



# EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO



DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

“PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN Y SU APLICABILIDAD EN LAS AGUAS DE LASTRE EN  
LA CIUDAD-PUERTO DE VERACRUZ”

QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN  
INGENIERÍA AMBIENTAL

PRESENTA

BIOL. ADRIANA ANDREA ROLDÁN UBANDO

DIRECTORA DE TESIS

DRA. FABIOLA LANGO REYNOSO

CO-DIRECTOR

DR. MANUEL ALEJANDRO LIZARDI JIMÉNEZ

ASESORES

MARIA DEL REFUGIO CASTAÑEDA CHÁVEZ

DAVID REYNIER VALDES

Junio, 2024

BOCA DEL RÍO, VERACRUZ, MÉXICO



## Resumen

El principio de precaución tiene como enfoque la protección del medio ambiente por parte de los estados y es un principio emergente que reconoce el valor de la naturaleza por su valor intrínseco (in dubio pro natura) considerándola un derecho humano fundamental intergeneracional. Los buques dedicados al comercio marítimo requieren almacenar agua en los tanques de lastre y transportarla desde el puerto de origen hasta el destino y tiene la función de mantener la estabilidad durante las maniobras de carga y descarga de mercancías en los puertos de arribo. A nivel mundial se vierten alrededor de 3 a 5 millones de toneladas anuales de aguas de lastre anuales provenientes del transporte marítimo transfiriendo cerca del 86.3% de las especies exóticas invasivas mundiales causando pérdida de especies endémicas, comerciales e introduciendo patógenos. En México se descargan 50 millones de m<sup>3</sup> de agua de lastre introduciendo 32.6% de las especies exóticas como algas marinas, invertebrados, artrópodos y vertebrados. Por lo anterior, resulta necesario analizar los instrumentos normativos (políticas, leyes y normas) que regulan las aguas de lastre en la ciudad-puerto de Veracruz fundamentados en una metodología analítica bajo el enfoque de economía ecológica e integrando la perspectiva del principio precautorio con el objetivo de establecer, bajo ese principio, las medidas precautorias para las aguas de lastre en la ciudad-puerto de Veracruz. Considerando las afectaciones potenciales que representaría el incremento de especies exóticas invasoras producto del vertimiento de aguas de lastre y que la actividad del comercio marítimo es esencial para el desarrollo de la economía del país, se propone la alineación de estrategias que robustezcan del desarrollo de la actividad marítima de manera segura y confiable, desde los lineamientos normativos existentes y bajo una perspectiva multidisciplinaria que involucre a la comunidad portuaria, sociedad y autoridades ambientales.

El establecimiento de las medidas de precaución se realizó a partir del análisis de los ordenamientos jurídicos ambientales aplicables a las aguas de lastre, siendo identificado, que si bien en el Convenio Internacional para el control y la gestión del aguas de lastre cuya obligatoriedad de cumplimiento en México se estableció en 2017, se establece que los buques deben gestionar su propia agua de lastre y dar cumplimiento de las Normas D1, que indica que cambien el agua de lastre en mar abierto, a 200 millas marinas (370.4 km) de la costa del puerto receptor, así como a la norma D2, que establece la restricción de la cantidad de organismos viables permitidos que se pueden descargar (incluyendo organismos mayores o iguales a 50 micras, unidades formadoras de *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli* y Enterococos intestinales); no obstante existe incertidumbre respecto a su implementación en los documentos regulatorios del comercio marítimo, como las Reglas de Operación del Puerto de Veracruz de ASIPONA Veracruz, así como en el Programa de Manejo del Sistema Arrecifal Veracruzano, que plantea de manera general lineamientos para la prevención y conservación de la biodiversidad de las comunidades arrecifales.

Por otro lado, se realizó la estimación de los volúmenes probables de vertimiento de aguas de lastre en función del número y tipo de embarcaciones que han sido reportadas en las estadísticas anuales de ASIPONA Veracruz durante el periodo comprendido entre el 2003 al 2021, así como la tasa de agua de lastre por día de operación. Como resultado, obtuvimos que el número de buques pasó de 1, 464, en el 2003, a 2, 012, en 2021; por otro lado, volumen de vertimiento de



aguas de lastre se ha incrementado, pasando de 70, 272, 000 m<sup>3</sup>/ día, en 2003 a 87, 360, 000, m<sup>3</sup>/ día, en 2021. Considerando la ubicación del puerto, la zona de riesgo potencial por el vertimiento de las aguas de lastre serían los arrecifes de la zona norte del PNSAV, que ya se encuentran sometidos a diferentes grados de estrés por las descargas municipales de aguas residuales, la descarga de sedimentos del río Antigua, por la presencia de especies exóticas invasoras (anfípodos, coral copa naranja, pez león y medusa).

Finalmente, se establecieron las medidas de precaución, basadas en la incertidumbre sobre la aplicación de los instrumentos normativos que regulan la gestión de las aguas de lastre así como la estimación del riesgo potencial del vertimiento de estas en los arrecifes de la zona norte, siendo necesaria la conservación de las 72 especies de flora y fauna incluidas en el listado de la Norma Oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010, que habitan en el PNSAV, así como la conservación de los recursos pesqueros, que, acorde a las percepción social de las comunidades de Boca del río (75%) y Veracruz (84%) se encuentran deteriorados y son menos abundantes, lo que repercutiría en la economía de la región. Teniendo en cuenta que del 2003 al 2022 se ha registrado un incremento en los costos totales por agotamiento y degradación ambiental en México, resulta necesario implementar las medidas precautorias que eviten la pérdida de los recursos naturales y servicios ecosistémicos del PNSAV.



## AGRADECIMIENTOS

Al CONAHCYT, agradezco su respaldo a través de la beca otorgada durante el programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental, registrado en el PNPC como posgrado de calidad. Al cuerpo Académico del programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental del Instituto Tecnológico Nacional de Boca del río, por haber puesto a mi disposición todos los recursos necesarios para el desarrollo del presente estudio; especialmente a mi Directora de Tesis, la Dra Fabiola Lango Reynoso y mi Asesora, la Dra. María del Refugio Castañeda Chávez, cuya orientación y paciencia fueron claves para el desarrollo del presente trabajo. Así mismo agradezco a mi Co-Director de tesis, el Dr. Manuel Alejandro Lizardi Jiménez, pieza fundamental para orientarme en el saber de los conocimientos fundamentales del Derecho Ambiental.

Agradezco a mi tía, Martha y a mi tío Mariano, por nunca dejar de creer en mí, por sostenerme siempre y tener una palabra de aliento, de luz y fe en los momentos adversos.

Agradezco a mi familia, madre y hermanos por apoyarme y cuidar de Santiago.

A mis “Bongoos”, Mary, Pily, Annie y Ale, que siempre me han alentado e inspirado para ser una mejor amiga, profesionalista y mujer y me han bendecido con su amistad.

A Caro, mi brújula andante en este caminar llamado vida.

A Janny, por sus palabras de inspiración y alegría.

A mis compañeros de generación por su solidaridad, aportaciones y por hacer amena la travesía de esta etapa: Xareni, Fabiola, Misael, Paola, Isaac, Amayrani y José Cházaro.

Agradezco muy especialmente a Jorge y Bernardo, “Los guapos”, por su apoyo invaluable, momentos compartidos, energía y optimismo, porque gracias a esa sinergia nos impulsamos y apoyamos para “no dejar a nadie atrás”, sin duda, el mejor equipo.

A “Lucecita” por compartir la travesía, mostrándome su valor y resiliencia y siendo cómplice en las travesuras de mi hijo, Santiago, creando recuerdos y momentos invaluable para ambos.



