglas en inglés) de los cuales se consultaron definiciones, metodologías y

procedimientos relacionados a la gestión de material de dragado a las cuales se hace referencia a lo largo de las directrices.

- Grupo focal con expertos: Se realizó un grupo focal con al menos 2 expertos correspondientes a personal de la División Marítimo-Portuaria del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y 1 experto internacional con el objetivo de obtener validación y retroalimentación de las directrices propuestas.

## **4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Inicialmente es importante aclarar que a partir de este apartado se utilizará la palabra “desechos” en referencia al término de “residuos”, esto con el objetivo de mantener la concordancia e igualdad de términos utilizados en el Convenio de Londres de 1972, el Protocolo de Londres de 1996 y las directrices generadas por la OMI.

### **4.1 REGULACIÓN ACTUAL DEL VERTIMIENTO DE RESIDUOS EN COSTA RICA**

En esta sección se presentarán los resultados obtenidos del análisis de la normativa costarricense, con el fin de conocer el tipo de regulaciones existentes en la actualidad en cuanto al vertimiento de residuos al medio marino. En el Cuadro 4.1 se resumen todas las leyes y reglamentos consultados y los respectivos artículos relacionados. Además, en la columna denominada “Material de vertimiento” se indica si dicho artículo aplica para alguno de los residuos para los cuales se permite su vertimiento según el Protocolo de Londres (mencionados en la Sección 3) o si bien el artículo aplica para todos los residuos en general.

**Cuadro 4. 1 Leyes, reglamentos o convenios nacionales relacionados al vertimiento de residuos**

<b>Normativa</b>	<b>Material de Vertimiento</b>	<b>Artículo</b>	<b>Descripción del Artículo</b>
Ley 5566 Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias	Todo tipo de residuos	Artículo 1 al Artículo 22	Costa Rica ratifica el Convenio el cual busca controlar la contaminación del mar por el vertimiento de desechos y alentar la creación de acuerdos para determinadas zonas geográficas.
Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho del mar (CONVEMAR)	Todo tipo de residuos	Artículo 210	Los Estados dictarán leyes y reglamentos para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino por vertimiento
Ley 8839 para la Gestión Integral de Residuos Sólidos	Todo tipo de residuos	Artículo 56	Se impondrá pena de prisión cuando se abandonen, depositen o arrojen residuos peligrosos en áreas de protección del recurso hídrico, áreas silvestres protegidas, la zona marítimo-terrestre, aguas marinas o continentales y los cuerpos de agua destinados al consumo humano
Prohibición para el ingreso y estadía de embarcaciones y vertido de sustancias o desechos contaminantes dentro de los límites marino-protégidos del Parque Nacional Isla del Coco N°30838	Todo tipo de residuos	Artículo 6	Dentro de la zona marina del Parque queda totalmente prohibido las labores de mantenimiento o reparación de equipos que generen desechos sólidos o líquidos contaminantes, así como el derrame de cualquier tipo de combustibles, aceites u otros, desechos de aguas negras o servidas

<b>Normativa</b>	<b>Material de Vertimiento</b>	<b>Artículo</b>	<b>Descripción del Artículo</b>
Acuerdo Centroamericano sobre Movimiento Transfronterizo de Desechos Peligrosos	Todo tipo de residuos	Artículo 2	Las Partes prohibirán el vertimiento en el mar de los desechos peligrosos, incluyendo su incineración en el mar y su eliminación sobre y bajo el lecho marino
Ley General de la Salud	Todo tipo de residuos	Artículo 275	Queda prohibido contaminar las aguas superficiales, subterráneas y marítimas territoriales, directa o indirectamente, mediante la descarga de residuos líquidos, sólidos o gaseosos, aguas negras o sustancias de cualquier naturaleza inservible para usos domésticos, agrícolas, industriales o de recreación
Ley General de la Salud	Todo tipo de residuos	Artículo 276	Solo con permiso del Ministerio podrán las personas naturales o jurídicas hacer drenajes o proceder a la descarga de residuos o desechos sólidos o líquidos que puedan contaminar el agua superficial, subterránea o marítima, ciñéndose estrictamente a las normas y condiciones de seguridad reglamentarias y a los procedimientos especiales que el Ministerio imponga en el caso particular de hacerlos inocuos
Ley de Aguas	Todo tipo de residuos	Artículo 162	Sufrirá prisión de tres meses a un año o multa de ciento ochenta a setecientos veinte colones: I.- El que arrojar a los cauces de agua pública lamas de las plantas beneficiadoras de metales, basuras, colorantes o sustancias de cualquier naturaleza que perjudiquen el cauce o terrenos de labor, o que contaminen las aguas haciéndolas dañosas a los animales o perjudiciales para la pesca, la

<b>Normativa</b>	<b>Material de Vertimiento</b>	<b>Artículo</b>	<b>Descripción del Artículo</b>
			agricultura o la industria, siempre que tales daños causen a otras pérdidas por suma mayor de cien colones
Reglamento a la Ley de Pesca y Caza Marítimas	Desechos de pescado	Artículo 12	Serán consideradas faltas leves: Abandonar en las playas y riberas, y tirar al agua productos y desperdicios de la pesca, a una distancia menor de tres millas de la costa
Reglamento de Operaciones Portuarias de la Junta de Administración Portuaria y de Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica de Costa Rica (JAPDEVA)	Todo tipo de residuos	Artículo 27	Se prohíbe que las naves atracadas, arrojen al mar basura, ceniza, aceite, desperdicios u otras materias análogas. Por incumplimiento de esta disposición, las compañías o sus agentes representantes, deberán cubrir los daños y perjuicios que ocasionen, y se harán acreedores a las sanciones establecidas en las leyes respectivas.
Reglamento General de Servicios Portuarios del Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico (INCOP)	Todo tipo de residuos	Artículo 76	Es prohibido arrojar al mar basuras, cenizas, aceites, material de estiba, desperdicios y cualquier clase de material, desde los buques atracados al muelle o fondeados. En caso de incumplimiento, el Prestatario del Servicio informará este hecho a la autoridad competente para que aplique las sanciones del caso y el pago de los costos de la limpieza.
Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 7317	Todo tipo de residuos	Artículo 100	Será sancionado con pena de prisión de uno (1) a tres (3) años, siempre que no se configure un delito de mayor gravedad, quien arroje aguas servidas, aguas

<b>Normativa</b>	<b>Material de Vertimiento</b>	<b>Artículo</b>	<b>Descripción del Artículo</b>
			negras, lodos, desechos o cualquier sustancia contaminante en manantiales, ríos, quebradas, arroyos permanentes o no permanentes, lagos, lagunas, marismas y embalses naturales o artificiales, esteros, turberas, pantanos, humedales, aguas dulces, salobres o saladas, en sus cauces o en sus respectivas áreas de protección.
Reglamento a la Ley de Pesca y Acuicultura N° 8436	Desechos de pescado	Artículo 35	En las aguas jurisdiccionales del Estado costarricense, se prohíbe: b. Arrojar descartes y desechos al mar, en contra de las prácticas de pesca responsable, conforme a las regulaciones que para esos efectos establezca la autoridad ejecutora
Código de Conducta para la Pesca Responsable	Desechos de pescado	Artículo 9	9.4.6 Los Estados deberían exigir que la eliminación de desperdicios, como despojos, fangos, peces muertos o enfermos, medicamentos veterinarios sobrantes y otros insumos químicos peligrosos, no constituya peligro para la salud de las personas y el medio ambiente.
Código de Conducta para la Pesca Responsable	Buques y plataformas u otras construcciones en el mar	Artículo 10	8.10.1 Los Estados deberían asegurar el cumplimiento de las normas y las directrices generales de la Organización Marítima Internacional para la eliminación de estructuras superfluas cerca de la costa. Los Estados deberían asegurar que las autoridades competentes consulten a las autoridades pesqueras correspondientes antes de adoptar cualquier decisión acerca del abandono de estructuras y otros materiales.

<b>Normativa</b>	<b>Material de Vertimiento</b>	<b>Artículo</b>	<b>Descripción del Artículo</b>
Traslada al Instituto Meteorológico Nacional del Ministerio del Ambiente y Energía, el Departamento de Aguas N° 26635	Material orgánico	Artículo 3	Las funciones del Departamento de Aguas serán entre otras g. Aprobar la descarga, a cauces de dominio público, de aguas provenientes de drenaje agrícola, industrial y urbano.
Reglamento para el Manejo y Disposición Final de Lodos y Biosólidos N° 39316-S	Fangos cloacales	Artículo 24	Se prohíbe el vertido de cualquier tipo de lodos y biosólidos a cuerpos de agua y de lodos sin tratamiento a los suelos
Reglamento del Canon Ambiental por Vertidos N° 42128	Fangos cloacales	Artículo 18	Todas las personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, que utilicen los cuerpos de agua para introducir, transportar y eliminar vertidos que puedan provocar modificaciones en la calidad física, química y biológica del agua requerirán de un permiso de vertidos emitido por el MINAE de conformidad con lo establecido en este Reglamento. El permiso de vertidos, será requisito indispensable para tramitar el permiso de ubicación del sistema de tratamiento de aguas residuales, para contar con el Permiso Sanitario de Funcionamiento o el Certificado Veterinario de Operación. Todas las personas que viertan sin el permiso de vertidos, serán sujetas de los procedimientos y sanciones administrativas, civiles y penales establecidas en la legislación vigente, sin que eso las exima del pago del canon correspondiente.

<b>Normativa</b>	<b>Material de Vertimiento</b>	<b>Artículo</b>	<b>Descripción del Artículo</b>
Reglamento a la Ley de Concesión y Operación de Marinas y Atracaderos Turísticos N° 38171	Todo tipo de residuos	Artículo 69	En las marinas y atracaderos turísticos es prohibido arrojar toda clase de materiales contaminantes, incluyendo sentinas, cenizas, aceites, desperdicios, desechos y similares desde las embarcaciones atracadas o fondeadas. En caso de incumplimiento, el Administrador y el Co-Administrador, con base al informe que emita el regente ambiental, ordenará la limpieza inmediata y comunicará a las autoridades para que éstas procedan según corresponda. Los dueños de las respectivas embarcaciones, sus usuarios, así como cualquier otra persona física o jurídica que incumpla las disposiciones de este artículo, deberán pagar las multas que para los efectos establece la legislación ambiental vigente.
Promoción de iniciativa de restauración y conservación para la recuperación de los ecosistemas coralinos N° 41774-MINAE	Todo tipo de residuos	Artículo 6	Se prohíbe el vertido de residuos sólidos y líquidos, incluyendo de fuentes desalinizadoras, en los arrecifes y comunidades coralinas, así como en aquellas áreas de la zona marítima terrestre o zona costera donde las corrientes marinas puedan arrastrar tales residuos hasta las zonas coralinas y arrecifes rocosos con cobertura de coral vivo o muerto, en concordancia con lo establecido en la legislación ambiental vigente sobre vertidos de residuos sólidos y líquidos.

Fuente: Elaboración propi

Es importante destacar que también se analizaron otras normativas como la Constitución Política de Costa Rica y la Ley Orgánica del Ambiente en las cuales no se encontró ningún tipo de regulación para el vertido de residuos al medio marino. Así también se analizó el Reglamento para el manejo de rastrojos, desechos y residuos de origen animal y vegetal para el control de plagas y no se encontró ningún artículo relacionado a la disposición de estos residuos en el mar. Finalmente se realizó la revisión del Formulario para realizar obras en cauce de dominio público y se determinó que no existe ningún tipo de regulación en cuanto a la gestión de residuos de las actividades de dragado.

En relación con la normativa existente, se podría decir que esta tiene un carácter muy general, ya que es poco específica en cuanto a las condiciones en que se puede o no realizar el vertimiento. En algunos artículos se prohíbe o condiciona el vertimiento de residuos al medio marino, sin embargo; tampoco existen mecanismos que velen por el cumplimiento de estas. Es por esta razón que el vertimiento continúa siendo una problemática, al ser una actividad no regulada por la Dirección de Aguas del MINAE, la cual es la entidad encargada de los permisos de vertidos y de la utilización de los cuerpos de agua. Así, el principal vacío encontrado respecto a la normativa existente es que el país no posee ningún tipo de regulación específicamente para la gestión del material de dragado como residuo.

## 4.2 PROPUESTA SOBRE ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA CONCESIÓN DE PERMISOS DE VERTIMIENTO DE MATERIAL DE DRAGADO AL MAR

### 4.2.1 Introducción

La presente propuesta está planteada según los vacíos identificados en la normativa existente actualmente en Costa Rica. Considera, además, la pirámide de jerarquización de residuos como un principio para la toma de decisiones sobre la gestión de estos y los aspectos principales y apartados que según la OMI deben ser tomados en cuenta a la hora de evaluar la posibilidad de vertimiento, así como también se han considerado algunos elementos importantes de guías de manejo de material de dragado de otros países. Cada sección representa una directriz sobre los aspectos que deben ser incluidos en la regulación del vertimiento de dragado.

Finalmente, como se mencionó anteriormente, se estará utilizando el término de “desechos” como sinónimo del de “residuos” con el objetivo de mantener la concordancia con el término utilizado en los instrumentos de la OMI y el Protocolo de Londres.

#### **4.2.2 Consideraciones generales**

El dragado, como lo indica la comisión de la OSPAR [31] es una actividad fundamental para mantener la navegación en puertos permitiendo el acceso de los buques, así como para el desarrollo de las instalaciones portuarias. Esta implica la remoción de los sedimentos marinos, los cuales están compuestos principalmente por rocas, arena, cieno, arcilla y materia orgánica natural. Gran parte del material extraído durante estas actividades necesarias requiere su eliminación en el mar, por lo que es indispensable aplicar restricciones ambientales para su disposición debido a que en algunos casos este puede estar contaminado por la actividad humana que se da cerca al medio marino.

#### **4.2.3 Organismos competentes**

Actualmente, como se mencionó en la Sección 3 de este documento, el Ministerio de Salud es el ente encargado de la gestión de residuos en el país y la Dirección de Aguas del MINAE es responsable de otorgar los permisos para vertimientos y otras formas de uso de los cuerpos de agua. Es por esta razón que se propone a estos dos organismos como encargados de velar por la gestión adecuada del material de dragado, así como la concesión de permisos de vertimiento de este, aplicando las orientaciones que se detallan a continuación.

#### **4.2.4 Tipos de dragado**

El dragado puede tener diferentes objetivos, por lo cual es de gran importancia identificar inicialmente el tipo realizado para determinar la opción de gestión de los desechos más adecuada. La OMI [32] ha definido los siguientes tipos de dragados:

Con fines de construcción y mantenimiento de infraestructuras acuáticas:

1. Dragado básico o de nueva obra: tiene el objetivo de ampliar o profundizar los canales y zonas portuarias existentes o crear otros nuevos con el fin de facilitar la

navegación. Incluye la construcción de zanjas para tuberías, cables, túneles para tubos sumergidos, y la retirada de los materiales inapropiados como cimientos o para la extracción de conglomerado.