## DEDICATORIAS

**A mi hijo, Santiago.  
Por su amor y paciencia,  
Por su luz y alegría.**



## ÍNDICE

Resumen.....	2
Índice de tablas .....	9
Índice de figuras.....	10
1. Introducción.....	11
2. Antecedentes .....	12
2.1 Principio de precaución.....	12
2.2 La Ciudad- Puerto de Veracruz y el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. .....	14
2.2.1 Ciudad-Puerto de Veracruz .....	14
2.2.2 Área Natural Protegida Federal: Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano .....	17
2.3 Transporte marítimo, tipos de buques y características .....	18
2.4 Definición e impacto de las aguas de lastre .....	21
2.4.1 Especies invasoras transportadas a través del agua de lastre .....	24
2.4.2 Impacto de las aguas de lastre en México.....	25
2.4.3 Factores de riesgo asociados al desarrollo de especies invasoras.....	26
2.5 Sistema Ambiental Regional (SAR) .....	27
2.6 Medidas precautorias.....	28
3. Objetivos .....	29
3.1 General.....	29
3.2 Particulares.....	29
4. Materiales y métodos .....	29
4.1 Área de estudio.....	29
4.2 Análisis de los ordenamientos jurídicos ambientales (políticas, leyes y normas) aplicables a las aguas de lastre en la ciudad-puerto de Veracruz.....	31



4.3 Estimar el riesgo potencial a partir de los volúmenes probables de vertimiento de las aguas de lastre en la ciudad-puerto de Veracruz. ....	31
4.4 Establecer las medidas precautorias para la ciudad-puerto de Veracruz, fundamentadas en el análisis de los ordenamientos jurídicos ambientales y el riesgo potencial de las aguas de lastre.....	34
5. Resultados .....	34
5.1 Análisis de los ordenamientos jurídicos ambientales (políticas, leyes y normas) aplicables a las aguas de lastre en la ciudad-puerto de Veracruz.....	34
5.1.1. Instrumentos internacionales para el manejo y la gestión de las aguas de lastre .....	35
5.1.2 Legislación aplicable al Puerto de Veracruz .....	35
5.1.2.1 Ley de Puertos.....	35
5.1.2.2 Reglamento General para el Sistema de Organización y Control del Tráfico Marítimo Nacional.....	36
5.1.2.3 ASIPONA Veracruz, Reglas de operación del puerto de Veracruz, 2022-2027 .....	36
5.1.3 Instrumentos normativos preventivos para la gestión de las aguas de lastre... ..	37
5.1.3.1 Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78).....	37
5.1.3.2 Convenio Internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques (2004). .....	38
5.1.3.3. Directrices para el control y la gestión del agua de lastre en los buques para minimizar la transferencia de organismos acuáticos dañinos y patógenos.....	39
5.1.3.4 Decreto promulgatorio del Convenio Internacional para el Control y la Gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques, adoptado en Londres, el trece de febrero de dos mil cuatro, en el marco de la Organización Marítima Internacional (OMI). .....	41
5.1.3 Legislación aplicable al Área natural protegida, Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.....	42
5.1.3.1 Ley Federal del Mar .....	42
5.1.3.2 Convenio de la Diversidad Biológica (CBD, por sus siglas en inglés): Especies exóticas: Principios rectores para la prevención, introducción y mitigación de impactos .....	43
5.1.3.3 Mandato de Yakarta sobre la Diversidad Biológica Marina y Costera .....	44
5.1.3.1 Programa de ordenamiento ecológico del Golfo y Mar caribe .....	44



5.1.3.2 Programa de manejo del PNSAV .....	45
5.2 Discusión del Análisis los ordenamientos jurídicos ambientales (políticas, leyes y normas) aplicables a las aguas de lastre en la ciudad-puerto de Veracruz .....	46
5.3 Conclusión del Análisis los ordenamientos jurídicos ambientales (políticas, leyes y normas) aplicables a las aguas de lastre en la ciudad-puerto de Veracruz .....	47
5.4 Estimación del riesgo potencial, a partir de los volúmenes probables de vertimiento de las aguas de lastre, en la ciudad-puerto de Veracruz.....	47
5.4.1 Procedencia de la carga de comercio exterior del puerto de Veracruz .....	48
5.4.2 Estimación del riesgo potencial de vertimiento de aguas de lastre .....	48
5.3.2.1 Análisis de manejo de cargas y estimación del vertimiento de aguas de lastre.....	50
5.4.3 Zona de riesgo potencial por el vertimiento de aguas de lastre .....	55
5.4 Discusión de la Estimación del riesgo potencial, a partir de los volúmenes probables de vertimiento de las aguas de lastre, en la ciudad-puerto de Veracruz.....	56
5.6 Conclusión de la Estimación del riesgo potencial, a partir de los volúmenes probables de vertimiento de las aguas de lastre, en la ciudad-puerto de Veracruz.....	57
5.7 Establecer las medidas precautorias para la ciudad-puerto de Veracruz, fundamentadas en el análisis de los ordenamientos jurídicos ambientales y el riesgo potencial de las aguas de lastre.....	58
5.7.1 Percepción del estado de conservación de la biodiversidad del PNSAV .....	58
5.7.2 Percepción socio ambiental de la actividad pesquera.....	58
5.7.3 Costos de la Gestión, protección y conservación ambiental en México .....	59
5.7.3.1 Costos totales por agotamiento y degradación ambiental y el gasto en protección ambiental total del sector público.....	59
5.7.3.2 Gasto en Protección Ambiental total a favor de la biodiversidad .....	60
5.7.4 Propuesta de medidas precautorias .....	61
6. Bibliografía y fuentes de consulta .....	64
7. Glosario de términos .....	69



## Índice de tablas

Tabla 1. Área de influencia del Centro de Control de Tráfico Marítimo del puerto de Veracruz. Fuente: ASIPONA ( <a href="https://www.puertodeveracruz.com.mx/wordpress/infraestructura/centro-de-control-de-trafico-maritimo/area-de-influencia/">https://www.puertodeveracruz.com.mx/wordpress/infraestructura/centro-de-control-de-trafico-maritimo/area-de-influencia/</a> ) .....	15
Tabla 2. Principales características del área de estudio. Fuente: Padilla y Sotelo (2010).....	16
Tabla 3. Características generales de los buques. Quintero González et al 2017 y SCT Ensenada sf).....	20
Tabla 4. Flota mundial por principales tipos de buques. Naciones Unidas 2021.....	21
Tabla 5. Cantidades de aguas de lastre transportadas en los principales tipos de buques. (Modificado de González López y Salamanca Giménez 2013).....	23
Tabla 6. Factores de riesgo de especies invasoras asociadas a la descarga de aguas de lastre. Baro-Narbona y Stotz 2018 y FMAM-PNUD-OMI 2009.* Factores que inciden en la descarga de especies invasoras.....	26
Tabla 7. Páginas de referencia de ASIPONA para acceder a los datos históricos de atraque de buques. ....	32
Tabla 8. Cantidades de lastre típicas transportadas en los buques. Modificado de González López y Salamanca Giménez 2013.....	32
Tabla 9. Tipos de embarcaciones, necesidades de lastre y tasas de bombeo. Modificado de Academia Nacional de Ciencias 1996. ....	33
Tabla 10. Cuencas hidrográficas de los cuatro principales puertos de México (CNA 1998).....	34
Tabla 11. Principales orígenes/destinos y productos por línea de negocio del Puerto de Veracruz, 2021 (PMDP, 2022-2027).....	48
Tabla 12. Estimación anual del vertimiento de aguas de lastre por tipo de carga durante el periodo comprendido entre el 2003 al 2021. ....	51
Tabla 13. Propuesta de medidas precautorias aplicables al manejo de las aguas de lastre en la ciudad puerto de Veracruz. ....	62