2. Dragado de mantenimiento: se realiza con el objetivo de que los canales, fondeaderos o construcciones, mantengan las dimensiones adecuadas.
3. Dragado de apoyo a la protección/gestión de las costas: consiste en la reubicación de sedimentos para actividades como el sustento de playas y la construcción de terraplenes, diques, malecones, etc.

Con fines de saneamiento:

4. Dragado ambiental o de limpieza: su objetivo es retirar los sedimentos contaminados y de esta forma reducir los riesgos para la salud humana y el medio ambiente; así como la construcción de células de confinamiento acuático con el fin de retener los sedimentos contaminados.

Con fines de restauración de las estructuras y funciones de los ecosistemas acuáticos:

5. Dragado de restauración: tiene el objetivo de restaurar, crear características o hábitats a beneficio de un ecosistema. Por ejemplo: creación de humedales, construcción/sustento de hábitats insulares, construcción de arrecifes mar adentro y características topográficas para la mejora de pesquerías, etc.
6. Dragado de apoyo a procesos de sedimentación local y regional: se refiere a la ingeniería para reducir la sedimentación (por ejemplo, a través de la construcción de trampas para sedimentos) y para retener sedimentos dentro del sistema natural de sedimentación en apoyo de hábitats, litorales e infraestructuras formados a partir de sedimentos.

En el caso de Costa Rica los principales tipos de dragado que se realizan corresponden al dragado de mantenimiento y el dragado ambiental o de limpieza, por lo que es indispensable especificar el tipo, debido a que la gestión de los residuos generados puede variar.

#### 4.2.5 Fiscalización de la producción de desechos

La concesión de permisos relacionados con la gestión de los materiales de dragado, incluida la evacuación en el mar, debe considerar algunos aspectos generales de forma que se cumplan los objetivos acordados en el Protocolo de Londres de preservar y proteger el medio marino. Además, debe garantizar la aplicación de la pirámide de jerarquización de residuos como principio primordial según lo indica la Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8839 que rige en Costa Rica donde se busca rechazar, reducir, reutilizar, valorizar, tratar y disponer en orden de prioridad.

Entre los aspectos principales que deben guiar la toma de decisiones y concesión de permisos por parte de los organismos competentes, se encuentran los siguientes aportados por la OMI [32]:

1. El material de dragado es un recurso que debería aprovecharse como primera alternativa a la evacuación en el océano a través de su reutilización, siempre y cuando garantice el cumplimiento de los objetivos establecidos en el Protocolo de Londres y además sea ambiental, técnica y económicamente viable hacerlo.
2. Se deben considerar y evaluar aspectos como los riesgos ambientales, los beneficios económicos, sociales y ambientales; y los costos a corto y largo plazo para cada una de las opciones de gestión incluyendo el vertimiento o las demás alternativas que existan.
3. Las medidas elegidas para la gestión de los materiales de dragado deben "garantizar, en la medida de lo posible, que sean mínimas las perturbaciones y perjuicios causados al medio ambiente y máximos los beneficios" [6].

Con el fin de buscar la reducción de los efectos perjudiciales que puede provocar la gestión de los materiales de dragado en la tierra y principalmente en el medio marino es indispensable priorizar aquellas opciones de gestión previas a la disposición. Esto a través de las siguientes dos actividades:

1. El uso de práctica de ingeniería mejoradas durante la actividad dragado con el fin de reducir al mínimo los volúmenes de desechos generados. Así como también la formulación de estrategias para evitar la generación de desechos por parte del solicitante siempre que existan las posibilidades, las cuales incluyan objetivos de

reducción de desechos y fiscalizaciones para garantizar el cumplimiento de dichos objetivos. Además, es importante que la estrategia se desarrolle en conjunto con los organismos nacionales competentes [33].

Actualmente existen guías como por ejemplo las que han sido creadas por la Asociación Internacional Permanente de Congresos de Navegación (PIANC por sus siglas en inglés) y la Asociación Internacional de Puertos y Terminales (IAPH), donde se establecen estrategias para desarrollar las actividades portuarias (incluyendo el dragado) desde un enfoque integrado y sostenible, las cuales pueden ser una guía para la planificación y funcionamiento de los puertos nacionales.

2. Aumentar al máximo el reúso de los desechos de dragado para otros fines beneficiosos, como por ejemplo materiales de construcción o la regeneración de playas para combatir la erosión de la costa siempre que exista un mercado local de forma que sea posible su aprovechamiento y represente una alternativa a su disposición en tierra o mar [32].

#### **4.2.6 Opciones de gestión del material de dragado**

No todo el material de dragado tiene la capacidad para ser aprovechado debido a las trazas de contaminantes que puede traer consigo según su exposición a las diversas fuentes de contaminación. Sin embargo, se ha determinado que en general la mayoría del material es apto para aprovechamiento ya que no es significativamente diferente del sedimento que se encuentra naturalmente en los ríos, estuarios y mares. Es por esta razón que resulta indispensable la creación de un marco legal para el uso benéfico del material de dragado y su incorporación a los proyectos de dragado aplicando una visión de sostenibilidad y economía circular.

La IADC [34] ha clasificado los usos benéficos que puede tener el material de dragado en cinco categorías principales donde se describen sus usos más comunes tanto en agua como en tierra. Algunas opciones de aprovechamiento en el ámbito de la ingeniería son las siguientes:

1. **Materia prima:** Sustitución de materiales de construcción manufacturados vírgenes o material de suelo/fertilizantes/agregados como ladrillos, conglomerado, cemento, tierra, etc.
2. **Recuperación:** Ampliación y creación de nuevos terrenos para actividades de desarrollo humano/comercial, por ejemplo, para la cimentación de parques e instalaciones de recreo, recuperación de solares abandonados, construcción de puertos, aeropuertos y zonas residenciales, estabilización de riberas, crear o mantener una instalación de acuicultura, y mejorar las características físicas y químicas de la tierra para la agricultura.

Así también existen muchos otros usos con fines de conservación ambiental y saneamiento como los siguientes:

3. **Remediación:** Limpieza y saneamiento de lugares contaminados, terrenos baldíos o cierre de vertederos y yacimientos mineros, recubrimiento de sedimentos contaminados en medios acuáticos para la retención de estos en el sistema natural de sedimentación.
4. **Restauración:** Creación de hábitats como humedales, hábitats cerca de la costa, parajes costeros para fomentar el desarrollo de los organismos acuáticos, mejorar la calidad del agua e incluso la mejora de la pesca.
5. **Resiliencia:** Reforzamiento de la línea de costa y (dique) para la defensa contra las inundaciones y el cambio climático, construcción de bermas o terraplenes para el control de la erosión.

#### **4.2.7 Caracterización del material de dragado**

El proceso de caracterización de material de dragado contribuye a la información necesaria para la toma de decisiones sobre la gestión de este. Dicha caracterización implica información sobre los atributos físicos, químicos y biológicos de los sedimentos que se van a dragar con el fin de conocer sus riesgos a la hora de ser gestionados. El objetivo de la caracterización es realizar un examen general sobre la composición de los sedimentos y a partir de este, determinar si es necesario realizar otros análisis más exhaustivos que

proporcionen información sobre los contaminantes contenidos en el material y sus posibles efectos al realizar la disposición en mar, en la salud humana o el medio ambiente.

La muestra de sedimento debe ser recolectada utilizando técnicas que permitan representar la distribución vertical y horizontal y la variabilidad de las propiedades del material de la zona a dragar, para ello la OMI dispone de orientaciones técnicas sobre el muestreo de los materiales de dragado. Así también la caracterización del material y los análisis que implica, deben seguir un formato estandarizado definido por las entidades competentes que garantice su exactitud y precisión.