## Índice de figuras

Figura 1. Centro de Control de Tráfico Marítimo (CCTMVER) del Puerto de Veracruz. Imagen tomada de ASIPONA VERACRUZ ( <a href="https://www.puertodeveracruz.com.mx">https://www.puertodeveracruz.com.mx</a> ) .....	16
Figura 2. Movimiento de carga nacional diciembre(SEMAR, 2022). Elaboración propia.....	17
Figura 3. Mapa de tráfico marino: ícono verde buques de carga general, ícono rojo buques petroleros. Fuente: <a href="http://www.marinetraffic.com">www.marinetraffic.com</a> .....	19
Figura 4. Situación de salida en lastre de un buque granelero. (González López y Salamanca Giménez 2013).....	22
Figura 5. Disposición general de tanques para el almacenamiento de lastre (izquierda) y esquema general de tanques de lastre en buque portacontenedores (derecha; 1= Guías celulares, 2=tanques de lastre doble casco y 3=tanques de lastre doble fondo). Falta referencia .....	22
Figura 6. a. Sistema Ambiental Regional que comprende el área de estudio indicando el Centro de Control de Tráfico Marítimo del puerto de Veracruz (CCTMVER) y el Parque Marino Sistema Arrecifal Veracruzano (PMSAV) b. Arrecifes de la zona norte del PMSAV. c. Arrecifes de la zona sur del PMSAV. Elaboración propia.....	30
Figura 7.Formato para el registro de aguas de lastre (IMO 1997). .....	40
Figura 8. Aspectos operativos de la gestión del agua de lastre a bordo: descripción general de las opciones para el manejo de aguas de lastre conforme a las directrices D1 y D2 del Convenio sobre gestión del agua de lastre. Elaboración propia. ....	41
Figura 9. Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe vinculadas con el polígono del CCTMVER y PNSAV del. Fuente: SIGEIA (SEMARNAT, 2023).....	45
Figura 10. Estimación de vertimiento de aguas de lastre conforme al número de embarcaciones en el puerto de Veracruz durante el periodo comprendido entre el 2003 al 2021 .....	49
Figura 11. Porcentaje promedio de buques por tipo de carga en el puerto de Veracruz para el periodo comprendido entre el 2003 al 2021.....	51
Figura 12. Sistema ambiental regional, indicando la zona de tráfico marino y el polígono del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, potencialmente afectado por el vertimiento de guas de lastre. ....	55
Figura 13.Arrecifes de la zona norte del PNSAV, identificados como la Zona de riesgo potencial por el vertimiento de agua de lastre.....	56
Figura 14. Gasto en Protección Ambiental total del sector público, principales indicadores. (INEGI 2022) Elaboración propia. ....	60
Figura 15. Gasto en protección ambiental total a favor de la biodiversidad del Gobierno Federal. (INEGI 2022) Elaboración propia.....	60



## 1. Introducción

El principio de precaución se considera un principio emergente para tratar la incertidumbre científica dentro del derecho ambiental; este principio reconoce el valor de la naturaleza por su valor intrínseco (*indubio pro natura*) considerándola un derecho humano fundamental intergeneracional. Las condiciones mínimas que se deben cumplir para su implementación son: a) que exista una amenaza de daño, peligro o riesgo, b) que la actividad se desarrolle en una situación de incertidumbre científica y c) que se establezcan acciones para prevenir el daño o hacer prevalecer el bien común (De Cózar Escalante 2005; Rodríguez y Vargas Cháves 2017; Buitrago Dangond 2018).

El puerto de Veracruz, fundado en 1519, se habilitó como puerto de tráfico de altura, mixto, de cabotaje y pesca a partir de 1974 y debido a las demandas comerciales ha ampliado su delimitación y determinación pasando de 569.56 hectáreas, en 1994, (DOF, 1994) a 7, 722.87 hectáreas para el año 2014 (DOF, 2014). Por lo anterior, este puerto trasciende no solo por su importancia histórica, si no por el movimiento de carga que maneja, siendo que para diciembre del 2022 registró un total de 34, 262,585 toneladas, destacándose las cargas contenerizadas (32%) y agrícolas (21.6%) y posicionándose como el tercer puerto con mayor movimiento de carga a nivel nacional (SEMAR, 2022). Debido a su ubicación geográfica, el puerto de Veracruz colinda con el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, decretado como área natural protegida de carácter federal en 1992 y que actualmente cubre una superficie de 65,516-47-08.05 hectáreas y se conforma por 45 formaciones arrecifales, que se caracterizan por su capacidad de resistencia ante las variaciones de factores físicos, químicos y biológicos (SEMARNAT, 2017; DOF, 2012).

El comercio marítimo es una actividad económica imprescindible para el desarrollo y economía internacional ya que facilita y fomenta el intercambio de bienes entre las naciones transportando hasta el 80% de mercancías en volumen y representando al menos el 70% en valor se manejan en los puertos, por lo que representan la principal puerta de entrada y salida de mercancías a los mercados (Gerónimo Antonio y Ruíz Santiago, 2022). En términos ambientales, esta actividad representa un riesgo potencial asociado al vertimiento de aguas de lastre, que representan poco más del 30% del tonelaje de peso muerto de las embarcaciones y es necesaria para su estabilidad durante las maniobras de carga y descarga de mercancías (Quintero González et al 2017, González López y Salamanca Giménez 2013), ya que se considera un vector para la transferencia de hasta 86.3% de especies exóticas invasoras teniendo efectos negativos sobre las pesquerías, la economía y la salud pública (Okolodkov y García Escobar 2014). El comercio marítimo se encuentra regulado por la Organización Marítima Internacional (OMI) que estableció, mediante el Convenio Internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques, que entró en vigor a nivel mundial en 2017 (OMI, 2004), estableció las medidas generales para evitar las perturbaciones a los ecosistemas por el vertimiento de las aguas de lastre existe incertidumbre respecto a la eficacia de estas. Por ejemplo, se identificó que para el 2019 menos del 30% de la flota mercante cumplía con lo establecido en la norma que establece la obligatoriedad de contar con un sistema de tratamiento a bordo de las aguas de lastre, y se considera que no se ha minimizado el problema de vertimiento de las aguas de lastre en los puertos receptores (González López y Salamanca Giménez 2013).



Actualmente se desconoce cuál es el impacto de las aguas de lastre en México ni cuáles son las medidas que se requieren aplicar bajo el principio de precaución para la gestión de las aguas de lastre en la ciudad-puerto de Veracruz; siendo que se considera que los seis conceptos básicos enmarcados en el principio precautorio incluyen: 1) Anticipación preventiva, 2) Salvaguardia, 3) Proporcionalidad, 4) Deber de cuidado, 5) Promoción de la causa de derechos naturales intrínsecos y 6) Pago por la pasada deuda ecológica (Artigas, 2001).

En México entró en vigor el referido Convenio emitido por la OMI desde Septiembre del 2017 (DOF, 2017) se cuenta con políticas claras para su gestión. El principio de precaución se considera un principio emergente para tratar la incertidumbre científica dentro el derecho ambiental; este principio reconoce el valor de la naturaleza por su valor intrínseco (*indubio pro natura*) siendo un derecho humano fundamental intergeneracional. Las condiciones mínimas que se deben cumplir para su implementación son: a) que exista una amenaza de daño, peligro o riesgo, b) que la actividad se desarrolle en una situación de incertidumbre científica y c) que se establezcan acciones para prevenir el daño o hacer prevalecer el bien común (De Cózar Escalante 2005; Rodríguez y Vargas Cháves 2017; Buitrago Dangond 2018). Considerando el número de arribos anuales, su tamaño y que el 20% del peso total de los buques corresponde al agua de lastre, se estima que se descargan alrededor de 50 millones de m<sup>3</sup> en las costas mexicanas y que el puerto de Veracruz, por el número de buques que arriban, es uno de los siete puertos con mayor riesgo de presencia de especies exóticas invasoras asociadas al vertimiento de aguas de lastre (Okolodkov et al 2007 y Mendoza et al 2014). El objetivo de este trabajo considera necesario indicar las medidas precautorias necesarias, bajo el principio de precaución prevenga el daño por las especies exóticas invasoras en los sistemas ambientales (Okolodkov et al 2007).