#### ***4.2.7.1 Caracterización física***

Esta caracterización se debe realizar de forma inicial para determinar la necesidad de efectuar pruebas químicas y/o biológicas y como parte de la evaluación de las opciones de gestión. Los atributos físicos que se requieren son los siguientes [32]:

- Cantidad de material a gestionar en metros cúbicos.
- Densidad/gravedad específica: indicador del grado de consolidación del material colocado y volumen in situ vs. después del vertimiento.
- Análisis granulométrico: el cual incluye el porcentaje de gruesos, porcentaje de finos, porcentaje de arenas y la curva de distribución granulométrica que funcionan como indicadores de cohesión, velocidad de sedimentación/potencial de resuspensión y potencial de acumulación de contaminantes, elementos que determinarán el comportamiento del material después de ser vertido.
- Materia orgánica (como Carbono Orgánico Total): como indicador de la acumulación potencial de contaminantes orgánicos asociados. A pesar de que este corresponde a un parámetro químico, se recomienda su análisis en la primera fase de caracterización en conjunto con los parámetros físicos.

Según lo indicado por la OMI [32] en el caso de que el material de dragado sea considerado para su reutilización en alguno de sus usos beneficiosos, pueden resultar necesarios detalles sobre las propiedades de ingeniería del material, permeabilidad, características de sedimentación, plasticidad y mineralogía.

#### 4.2.7.2 *Caracterización química*

La caracterización química se debe realizar en el caso de que no exista información previa sobre la zona a dragar, o que hayan transcurrido más de cinco años desde el último análisis realizado donde las fuentes y cantidades de contaminantes hayan podido variar provocando que el material no sea apto para su disposición en el mar. Si las fuentes de contaminación existentes se encuentran bien identificadas, estas pueden proporcionar suficiente información para la caracterización química. Esta información previa puede provenir de observaciones de campo sobre el impacto de material similar en sitios similares, del conocimiento de descargas locales u otras fuentes de contaminación o datos de pruebas anteriores en material similar y su efecto en las cercanías.

Algunas fuentes de contaminación que según la OMI [32] deben considerarse y analizarse al realizar la caracterización química, son las siguientes:

1. Contaminación debida a escorrentías superficiales de origen agrícola o urbano.
2. Derrames de contaminantes en la zona que se va a dragar.
3. Descargas de desechos industriales y municipales (pasados y presentes).
4. Depósitos considerables de minerales y otras sustancias naturales.

Los contaminantes detallados a continuación son los que determinan la decisión final sobre el vertido. La elección de cuales contaminantes serán analizados y cuáles no, dependerá de las fuentes identificadas que se consideren relevantes, sin embargo, estos son los que comúnmente se analizan ya que se encuentran con frecuencia en el material de dragado:

- Metales pesados: Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), Plomo (Pb), Zinc (Zn).
- Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs): Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(ghi)perileno, Benzo(a)pireno, Criseno, Fluoranteno, Indeno (1,2,3- cd) pireno, Pireno y Fenantreno.
- Biocidas: Tributilestaño (TBT) y sus productos de degradación (Dibutilestaño – DBT- y Monobutilestaño –MBT-).
- Compuestos orgánicos clorados: Policlorobifenilos (PCBs), determinando de manera individual los congéneres IUPAC 28, 52, 101, 118, 138, 153 y 180.

En el caso de Costa Rica, es posible que los sedimentos se encuentren contaminados por el transporte de hidrocarburos principalmente en las cercanías de la terminal portuaria de la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE), así como también pueden estar contaminados por biocidas debido a las actividades agrícolas que se desarrollan en las costas o cercanas a ellas como el cultivo de banano, de palma y de piña. En cuanto a los metales pesados y compuestos orgánicos clorados, es necesaria la identificación de posibles fuentes de contaminación y en caso de que no haya estudios relacionados, realizar los análisis para conocer su presencia en el material de dragado.

Es importante destacar también que el conocimiento de la composición química de los desechos de dragado es importante para identificar si estos deben someterse a algún tratamiento adicional para la reducción o destrucción de sus contaminantes antes de su disposición final o aprovechamiento.

#### ***4.2.7.3 Caracterización biológica***

El principal objetivo de la caracterización biológica es ofrecer una base científica que determine los posibles efectos perjudiciales que el vertimiento del material de dragado al mar puede tener sobre la vida marítima, la salud humana y el ecosistema. Esto a partir de inferencias elaboradas a partir de la caracterización física y química o pruebas específicas de toxicidad y bioacumulación en caso de ser necesarias. Si no hay suficientes datos existentes para predecir dicho impacto, entonces se debe desarrollar un plan analítico y de muestreo apropiado.

Según lo indica la OMI [32], entre los efectos de interés en una caracterización biológica se incluyen los siguientes aspectos:

1. La toxicidad aguda.
2. La toxicidad crónica (efectos cuasiletales a largo plazo).
3. La bioacumulación.
4. La contaminación de los alimentos de origen marino.

Las pruebas de toxicidad aguda y crónica se realizan cuando los resultados indican que el sedimento es potencialmente tóxico. Si se pasan todas las pruebas, el sedimento no se

considera tóxico y es químicamente aceptable para su eliminación en el océano. Una de las pruebas recomendadas en aguas tropicales es el bioensayo de la supervivencia del embrión-larva de la ostra *Crassostrea gigas*, con el fin de conocer el grado de toxicidad que presenta [35]. En cada país se utilizan bioensayos distintos, por lo que se debe analizar la viabilidad de cada prueba, de forma que se elijan las pruebas adecuadas y se adapten a los recursos del país.

Las pruebas de bioacumulación se realizan cuando el sedimento contiene sustancias bioacumulables, como mercurio, dioxinas o plaguicidas organoclorados, en niveles que superan los valores máximos. La bioacumulación puede ser un problema incluso cuando no se ha identificado la toxicidad. Por lo que se deben llevar a cabo pruebas que midan de forma directa la bioacumulación en organismos o el potencial teórico de bioacumulación. Una de las pruebas recomendadas por el gobierno de Australia es el estándar ASTM E1688-00A para la determinación de la bioacumulación de contaminantes asociados a sedimentos en invertebrados bentónicos [35].

Para la selección de organismos en las pruebas de toxicidad aguda y crónica se emplea un mínimo de tres organismos de prueba sensibles, que representarán las principales rutas de exposición a contaminantes. Se deben seleccionar los organismos apropiados que representen los ecosistemas que se pueden ver potencialmente afectados, es decir, especies conocidas cercanas al sitio de evacuación. Además, estos deben ser sensibles a las pruebas, abundantes, disponibles y pertinentes desde el punto de vista ecológico. Y en el caso de las pruebas de bioacumulación es importante que los organismos de prueba proporcionen biomasa adecuada para el análisis, ingieran sedimentos y sean metabolizadores ineficientes de contaminantes.

Tanto para el parámetro de toxicidad crónica y aguda como para el de bioacumulación, se recomienda utilizar organismos con diferentes requisitos de alimentación, sensibilidades y que se encuentren a distintos tipos de exposición como los bivalvos bentónicos excavadores, poliquetos excavadores o anfípodos los cuales se caracterizan por ingerir sedimentos y albergar contaminantes en sus tejidos y por otro lado las algas epibentónicas, las cuales no tienen este tipo de exposición ya que no realizan la absorción de sedimentos [35].

En el documento proporcionado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU llamado “Evaluación del material de dragado propuesto para disposición en instalaciones de disposición confinada en islas, cerca de la costa o en tierras altas — Manual de pruebas” se encuentran algunas orientaciones para la selección de organismos de prueba apropiados, así como para el uso e interpretación de los bioensayos de sedimentos, las cuales pueden funcionar como guía a la hora de elegir las pruebas adecuadas y estandarizarlas [36].