Lo anterior resulta especialmente crítico al considerar la colindancia del Área Natural Protegida “Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano” conformado por 45 formaciones arrecifales los cuales se caracterizan por su capacidad de resistencia ante las variaciones de factores físicos, químicos y biológicos (SEMARNAT, 2017; DOF, 2012).

## **2. Antecedentes**

### **2.1 Principio de precaución**

Conceptualmente se encuentra vinculado a la Filosofía del Derecho, y fue propuesto por el filósofo Hans Jonas (1903-1993) quien extendió el concepto ético hacia la responsabilidad del ser humano hacia la naturaleza al cuestionar los riesgos del progreso técnico global y su utilización inadecuada. No obstante se considera que su percepción basada en el “riesgo cero” es inadecuada para las condiciones del mundo actual (De Siqueira 2001, Drnas de Clément 2021).

El principio de precaución en el derecho internacional ambiental se indicó en el principio 15 de la Declaración de Río sobre el medio ambiente y el Desarrollo, celebrada en 1992, en el que se declara: “Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades”, así mismo se hizo referencia de este en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992): “Observando también que cuando exista una



amenaza de reducción o pérdida sustancial de la diversidad biológica no debe alegarse la falta de pruebas científicas inequívocas como razón para aplazar las medidas encaminadas a evitar o reducir al mínimo esa amenaza” (Nava Escudero, 2009).

La implementación del principio de precaución se adoptó en los “Objetivos del Milenio” bajo el esquema de que todas las políticas y programas públicos deben reforzar en enfoque de derecho sostenible, considerando el derecho de precaución como una responsabilidad moral y política colectiva que permita tomar medidas puntuales en la gestión del riesgo (Muelle Molinares, 2012).

En el marco de la Corte Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) y a través de la Opinión Consultiva 23/2017 (OC 23/2017) se puntualizó que para respetar y garantizar los derechos a la vida e integridad personal los Estados deberían acatar cuatro obligaciones generales, entre los que se encuentra el principio de precaución (Revuelta Vaquero, 2022). En términos generales se identificó una tendencia general orientada hacia el “enverdecimiento” de las Cortes en Latinoamérica y una “ecologización” de los derechos humanos, siendo que dentro de este proceso las Cortes 1) migran hacia una visión ecocentrista, 2) hacen uso de los principios de derecho ambiental, destacándose los alcances del principio de precaución y prevención y 3) muestran flexibilidad para adaptarse a la materia ambiental; no obstante se reconocen limitantes en la aplicación de este derecho colectivo, relacionado con los servicios ambientales (Peña, 2020).

En México, la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN) reconoce el principio de precaución como uno de los tres principios emergentes que surge para tratar la incertidumbre en la toma de decisiones en materia ambiental, siendo reconocidas dos vertientes en torno a la incertidumbre científica: 1) en su versión débil, la incertidumbre científica no justifica la falta de acción o no hacer nada y 2) en su versión más fuerte, la incertidumbre científica si justifica la acción positiva para garantizar la salud humana al medio ambiente sano, garantizar al derecho. La implementación del principio de precaución se destaca en el Amparo en revisión en Revisión 307/2016, 14 de noviembre de 2018: Manglares en la Laguna del Carpintero y derecho a un medio ambiente sano (Tampico, Tamaulipas), en donde desde la dimensión objetiva del derecho humano a un medio ambiente sano se relaciona el interés legítimo en un amparo con la defensa de los servicios ambientales de un ecosistema, siendo reconocida la protección de la naturaleza por su valor intrínseco y reconocido el derecho de que las personas cuenten con una acción judicial para defender los servicios ambientales de un ecosistema, si se considera que están bajo algún riesgo. Se concluye que dentro del proceso judicial la implementación de este principio tiene las siguientes implicaciones: 1) la inversión de la carga de prueba, donde el agente contaminante que pueda causar el daño ambiental sea el que tenga que probar que esto no ocurrirá, y no la persona tratar de probar el riesgo, 2) los jueces oficiosamente deben allegarse de todos los elementos de información posible para comprender el riesgo ambiental de lo que está en juego y 3) las decisiones sobre actividades que puedan tener riesgos sobre el ambiente se tienen que tomar en base con la mejor información disponible, siendo este un estándar (Rabasa Salinas et al 2022).

La implementación del principio de precaución implica integrar al menos cuatro enfoques, el político, jurídico, científico y normativo (Muelle Molinares, 2012) a los cuales establecerán el marco de referencia a partir de los cuales debe actuar el Estado ante la incertidumbre para la toma de decisiones en materia ambiental, es decir, aun cuando se desconozca con certeza la relación causa-efecto, del daño que pueda ocasionar el desarrollo de alguna actividad sobre el medio



ambiente, basados el supuesto de que este puede ser irreversible e irreparable en el mediano y largo plazo para el sitio y población potencialmente afectada. Se considera que el principio es una herramienta práctica para mitigar o anticiparse a los daños que puedan suscitarse (Rodríguez y Vargas Cháves 2017; Buitrago Dangond 2018).

No obstante lo anterior, los lineamientos que deben considerarse para la aplicación del principio de precaución en la normativa ambiental son los siguientes (Nava Escudero 2009):

- 1) Es indispensable que se prevea la existencia de una situación de peligro de daño derivada de una actividad cualquiera.
- 2) Aunque es necesaria cierta base científica para que el peligro de daño sea evaluable, esto no quiere decir que se cuente con ella.
- 3) El elemento esencial de la idea de precaución, se refiere a las actividades que generan el peligro de daño potencial, al propio peligro de daño potencial o bien a los posibles daños que ocurran, siendo que en cualquiera de los tres casos pudiera existir incertidumbre científica.
- 4) El peligro de daño potencial debe ser grave o irreversible.
- 5) Se inserta la dimensión económica estableciendo que la adopción de medidas eficaces será en función de los costos que representen varían entre los Estados; el importe debe establecer un máximo que ayude a determinar un punto medio entre la aplicación precautoria (con los respectivos costos económico-ambientales de acción y abstención) y el tipo y grado de desarrollo de los Estados y las sociedades.
- 6) Se indica que quien realiza una actividad es el que tiene que probar que no causará daño.

## ***2.2 La Ciudad- Puerto de Veracruz y el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano***

El puerto de Veracruz se considera uno de los más importantes del país debido a las conexiones hacia el interior de la república. El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano se considera un área natural protegida de carácter federal. A continuación se indica la importancia y características generales de ambas áreas.

### ***2.2.1 Ciudad-Puerto de Veracruz***

El puerto de Veracruz, fundado en 1519, se destaca por ser uno de los más importantes del país, ya sea por su importancia histórica debido a su antigüedad o por el volumen de mercancías que ingresan debido a su ubicación estratégica. Se considera que la modernización del puerto de Veracruz abarca el periodo comprendido entre 1880 y el año 2000, momento en el que se delimitó debido a la necesidad de mejorar la urbanización de la ciudad, los intercambios mercantiles y el tamaño de los buques que transportaban pasajeros y mercancías (SCT, 2019).

El puerto de Veracruz se habilitó como puerto de tráfico de altura, mixto, de cabotaje y pesca a partir de 1974, el cual, debido a las demandas comerciales, ha ampliado su delimitación y determinación, siendo que en 1994 se acordó una superficie de 569.56 hectáreas (DOF, 1994) y para el año 2014 se acordó una superficie de 7, 722.87 hectáreas (DOF, 2014). Desde 1994 fue concesionado por el Gobierno Federal a la entonces Administración Portuaria Integral de Veracruz (APIVER), ahora denominada Administración del Sistema Portuario Nacional Veracruz, S.A. de



C.V. (ASIPONA Veracruz), empresa paraestatal de la Administración Pública Federal que se encargan de la planeación, desarrollo, uso, aprovechamiento y explotación del puerto en concesión.

La operación del puerto de Veracruz se lleva a cabo dentro del área de influencia para del Centro de Control de Tráfico Marítimo (CCTMVER) que regula de los buques que ingresan y salen del puerto de Veracruz se extiende sobre una superficie aproximada de 105,931 hectáreas, dentro de la cual se definen las zonas de separación de tráfico, carriles, áreas de precaución, área a evitar y área de fondeo para que se lleve a cabo la navegación segura, lo anterior mediante el sistema de balizamiento marítimo. Actualmente se considera el segundo puerto con mayor movimiento de carga nacional, siendo que para diciembre del 2022 registró un total de 34, 262,585 toneladas, destacándose el movimiento de cargas contenerizadas y agrícolas, posicionándose como el tercer puerto con mayor movimiento de carga (SEMAR, 2022)

Actualmente tiene conexiones ferroviarias y carreteras con centros logísticos a nivel nacional conectando y distribuyendo mercancías hacia el interior de la república (Puebla, Tlaxcala, Ciudad de México, Pachuca, Querétaro, Morelia, Guanajuato, San Luis Potosí y Monterrey) y hacia el medio oeste y sureste de Estados Unidos (ciudades de Houston, Dallas, Nueva Orleans, Kansas City, Jackson, Birmingham, Kansas y Springfield).

La operación del puerto de Veracruz se lleva a cabo dentro del área de influencia para del Centro de Control de Tráfico Marítimo (CCTMVER) que regula de los buques que ingresan y salen del puerto de Veracruz se extiende sobre una superficie aproximada de 105,931 hectáreas, dentro de la cual se definen las zonas de separación de tráfico, carriles, áreas de precaución, área a evitar y área de fondeo para que se lleve a cabo la navegación segura, lo anterior mediante el sistema de balizamiento marítimo a continuación se indican las coordenadas de la poligonal envolvente:

Tabla 1. Área de influencia del Centro de Control de Tráfico Marítimo del puerto de Veracruz.  
Fuente: ASIPONA (<https://www.puertodeveracruz.com.mx/wordpress/infraestructura/centro-de-control-de-trafico-maritimo/area-de-influencia/>)

Punto	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
(a)	19°15'6.42"N	96°11'0.00"O
(b)	19°19'0.00"N	96°11'0.00"O
(c)	19°19'0.00"N	95°46'36.00"O
(d)	19° 2'12.00"N	95°46'36.00"O
(e)	19° 2'12.00"N	95°58'6.00"O

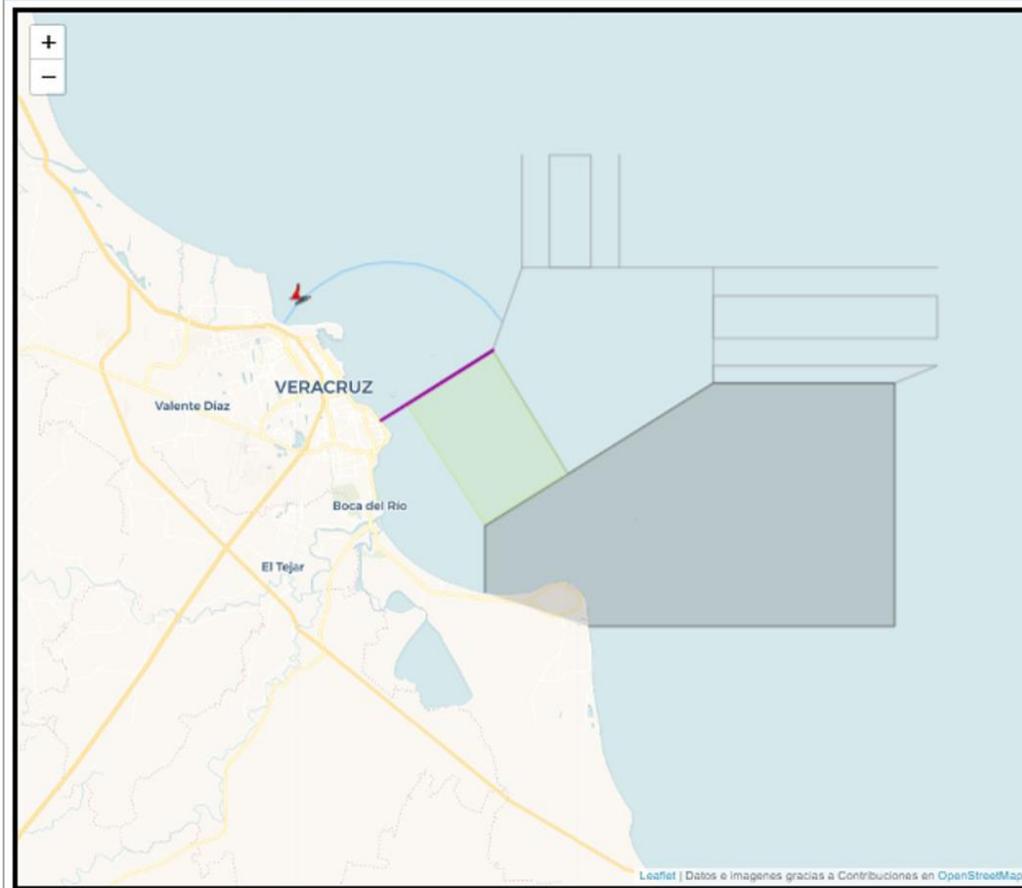


Figura 1. Centro de Control de Tráfico Marítimo (CCTMVER) del Puerto de Veracruz. Imagen tomada de ASIPONA VERACRUZ (<https://www.puertodeveracruz.com.mx>)

El puerto de Veracruz sobresale por su vocación múltiple y conexiones internacionales y cuentan con terminales especializadas en el manejo de contenedores (Tabla 2, Padilla y Sotelo 2010).

Tabla 2. Principales características del área de estudio. Fuente: Padilla y Sotelo (2010).

Región	Puerto	Especializaciones	Alcance Regional
Golfo de México	Veracruz, Veracruz	Comercial Petrolero Turístico Pesquero	Tiene Vocación comercial. Abarca la región central mexicana, la cuenca del Caribe y las costas atlánticas de América, Europa y África.

Actualmente se considera el segundo puerto con mayor movimiento de carga nacional, siendo que para diciembre del 2022 registró un total de 34, 262,585 toneladas, destacándose el movimiento

de cargas contenerizadas y agrícolas, posicionándose como el tercer puerto con mayor movimiento de carga (SEMAR, 2022) (Figura X).