#### **4.2.8 Lista de criterios de actuación**

La lista de criterios de actuación es un mecanismo que permite determinar si los desechos de dragado son aceptables para su evacuación en el mar, según sus componentes y sus efectos potenciales sobre la salud humana y el medio ambiente marino. La lista tiene como objetivo clasificar el material de dragado en tres categorías:

- a. El material es inaceptable para el vertido o requiere un manejo especial.
- b. El material puede ser vertido sin pruebas adicionales.
- c. El material debe someterse a pruebas detalladas antes de que se pueda tomar una decisión en términos de peligros ambientales.

Al elaborar la lista se debe definir como mínimo, un límite superior que será el nivel superior tolerable de contaminación, aunque también se puede incluir un nivel inferior. Según lo indica la OMI [32] se debe dar prioridad a las sustancias tóxicas, persistentes y bioacumulativas de fuentes antropogénicas como cadmio, mercurio, organohalógenos, hidrocarburos de petróleo y, cuando corresponda, arsénico, plomo, cobre, zinc, berilio, cromo, níquel y vanadio, compuestos organosilícicos, cianuros, fluoruros y plaguicidas o sus derivados distintos de los organohalógenos.

Cada parte contratante es responsable de desarrollar sus propias listas de acción a nivel nacional o regional, utilizando como base respuestas biológicas, estándares de calidad ambiental, consideraciones de flujo u otros valores de referencia. Se deben realizar estudios de sedimentos que tengan propiedades geoquímicas similares a las de los que se van a dragar y/o a las del sistema receptor. Por esto mismo, puede ser necesario desarrollar criterios individuales para cada área en la que se realice el dragado o la eliminación.

Así también los países podrán definir si la superación de un nivel superior de detección da lugar a la exclusión del vertido o si indica un aumento en el grado de análisis antes de

tomar una decisión. En los documentos generados por el Programa de Investigación Global de la Contaminación en el Medio Marino se encuentran datos de importancia para la creación de la lista de acción. Además, en las Directrices para la Evaluación de Desechos Propuesto para disposición en el mar, propuesta por la OMI [32] se especifican algunos métodos o ensayos científicos para el establecimiento de los niveles de la lista de acción.

A continuación, se muestra la lista de acción aplicada en las operaciones de dragado de España (Cuadro 4.2), como una ejemplificación de los parámetros evaluados y los niveles de acción establecidos. Todas las concentraciones están referidas a la fracción no gruesa del sedimento (inferior a 2 mm) y expresadas sobre materia seca [37]. Los materiales cuyos parámetros se encuentren debajo del nivel de acción A, podrán ser vertidos ya que no representan un peligro inminente. Los que se encuentren debajo del nivel de acción B, pero encima del nivel de acción A, podrán ser vertidos al mar excepto en las zonas de exclusión y las zonas restringidas. Aquellos que se encuentren encima del nivel de acción B y debajo del nivel de acción C podrá ser considerado su vertimiento bajo la separación o aislamiento de las fracciones contaminadas. Finalmente, los materiales que se encuentren por encima del nivel de acción C deberán ser dispuestos según las técnicas de confinamiento establecidas.

**Cuadro 4. 2. Lista de criterios de actuación para la evaluación de material de dragado de España**

<b>Parámetro</b>	<b>N.A.A (Nivel de Acción A)</b>	<b>N.A.B (Nivel de Acción B)</b>	<b>N.A.C (Nivel de Acción C)</b>
Hg (mg/kg)	0.35	0.71	2.84
Cd (mg/kg)	1.20	2.40	9.60
Pb (mg/kg)	80.0	218	600
Cu (mg/kg)	70.0	168	675
Zn (mg/kg)	205	140	1640
Cr (mg/kg)	140	340	1000
Ni (mg/kg)	30.0	63.0	234
As (mg/kg)	35.0	70.0	280
$\sum 7$ PCBs (mg/kg) <sup>(1)</sup>	0.05	0.18	0.54
$\sum 9$ HAPs (mg/kg) <sup>(2)</sup>	1.88	3.76	18.80
TBT <sup>(3)</sup> /mg Sn/kg)	0.05	0.20	1.00

(1) Suma de los congéneres IUPAC números 28, 52, 101, 118, 138, 153 y 180.

(2) Suma de los nueve recomendados por OSPAR (Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(ghi)perileno, Benzo(a)pireno, Criseno, Fluoranteno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Pireno y Fenantreno).

(3) TBT y sus productos de degradación (DBT y MBT). Valores provisionales

Fuente: [37]

#### **4.2.9 Selección del lugar de vertido**

Una vez que se ha determinado que la evacuación de los desechos de dragado en el mar es la opción más viable, se debe seleccionar el sitio de disposición, lo cual involucra consideraciones ambientales, económicas y operativas. Se garantizará que el sitio seleccionado no interfiera con las actividades comerciales o económicas desarrolladas en el medio marino y que no produzca efectos indeseables en los ecosistemas marinos vulnerables. Según la OMI [32], para la selección se debe tomar en cuenta una serie de datos que aportarán información sobre el destino que el material de dragado vertido tendrá a corto y a largo plazo.

Estos datos pueden obtenerse de fuentes de información existentes en conjunto con trabajo de campo. Esos aspectos se detallan a continuación:

1. Las características de la columna de agua: perfiles de variables físicas y químicas como: temperatura, salinidad, densidad, material en suspensión, pH, oxígeno disuelto en la superficie y el fondo, la demanda química y bioquímica de oxígeno, nutrientes en sus diversas formas y productividad primaria.
2. Hidrodinámica y patrones de corrientes: velocidad de corrientes (magnitud y dirección) generadas por efectos de marea, viento y oleajes, características del oleaje, asimetrías de corrientes en la columna de agua, patrones espaciales de corrientes y el transporte de sedimentos asociado. Estos datos pueden obtenerse de mediciones en campo o de modelos numéricos hidrodinámicos calibrados con información del sitio de vertido y sus alrededores.
3. Las características del lecho marino como: profundidad, batimetría, características geoquímicas y geológicas, composición y actividad biológicas, así como las actividades anteriores de evacuación que afecten a la zona.
4. La ubicación de lugares de recreo, valores y demás usos del mar y la costa en la zona que se trate, por ejemplo:
  - a. Áreas de belleza natural o de importancia cultural o histórica.
  - b. Áreas de importancia científica o biológica específica como refugios naturales y zonas marinas protegidas.
  - c. Áreas recreativas, costas y playas.
  - d. Áreas de pesca de subsistencia, comercial y deportiva.
  - e. Áreas de desove, reclutamiento y crianza.
  - f. Rutas de migración de organismos marinos.
  - g. Rutas de navegación.
  - h. Usos de ingeniería del mar tales como cables submarinos, tuberías, lugares de desalación o conversión de energía etc.
5. Los periodos en que los organismos marinos migran, periodos de cría, periodos en que los organismos marinos hibernan sobre los sedimentos o enterrados en ellos, y periodos en que están expuestas especies particularmente sensibles y especies en peligro.

6. La evaluación de los flujos de componentes debidos a la evacuación en relación con los flujos existentes de sustancias en el medio marino.
7. La viabilidad económica y operacional.