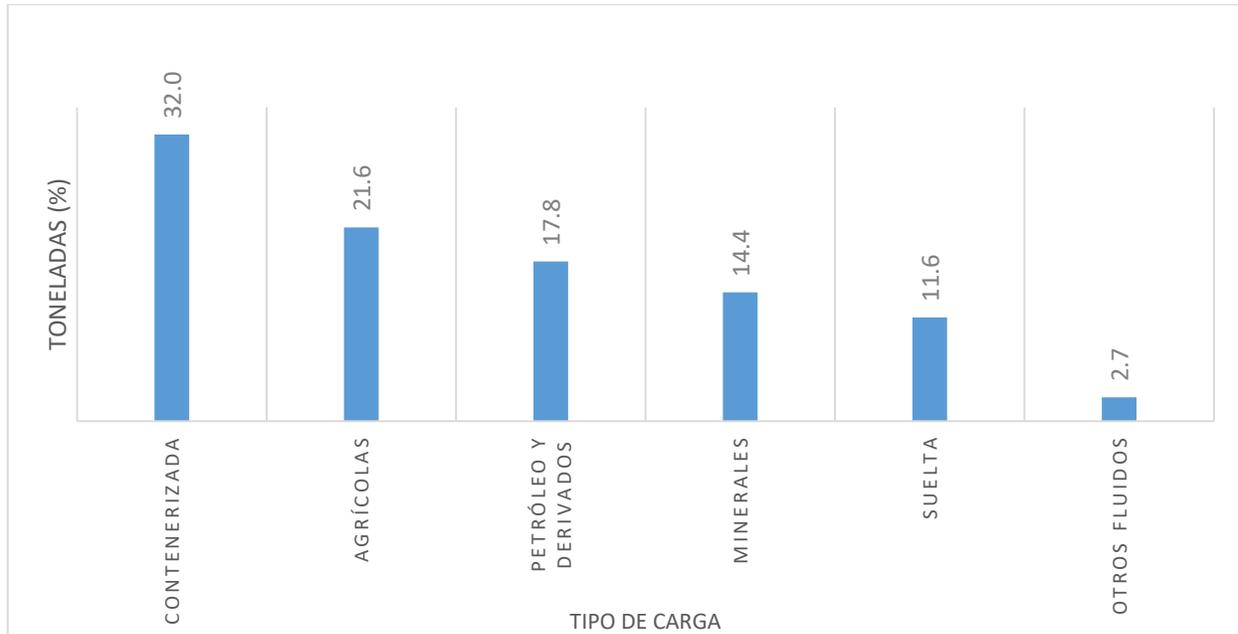


Figura 2. Movimiento de carga nacional diciembre(SEMAR, 2022). Elaboración propia.

### 2.2.2 Área Natural Protegida Federal: Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) se consideran extensiones terrestres o marinas protegidas legalmente y destinadas a la conservación y mantenimiento de linajes genéticos, poblaciones y especies, así como de la cobertura vegetal; así mismo se consideran sitios de protección de las especies que promueven el desarrollo sustentable de las comunidades inmersas en estas (Torres Orozco, et al 2015). El organismo responsable de la administración de estas áreas es la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), que actualmente registra un total de 203 ANP de carácter federal distribuidas en todo el territorio mexicano, que en suma representan 91, 608, 327.23 hectáreas (SEMARNAT, 2023)

De acuerdo a Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (artículo 44), las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son zonas del territorio nacional en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamientos aplicables. Entre los objetivos de las Áreas Naturales Protegidas se encuentra la preservación de las especies endémicas o bajo alguna categoría de riesgo, generar, rescatar y divulgar conocimientos que permitan la preservación y aprovechamiento sustentable, así como la preservación de ambientes naturales representativos del país y los ecosistemas más frágiles para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos.



Actualmente existen seis categorías de ANP, entre las que se encuentran los Parques Nacionales, los cuales tienen una categoría alta de protección debido a su importancia científica, educativa e histórica para las regiones, siendo de vital importancia para preservar los ecosistemas más frágiles y representativos del país, en los que se permite la realización de actividades relacionadas con la protección de sus recursos naturales, el incremento de su flora y fauna, preservación de los ecosistemas, investigación, turismo y educación ecológica (DOF, 2024). Actualmente en México se cuenta con 67 Parques Nacionales que cubren una superficie de 16, 218, 709 hectáreas (SEMARNAT, 2023).

El Parque Nacional “Sistema Arrecifal Veracruzano” (PNSAV), localizado frente a los municipios de Veracruz, Boca del río y Alvarado, entre las coordenadas geográficas extremas 19° 02' 24" y 19° 16' 00" de latitud norte y 95° 46' 19" y 96° 12' 01" de longitud oeste cuenta con una superficie de 65,516-47-08.05 hectáreas y se encuentra conformado por 45 formaciones arrecifales las cuales se caracterizan por su capacidad de resistencia ante las variaciones de factores físicos, químicos y biológicos (SEMARNAT, 2017; DOF, 2012). De acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materias de Áreas Naturales Protegidas, por ubicarse dentro de una zona marina mexicana, la administración de esta área natural protegida se coordina entre la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Secretaría de Marina (DOF, 2014). El Programa de Manejo de este parque estipula la zonificación, actividades permitidas y prohibidas, con la finalidad de ordenar el territorio para mantener la conservación y representatividad de sus ecosistemas, así como regular el uso actual y potencial para el aprovechamiento sustentable y restauración de la comunidad (SEMARNAT).

### **2.3 Transporte marítimo, tipos de buques y características**

México cuenta con más de 50 acuerdos de libre comercio en varios países, se considera la segunda economía más grande de América Latina y tiene la 15va. economía más grande del mundo; en 2020 ocupó el noveno puesto entre los mayores exportadores del mundo, siendo que las importaciones de valoraron en 368, 000 millones de dólares (\$ 7, 904,640 pesos mexicanos) teniendo como principales orígenes de las importaciones de México son Estados Unidos, China, Alemania, Corea del Sur y Malasia (Global Maritime Forum, 2022).

El transporte marítimo internacional abarca cerca del 80% de los intercambios comerciales y se ha consolidado como uno de los más usados para la movilización de mercancías (Quintero González *et al* 2017) (Figura 3), ícono verde buques de carga general, ícono rojo buques petroleros, [www.marinetraffic.com](http://www.marinetraffic.com).



Figura 3. Mapa de tráfico marino: ícono verde buques de carga general, ícono rojo buques petroleros. Fuente: [www.marinetraffic.com](http://www.marinetraffic.com)

Entre las características principales del transporte marítimo internacional se indican las siguientes (Quintero González *et al* 2017):

- **Carácter internacional:** es el único medio económico para transportar grandes volúmenes de mercancías entre puntos distantes geográficamente.
- **Flexibilidad:** dado que es posible emplear buques desde pequeños tamaños hasta muy grandes para transportar todo tipo de mercancía.
- **Competencia:** la mayor parte del tráfico marino internacional se realiza en régimen libre de competencia según las leyes del mercado de flete.
- **Es relativamente seguro** (aumentado por los contenedores).
- **Está en permanente evolución.** Buques, puertos, instalaciones portuarias.

Los buques se pueden clasificar conforme al tipo de carga, mercancías o productos, que transporten. La capacidad de transporte del buque se indica como peso muerto, en el que se integra el peso de la carga, combustible, agua víveres, lubricantes, efectos de consumo y tripulación Tabla 3 (Quintero González *et al* 2017 y SCT Ensenada sf).

Tabla 3. Características generales de los buques. Quintero González et al 2017 y SCT Ensenada sf).

Tipo de buque	Características generales	Tipo de carga	Eslora (metros)	Tonelaje Peso Muerto
Carga general (buques multipropósitos / cargueros)	Tienen grúas propias con las que realizan las operaciones de carga y descarga	Carga no consolidada, productos a granel o productos líquidos	52 a 286	700 a 150, 000
Granelero / Mineraleros (Bulk carriers / ore carrier)	Tiene baja velocidad de desplazamiento Posee una única cubierta con varias escotillas y correderas a uno o ambos lados.	Cereales, minerales.	43 a 375	500 a 400, 000
Porta contenedores	Alcanza una velocidad hasta de 25 nudos (46.3 km/h); tiene un alto grado de automatización	Contenedores estandarizados	250 m (Panamax) hasta 400 m de eslora (Post New Panamax)	3, 000 a más de 70, 000
Tanque	Medidas de seguridad altas acorde al tipo de carga.	Cargas líquidas (petróleo, químicos, gas o metano)	43 a 415	500 a 500, 000
Ro-Ro (Roll on-Roll off)	Posee un portón que opera como rampa por donde suben y bajan los vehículos	Mercancías con ruedas (vehículos automotores, camiones, maquinarias, etc.	121 a 287	5, 000 a 50, 000

El cálculo del peso muerto se determina de la siguiente manera:

$$\text{Peso muerto} = \text{Desplazamiento en carga} - \text{Desplazamiento en lastre}$$

Donde:



**Desplazamiento en carga:** Valor cuando el buque está listo para navegar con la máxima carga que puede transportar.

**Desplazamiento en lastre:** Es el de la nave lista para navegar; incluye combustible, agua, lastre, etc., pero sin carga.

En cuanto a la estabilidad de los buques las operaciones con pesos (carga, descarga y traslado de pesos), modifican la posición del centro de gravedad afectando el centro de gravedad en dirección al peso, en sentido contrario o paralelamente a la dirección de traslado (Palos Forcano 2014).

De acuerdo con el Informe sobre transporte marítimo de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre comercio y desarrollo (Naciones Unidas 2021), los buques graneleros y petroleros representaron la mayor flota para el 2021, mientras que la de buques en carga general representaron la menor (Tabla 4) Naciones Unidas 2021.

Tabla 4. Flota mundial por principales tipos de buques. Naciones Unidas 2021.

Principales tipos	Flota mundial por principales tipos de buque, 2020-2021			
	2020		2021	
	TPM	Porcentaje	TPM	Porcentaje
Graneleros	879,725	42.47	913,032	42.77
Petroleros	601,342	29.03	619,148	29.00
Portacontenedores	274,973	13.27	281,784	13.20
Buques de carga en general	76,893	3.71	76,754	3.60
Otros:				
Buques gaseros	73,685	3.56	77,455	3.63
Buque tanque quimiqueros	47,480	2.29	48,858	2.29
Buques de suministro mar adentro	84,049	4.06	84,094	3.94
Transbordadores y buques de pasaje	7,992	0.39	8,109	0.38
Otros / n.d.	25,500	1.23	25,407	1.19
<b>Total mundial</b>	<b>2,071,639</b>	<b>100</b>	<b>2,134,641</b>	<b>100</b>

#### 2.4 Definición e impacto de las aguas de lastre

El agua de lastre se define como el peso adicional a bordo que se añade a las embarcaciones para que puedan operar con eficacia y estabilidad durante el manejo de cargas. Cuando el buque está libre de carga se llena de lastre, cuando se carga se descarga el agua de lastre; es

almacenada en el doble fondo el diseño y disposición de estos tanques es variable y depende del tipo de buque (González López y Salamanca Giménez, 2013) (Figuras 4 y 5). Se estima que se transfieren alrededor de 3 a 5 millones de toneladas de aguas de lastre anuales a nivel mundial (FMAM-PNUD-OMI 2009).

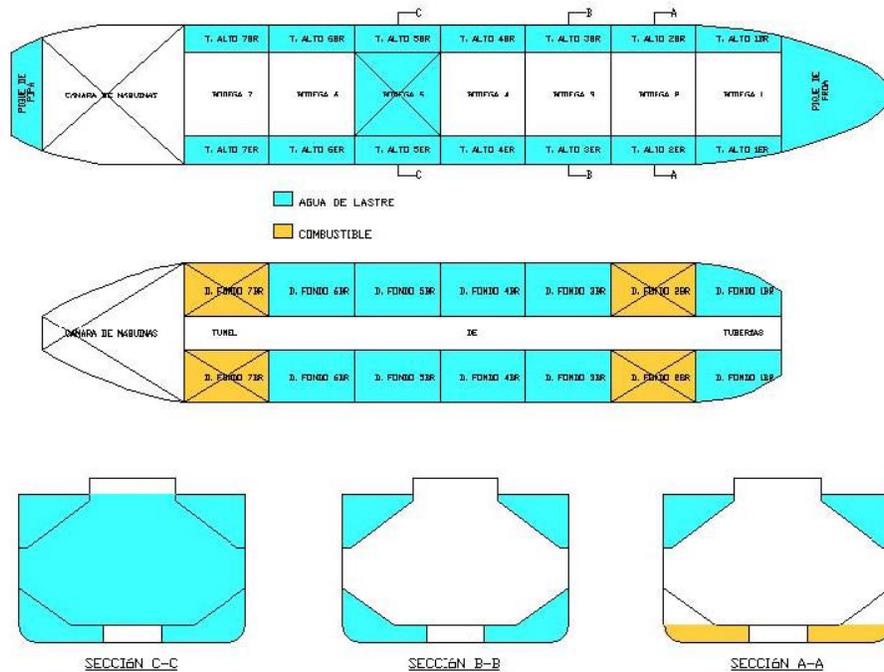


Figura 4. Situación de salida en lastre de un buque granelero. (González López y Salamanca Giménez 2013).

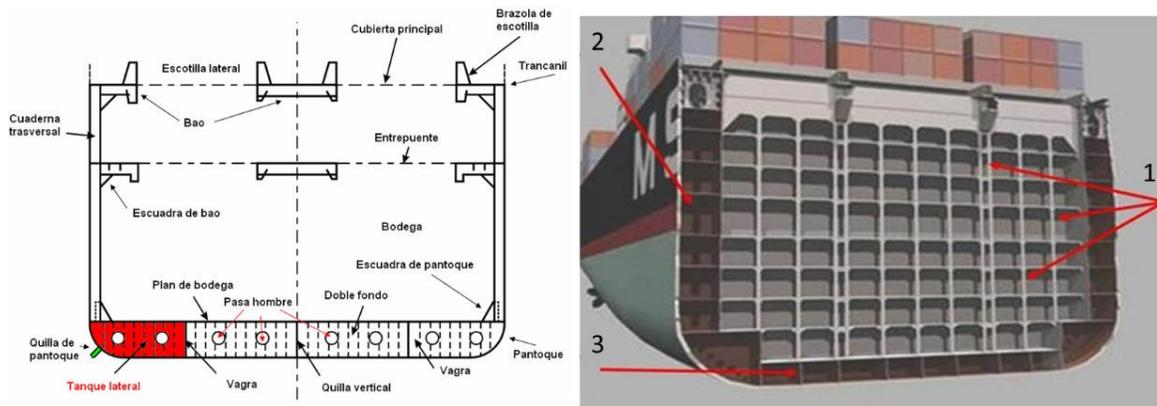


Figura 5. Disposición general de tanques para el almacenamiento de lastre (izquierda) y esquema general de tanques de lastre en buque portacontenedores (derecha; 1= Guías celulares, 2=tanques de lastre doble casco y 3=tanques de lastre doble fondo). Falta referencia

El volumen de agua de lastre transportada por las embarcaciones es variable y está determinada por las dimensiones del buque así como las necesidades para la operación segura, tanto de la carga como de la tripulación (Tabla 5, González López y Salamanca Giménez, 2013).

Tabla 5. Cantidades de aguas de lastre transportadas en los principales tipos de buques. (Modificado de González López y Salamanca Giménez 2013).