Tanto la OMI y las directrices de Australia [32]-[35] coinciden en cuatro requerimientos importantes que se deben considerar respecto a la viabilidad económica y operacional. El sitio de eliminación debe ser:

1. Lo suficientemente grande para que la mayor parte de los desechos depositados permanezcan dentro de los límites del sitio o dentro de un área prevista de impacto después del vertido.
2. Lo suficientemente grande para acomodar los volúmenes anticipados de desechos y ser diluidos a niveles cercanos al fondo antes o al llegar a los límites del sitio.
3. No tan grande como para que el monitoreo requiera demasiado tiempo y dinero.
4. Lo suficientemente grande en relación con los volúmenes previstos de vertido para que cumpla su función durante muchos años.

Así también para evaluar la capacidad del sitio de disposición deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

1. Los regímenes de carga diarios, semanales, mensuales o anuales previstos.
2. La medida en que el lugar favorece la dispersión.
3. La reducción admisible de la profundidad del agua en el lugar de evacuación debido a la acumulación de los materiales.
4. Los cambios en el volumen debido a la entrada de agua en los materiales durante las operaciones de dragado o a la consolidación de los materiales de dragado y del fondo marino subyacente.

#### **4.2.10 Evaluación de los posibles impactos**

La evaluación de los posibles impactos que puede tener el vertimiento funciona como un criterio para la aprobación, modificación o rechazo de la propuesta de evacuación en mar. Así también proporciona información útil para definir las estrategias de monitoreo que se

estarán aplicando posteriormente. La OMI [32] identifica tres actividades que componen el proceso de evaluación de impactos y se explican a continuación:

1. Elaborar hipótesis de impacto a partir de las características del sitio de evacuación y las del material de dragado y su comparación con los niveles de actuación.
2. Crear medidas de gestión y un programa de monitoreo a partir de las hipótesis de impacto, los cuales serán especificados en la concesión del permiso.
3. A partir de los datos recolectados en el proceso de monitoreo, analizar las hipótesis de impacto en conjunto con los impactos reales.

Las hipótesis deben considerar las repercusiones que pueda tener el vertimiento en todos los ámbitos, es decir, físico, químico, biológico, económico, social, etc. Por lo que los impactos deberán describirse en términos de hábitat, procesos, especies, comunidades o actividades afectadas, así también como especificar el efecto previsto, cuantificar el impacto y determinar “cuándo” y “dónde” se darían las repercusiones.

Por otro lado, si al formular las hipótesis se concluye que no es posible determinar los impactos del vertimiento por información insuficiente, este es un indicativo de que no se debe considerar el vertimiento como opción de gestión para el material de dragado. Así también, al elaborar las hipótesis, se pueden modificar las decisiones tomadas previas al proceso de evaluación de impacto con el fin de disminuir las repercusiones previstas.

La evaluación de posibles impactos corresponde al paso final para la toma de decisiones. Por lo que posterior a este se podrá expedir o rechazar un permiso para vertimiento de desechos de dragado, donde se contemplaron todas las variables que influyen en el cumplimiento de los objetivos que establece el Protocolo de Londres.

#### **4.2.11 El permiso y sus condiciones**

La decisión de expedir un permiso sólo se debería tomar una vez que se hayan concluido todas las evaluaciones de impactos, se hayan determinado los requisitos de monitoreo y los resultados de dicha evaluación indiquen que la evacuación en el mar es viable y los daños ambientales serán mínimos.

Todos los permisos expedidos incluirán datos e información que especifique:

- Tipo de área dragada (puerto, estuario o mar abierto).

- Tipo de dragado (primer establecimiento, mantenimiento, etc.).
- Superficie, expresada en m<sup>2</sup>, del área dragada.
- Usos productivos que se ha dado a todo o parte del material (si aplica).
- Localización de la zona de vertido o colocación.
- Cantidad de material a verter.
- Características físicas del material.
- Carga contaminante para cada uno de los contaminantes analizados.
- Resultado de los bioensayos que pudieran haberse realizado.
- Duración de las operaciones de vertido, con indicación de las fechas de comienzo y finalización.
- Impactos previstos (si se ha elegido el vertimiento como opción de gestión).

#### **4.2.12 Monitoreo**

El monitoreo es una de las fases ejecutadas posterior a la expedición del permiso cuya función principal es la prevención de la contaminación del medio marino por la evacuación de materiales de dragado. Esta indica la eficacia de las medidas tomadas a la hora de expedir el permiso y las evaluaciones realizadas y permite probar las hipótesis formuladas en la evaluación de los posibles impactos, información que resulta de gran utilidad para futuros proyectos de dragado [32]. Además, el reporte de los resultados del monitoreo es parte de las obligaciones de las partes contratantes del Protocolo de Londres.

También, según lo indica la OMI [32] esta fase tiene el objetivo principal de garantizar lo siguiente:

1. Que el material que se está evacuando es el mismo para el que se autorizó en el permiso.
2. Que el material se carga, manipula y transporta según lo acordado en el permiso.
3. El volumen de material gestionado es para el cual se otorgó el permiso.
4. La ubicación y el método de evacuación son los mismos que se autorizaron en el permiso.

Para realizar un adecuado monitoreo es necesario la creación de un programa de monitoreo con objetivos claramente establecidos y de acuerdo con los recursos con los que cuenta el país, de forma que funcione como una herramienta complementaria al proceso de concesión de permisos de vertimiento de material de dragado y mejorar la gestión de los desechos de dragado en general. Además, los parámetros que se monitoreen dependerán de las hipótesis de impacto previstas que se definieron en el proceso de evaluación de los posibles impactos [32], de forma que en la etapa de monitoreo se compruebe que los impactos reales no excedieron los previstos.

Los efectos perjudiciales aceptables e inaceptables deberán ser definidos antes de iniciar el muestreo, así también la escala del monitoreo debe estar relacionada al alcance del problema percibido y el grado de preocupación. En el programa de monitoreo se deberá definir un proyecto de muestreo antes, durante (si es factible) y después de vertimiento de materiales, además, en este se determinará el número y tipo de muestras necesarias según el material vertido y la precisión deseada.

En algunos programas de monitoreo como por ejemplo, el de Canadá, define tres niveles de monitoreo. En el primer nivel se realiza un monitoreo físico donde el objetivo es conocer el destino a largo plazo del material vertido, se prueban las hipótesis de impacto relacionadas con la dispersión del material fuera del sitio, los conflictos con otros usos del mar y los cambios físicos en el hábitat cercano o en áreas sensibles [38].

El segundo nivel de monitoreo consiste en evaluaciones química y biológicas, donde se miden los niveles químicos de los sedimentos y se realizan estudios en la comunidad bentónica. En este monitoreo se prueban las hipótesis de impacto relacionadas con los efectos contaminantes en la biota y/o cambios en las especies de hábitats cercanos o áreas sensibles. En caso de que la información recopilada no sea suficiente, se aplicará un tercer nivel de monitoreo que incluya evaluaciones químicas y biológicas adicionales para medir la estabilidad del sitio a largo plazo [38].

Entre los parámetros medidos en los diferentes niveles de monitoreo, las directrices de monitoreo aplicadas en Canadá [38], recomiendan que se incluyan los siguientes como parámetros mínimos y dependiendo del sitio se pueden incluir otros que sean relevantes:

#### Parámetros físicos

- Batimetría general en el sitio de disposición.
- Tamaño del grano.

#### Parámetros químicos

- Cadmio.
- Mercurio.
- PCBs totales.
- HAPs totales.
- Carbono orgánico total.
- Cualquier otro parámetro incluido durante la revisión del permiso.

#### Parámetros biológicos

- Prueba aguda de toxicidad de sedimentos con anfípodos marinos o estuarinos.
- Prueba de éxito de fertilización con equinoideos en un ensayo de agua intersticial.
- Prueba de fase sólida de sedimentos con bacterias luminiscentes.
- Prueba de bioacumulación de 28 días.
- Examinar el número de especies y organismos individuales bentónicos presente en los sedimentos u otros estudios de epifauna.

Finalmente, luego del análisis e interpretación de datos, se deben identificar los vínculos entre las hipótesis de impactos previstas durante la revisión de la solicitud del permiso de vertido y los resultados de las pruebas realizadas en el monitoreo. Dicha información debe estar plasmada en un informe final que incluya, además, información sobre los parámetros analizados, herramientas utilizadas, plan de muestreo, análisis e interpretación de datos, conclusiones, recomendaciones e indicar si se cumplieron las condiciones del permiso y si la selección del sitio de disposición y las condiciones del permiso fueron las correctas.

## **5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

En la identificación de la normativa nacional existente relacionada al vertimiento de residuos al mar, se determinó que esta cuenta con oportunidades de mejora, ya que, si bien en algunas se menciona el vertimiento de residuos, estas no son específicas sobre las condiciones en las que este se permite o prohíbe. Además, no existen instrumentos legales que regulen dicha práctica para residuos en específico, como lo es el material de dragado, por lo que el vertimiento se ejecuta de forma no controlada, en la mayoría de los casos, sin que se garantice la seguridad de los ecosistemas marinos y la salud de las personas.

Es por esta razón que resulta necesario desarrollar normativas e instrumentos técnicos que regulen de forma específica las condiciones bajo las que se debe dar o no el vertimiento de residuos, estrategias o planes de acción que garanticen su cumplimiento, así como definir las entidades que velarán por la disposición adecuada en mar cuando sea necesario. Se sugieren el Ministerio de Salud y la Dirección de Aguas del MINAE.

En cuanto al otorgamiento de permisos para el vertimiento del material de dragado, se concluye que es necesario un análisis previo de opciones de gestión donde se valoren primero aquellas alternativas diferentes a la disposición en mar, de forma que esta se realice únicamente en casos donde no haya otra opción. También se debe exigir la caracterización del material de dragado, evaluar si es seguro su vertimiento a través de una lista de criterios de actuación, elegir los sitios adecuados para realizar los vertimientos mediante un análisis de factores y estudiar los posibles impactos. Todos estos elementos deberán ser considerados para el otorgamiento de un permiso de vertimiento que siga los principios que promueve el Protocolo de Londres, de forma que las entidades competentes tomen decisiones que conduzcan a la opción de gestión más adecuada y el país cumpla los objetivos que indica dicho instrumento jurídico.

### **5.2 RECOMENDACIONES**

Se recomienda desarrollar de forma más amplia y completa las directrices presentadas en este proyecto, tomando en cuenta aspectos ambientales, económicos y/o sociales que

puedan influir en la gestión adecuada del material de dragado. Además, la creación de una lista de criterios de actuación con parámetros específicos para Costa Rica, de forma que el proceso de toma de decisiones sea más preciso y se consideren las condiciones y riesgos de los ecosistemas marinos del país, así como la elaboración de un programa de monitoreo que garantice el cumplimiento de las medidas de gestión planteadas en este proyecto.

Por otra parte, también se recomienda el desarrollo de regulación específica para la reutilización del material de dragado, que facilite su uso en el ámbito de la construcción u otros mercados y de esta manera hacer de la reutilización una opción más viable para la gestión de dicho residuo. De igual forma, promover prácticas sostenibles al realizar el dragado, como el uso de mejores tecnologías, la planificación adecuada o la modificación de las técnicas utilizadas actualmente con el objetivo de reducir el impacto ambiental que genera dicha actividad a través de los residuos generados.

Se recomienda la intervención de los organismos competentes y demás instituciones involucradas en las actividades de dragado del país para establecer un proceso más organizado de concesión de permisos, procurar la planificación y lograr la trazabilidad de los residuos generados en cada uno de los proyectos de dragado. Este sistema de gobernanza estaría conformado por: Ministerio de Salud, encargado de velar por la correcta gestión de los residuos; Ministerio de Ambiente y Energía a través de su Dirección de Aguas, responsable de otorgar permisos de dragado; Ministerio de Obras Públicas y Transportes y el Ministerio de Hacienda a través de su Dirección General de Aduanas, que otorgan el permiso de navegación y el permiso de importación temporal, respectivamente, a los buques o barcasas que realizarán labores específicas de dragado.

Finalmente, se recomienda retomar por parte de las autoridades y los operadores portuarios, la práctica de informar a la OMI mediante la plataforma que posee, sobre la cantidad, calidad y lugar de disposición de material de dragado, acción que realizaba el país anteriormente y que se discontinuó hace algunos años.

## 6 REFERENCIAS

- [1] I. Fernández; C. Gago; M. Alló, “Opciones estratégicas ante la contaminación marina. Análisis de las preferencias de los ciudadanos en el norte de Galicia”, *Atlantic Review of Economics*, vol 4, no. 1, pp 1-20, julio 2020. [En línea] Disponible en: <http://www.aroec.org/ojs/index.php/ARoEc/article/view/101>
- [2] E. Ramirez-Llodra, B. De Mol, J. B. Company, M. Coll, and F. Sardà, "Effects of natural and anthropogenic processes in the distribution of marine litter in the deep Mediterranean Sea," *Progress in Oceanography*, vol. 118, pp. 273-287, Nov 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2013.07.027>.
- [3] M. Jaén; P. Esteve; I. Banos, “Los futuros maestros ante el problema de la contaminación de los mares por plásticos y el consumo”, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol 16, no. 1, octubre 2018. [En línea] Disponible en: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/4154>
- [4] Ministerio de Salud, Plan Nacional de residuos marinos 2021-2030. San José, Costa Rica. 2021 [En línea] Disponible en: [https://www.ministeriodesalud.go.cr/sobre\\_ministerio/prensa/comunicados/plan\\_nacional\\_residuos\\_marinos\\_2021\\_2030.pdf](https://www.ministeriodesalud.go.cr/sobre_ministerio/prensa/comunicados/plan_nacional_residuos_marinos_2021_2030.pdf)
- [5] Organización Marítima Internacional, “Plan estratégico para la Convención de Londres y el Protocolo de Londres”, mayo 2017. [En línea] Disponible en: [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Strategic%20Plan%20leaflet\\_final\\_web.pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Strategic%20Plan%20leaflet_final_web.pdf)
- [6] Organización Marítima Internacional, “Protocolo de 1996 relativo al Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias, 1972”, 1996. [En línea] Disponible en: [https://aplicaciones.sre.gob.mx/tratados/ARCHIVOS/PROT\\_VERTIMIENTO96.pdf](https://aplicaciones.sre.gob.mx/tratados/ARCHIVOS/PROT_VERTIMIENTO96.pdf)
- [7] International Maritime Organization, “Map of Parties to the London Convention/Protocol”, 2019. [En línea] Disponible en: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Parties%20to%20the%20LCLP%20February%202019.pdf>

- [8] UNEP and GRID-Arendal, "Marine Litter Vital Graphics," ed. Nairobi and Arendal: United Nations Environment Programme and GRID-Arendal, 2016. [En línea] Disponible en: <https://wedocs.unep.org>
- [9] L. C. Woodall, L. F. Robinson, A. D. Rogers, B. E. Narayanaswamy, and G. L. J. Paterson, "Deep-sea litter: a comparison of seamounts, banks and a ridge in the Atlantic and Indian Oceans reveals both environmental and anthropogenic factors impact accumulation and composition," *Frontiers in Marine Science*, Original Research vol. 2, Feb 2015, doi: 10.3389/fmars.2015.00003
- [10] International Maritime Organization, "Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter." 2019. [En línea] Disponible en: <https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/Convention-on-the-Prevention-of-Marine-Pollution-by-Dumping-of-Wastes-and-Other-Matter.aspx#:~:text=%22Dumping%22%20has%20been%20defined%20as,these%20vessels%20or%20platforms%20themselves>
- [11] A. Cau, A. Bellodi, D. Moccia, A. Mulas, P. Pesci, R. Cannas, A. Pusceddu and M. Follesa, "Dumping to the abyss: single-use marine litter invading bathyal plains of the Sardinian margin (Tyrrhenian Sea)," *Marine Pollution Bulletin*, vol. 135, pp. 845-851, Oct 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.007>
- [12] K. Richardson, D. Haynes, A. Talouli, and M. Donoghue, "Marine pollution originating from purse seine and longline fishing vessel operations in the Western and Central Pacific Ocean, 2003–2015," *Ambio*, vol. 46, no. 2, pp. 190-200, 2017/03/01 2017, doi: 10.1007/s13280-016-0811-8.
- [13] C. K. Pham, J. N. Gomes-Pereira, E. J. Isidro, R. S. Santos, and T. Morato, "Abundance of litter on Condor seamount (Azores, Portugal, Northeast Atlantic)," *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, vol. 98, pp. 204-208, 2013/12/15/ 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.01.011>.
- [14] UNEP. "Marine litter: the issue." [En línea] Disponible en: <https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/addressing-land-based-pollution/marine-litter-issue>

- [15] N. Merrac, "Negative Impacts of Marine Litter in the NOWPAP Region: Case Studies," Republic of Korea, 2013. [En línea] Disponible en: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26217/negative\\_impacts\\_ML.pdf?sequence=1](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26217/negative_impacts_ML.pdf?sequence=1)
- [16] L. Verduga, "Metodología para calcular la probabilidad de contaminación en la costa por basuras marinas derivadas del transporte marítimo," Máster Universitario en Gestión Integrada de Sistemas Hídricos., Universidad de Cantabria, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/17208/Lita%20Peggy.pdf?sequence=1>
- [17] International Maritime Organization, "The London Convention and Protocol", 2019. [En línea] Disponible en: <https://www.imo.org/es/OurWork/Environment/Paginas/London-Convention-Protocol.aspx>.
- [18] Organización Marítima Internacional, "Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL)", 2020. [En línea] Disponible en: [https://www.imo.org/es/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx#:~:text=El%20Convenio%20internacional%20para%20prevenir,factores%20de%20funcionamiento%20o%20accidentales](https://www.imo.org/es/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx#:~:text=El%20Convenio%20internacional%20para%20prevenir,factores%20de%20funcionamiento%20o%20accidentales).
- [19] Organización Marítima Internacional, "Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar," 2020. [En línea] Disponible en: <https://www.imo.org/es/OurWork/Legal/Paginas/UnitedNationsConventionOnTheLawOfTheSea.aspx>
- [20] Asamblea Legislativa. (1994, Nov, 16). Ley: 7291. Convenio de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. [En línea]. Disponible: [https://www.un.org/depts/los/convention\\_agreements/texts/unclos/convemar\\_es.pdf](https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/convemar_es.pdf)
- [21] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, "Código de conducta para la pesca responsable," 1995. [En línea] Disponible en <https://www.fao.org/3/v9878s/v9878s.pdf>

- [22] International Maritime Organization, "GloLitter Partnerships Project", 2019. [En línea] Disponible en <https://www.imo.org/en/OurWork/PartnershipsProjects/Pages/GloLitter-Partnerships-Project-.aspx>
- [23] Asamblea Legislativa. (1974, feb, 24). Ley 5395. Ley General de la Salud. [En línea] Disponible en: [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=6581&nValor3=96425&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=6581&nValor3=96425&strTipM=TC)
- [24] Asamblea Legislativa. (1998, feb, 06). Ley 7744. Ley de Concesión y Operación de marinas y atracaderos turísticos. [En línea] Disponible en: [http://www.pgrweb.go.cr/SCIJ/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=43078&nValor3=79757&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/SCIJ/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=43078&nValor3=79757&strTipM=TC)
- [25] M. Cajiao, R. Salazar, M. Valverde, I. Naranjo, y R. Arauz, "Régimen legal de los recursos marinos y costeros en Costa Rica. Fundación AMBIO. Jun, 2003. [En línea] Disponible en: <https://www.elaw.org/system/files/costa.rica.marino.pdf>
- [26] Ministerio de Seguridad Pública, (2019, Nov, 19). "Servicio Nacional de Guardacostas". [Internet]. Disponible en <https://www.seguridadpublica.go.cr/direccion/guardacostas/>
- [27] International Maritime Organization, "Benefits of being a party to the London Protocol". [En línea] Disponible en: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Benefits%20LP.pdf>
- [28] Organización Marítima Internacional, (2022, Oct, 10). "Se prohibirá en todo el mundo el vertimiento de fangos cloacales en el mar". [Internet]. Disponible en: <https://www.imo.org/es/MediaCentre/PressBriefings/pages/Dumping-of-sewage-sludge-.aspx#:~:text=La%20enmienda%20al%20Protocolo%20de,su%20vertimiento%20en%20el%20mar.>

- [29] International Maritime Organization, “The London Protocol: what it is and why it is needed”, 2016. [En línea] Disponible en: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/London%20Protocol%20Why%20it%20is%20needed%2020%20years.pdf>
- [30] International Maritime Organization, “The London Convention and Protocol: their role and contribution to protection of the marine environment”. [En línea] Disponible en: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/22780LDC%20Leaflet%20without%2040%20Anniv%20logo2012Web1.pdf>
- [31] OSPAR Commission, “OSPAR Guidelines for the Management of Dredged Material”, 1998. [En línea] Disponible en: <https://dredging.org/documents/ceda/downloads/environment-ospar-dmguidelines.pdf>
- [32] International Maritime Organization, “Waste Assessment Guidelines under the London Convention and Protocol: 2014 edition”, 2014. [En línea] Disponible en: <http://www.imo.org/Publications/Pages/Home.aspx>
- [33] Government of Canada, “Disposal at sea permit application guide: permitting process for dredged material, chapter 3”, 2019. [En línea] Disponible en: <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/disposal-at-sea/permit-applicant-guide/dredged-material/applicant-guide-permit-dredged-material/chapter-3-1.html#toc3>
- [34] International Association of Dredging Companies, “Dredged material as a resource”, 2019. [En línea] Disponible en: <https://www.iadc-dredging.com/wp-content/uploads/2017/03/FA2019-05-Dredged-Material-as-a-Resource.pdf>
- [35] Australian Government, “National Assessment Guidelines for Dredging”, 2009. [En línea] Disponible en: <https://www.dccew.gov.au/sites/default/files/documents/guidelines09.pdf>
- [36] U.S. Army Corps of Engineers, “Evaluation of Dredged Material Proposed for Disposal at Island, Nearshore, or Upland Confined Disposal Facilities — Testing Manual”, 2003. [En línea] Disponible en: <https://semsub.epa.gov/work/HQ/189667.pdf>

- [37] Comisión Interministerial de Estrategias Marinas, “Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del Dominio Público Marítimo-Terrestre”, 2015. [En línea] Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/directrices2015\\_tcm30-157006.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/directrices2015_tcm30-157006.pdf)
- [38] A. Chevrier, P. Topping. “National Guidelines for Monitoring Dredged and Excavated Material at Ocean Disposal Sites”. Environment Canada, Marine Environment Division, 1998. [En línea] Disponible en: [https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2014/ec/En40-573-1999-eng.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2014/ec/En40-573-1999-eng.pdf)