Tipo de buque	Tonelaje Peso Muerto (TPM)	Agua de lastre (toneladas)		% que representa el agua de lastre ligero del TPM
		Lastre ligero	Lastre mal tiempo	
Carga general	17,000	6,000	Variable	35
	8,000	3,000	Variable	38
Granelero	250,000	75,000	125,000	30
	150,000	45,000	67,000	30
	70,000	25,000	40,000	36
Portacontenedores	35,000	10,000	17,000	29
	40,000	12,000	15,000	30
	15,000	5,000	Variable	33
Petrolero	250,000	100,000	120,000	40
	100,000	40,000	45,000	40
	80,000	30,000	34,000	38
	40,000	12,000	15,000	30
Ro-Ro	3,000	1,000	Variable	33

Se considera que México al tener 47 puertos en el Pacífico y 43 en el Golfo de México y el Caribe, tiene el riesgo potencial de presentar especies invasoras, ya que el 71 % de estos tienen tráfico marino internacional (Mendoza *et al* 2014). Considerando el número de arribos anuales, su tamaño y que el 20% del peso total de los buques correspondería a agua de lastre, se estima que se descargan alrededor de 50 millones de m<sup>3</sup> en las costas mexicanas (Okolodkov *et al* 2007). De acuerdo al número de buques que arriban a los puertos mexicanos, se considera que el mayor riesgo se concentra en siete puertos (Mendoza *et al* 2014):

- Golfo de México: Tampico, Veracruz, Coatzacoalcos y Progreso
- Pacífico: Ensenada, Lázaro Cárdenas y Manzanillo



En México se considera que el principal vector para la introducción de especies invasoras ha sido la acuicultura (36.2%), el agua de lastre (32.6 %) y incrustaciones en cascos (25%) (Okolodkov et al 2007). Hasta el 2014 se indicó un listado confirmado de especies introducidas, entre las que se encuentran algas marinas (7 taxas), invertebrados (17 taxas), artrópodos (18 taxas) y vertebrados (3 taxas) (Mendoza et al 2014).

## 2.4.1 Especies invasoras transportadas a través del agua de lastre

La transferencia de especies invasoras se puede presentar a través de diferentes vectores y vías de transporte, que van desde el transporte marítimo, hasta las liberaciones accidentales por las actividades antropogénicas (FMAM-PNUD-OMI 2009 y Okolodkov y García Escobar 2014).

1. Tanques de lastre de tanques de buques, liberación de plancton y necton.
2. Expansión del rango de distribución de los organismos a través del sistema de canales de navegación
3. En la cimentación en pequeñas embarcaciones y para marinas desde el mar y transporte terrestre de embarcaciones, liberación de organismos sésiles y de vida libre.
4. Organismos liberaciones de acuarios o de estanques de agua fría (invertebrados, peces, algas y pastos marinos).
5. Liberación de organismos destinados a ser alimento vivo
6. Organismos marinos usados para la investigación (invertebrados, peces, microalgas, macroalgas y pastos marinos) liberados accidentales o intencionalmente.
7. Organismos liberados por los pescadores o transportados por los equipos (redes, objetos de plástico).
8. Organismos de pesca, acuicultura y maricultura.
9. Descargas de desechos después del procesamiento
10. Movimientos asociados con artes de pesca o descartes

Se considera que cerca del 86.3% de las especies exóticas invasivas son transferidas por medio del agua de lastre y en los cascos de los buques ya que ésta puede contener microorganismos perjudiciales que se transfieren junto con el agua de mar y que pueden tener un impacto significativo en los ecosistemas acuáticos, principalmente en las cadenas alimenticias, teniendo efectos negativos sobre las pesquerías, la economía (Okolodkov y García Escobar 2014).

El primer estudio mundial sobre la transferencia de las especies exóticas vertidas en el agua de lastre se llevó a cabo por Carlton en 1985, siendo este estudio el precursor para que se evidenciaran las implicaciones de las aguas de lastre. Los organismos que pueden transferirse en el agua de lastre incluyen zooplancton, fitoplancton, bacterias, pequeños invertebrados y huevos de peces (FMAM-PNUD-OMI 2009).

El impacto de las especies invasoras involucra los hábitats afectados, considerándose un impacto transfronterizo que afecta la salud humana, acuicultura, pesquerías, transporte, economía y política (Okolodkov y García Escobar 2014 y Apín-Campos y Torres Pérez 2016). Los principales



impactos de las aguas de lastre son (Apín Campos y Torres Pérez, 2016 y FMAM-PNUD-OMI 2009):

- **Impacto ambiental:** incluye pérdida de la biodiversidad endémica debido a la depredación y competencia con especies endémicas, disminución de hábitat para las especies endémicas, asfixia y sobrecrecimiento, parásitos, enfermedades, fitoplancton tóxico, incremento de floraciones algales nocivas (FAN). Cambios en el ciclo de nutrientes y disminución de la calidad del agua, alteración de las redes tróficas.
- **Impacto en la salud y bienestar humano:** disminución de lugares de recreación, incremento o presencia de enfermedades por la introducción de patógenos y especies tóxicas. Por ejemplo, se indica que *Vibrio cholera* puede mutar y viajar en las aguas de lastre durante largos periodos.
- **Impactos económicos:** reducción de los volúmenes de pesquerías por la competencia, depredación y/o desplazamiento de las especies de interés comercial, afectaciones en la acuicultura debido a la introducción de floraciones algales nocivas (FAN), maricultura y artes de pesca, alterar el flujo de turismo debido los cambios en el paisaje (estado físico de las playas y olores intensos por la proliferación de algas), daños a la infraestructura costera, instalaciones y la industria, especialmente por las especies incrustantes. Costos de investigación, desarrollo, monitoreo, educación, comunicación, regulación, gestión, mitigación y control de los impactos producidos por las especies invasoras.
- **Impacto cultural:** abandono de medios de vida y de valores tradicionales (actividades de pesca artesanal o servicios de turismo).

## 2.4.2 Impacto de las aguas de lastre en México

Se considera que México al tener 47 puertos en el Pacífico y 43 en el Golfo de México y el Caribe, tiene el riesgo potencial de presentar especies invasoras, ya que el 71 % de estos tienen tráfico marino internacional (Mendoza et al 2014). Considerando el número de arribos anuales, su tamaño y que el 20% del peso total de los buques correspondería a agua de lastre, se estima que se descargan alrededor de 50 millones de m<sup>3</sup> en las costas mexicanas (Okolodkov et al 2007). De acuerdo al número de buques que arriban a los puertos mexicanos, se considera que el mayor riesgo se concentra en siete puertos (Mendoza et al 2014):

- Golfo de México: Tampico, Veracruz, Coatzacoalcos y Progreso
- Pacífico: Ensenada, Lázaro Cárdenas y Manzanillo

En México se considera que el principal vector para la introducción de especies invasoras ha sido la acuicultura (36.2%), el agua de lastre (32.6 %) y incrustaciones en cascos (25%) (Okolodkov et al 2007). Hasta el 2014 se indicó un listado confirmado de especies introducidas, entre las que se encuentran algas marinas (7 taxas), invertebrados (17 taxas), artrópodos (18 taxas) y vertebrados (3 taxas) (Mendoza et al 2014).

De manera puntual, para el caso de los corales escleractinios, en 2020 se registró la presencia de *Durusdinium trenchii* (alga zooxantela) en colonias de la especie de coral *Orbicella faveolata* en el Caribe y se estima que, por la distribución natural de *O. faveolata*, podrían estar en riesgo los arrecifes de del Golfo de México y mar caribe. Se ha identificado que este dinoflagelado representa dificultades para distinguir entre las poblaciones nativas y las no nativas (invasoras), así mismo su exposición a los vectores a través de las aguas de lastre del transporte marítimo la perfilan como preocupante para los ecosistemas marinos, máxime si se consideran los cambios ambientales asociados al cambio global de la temperatura superficial del mar y la acidificación de los océanos (Forsman y Wham, 2005).

### 2.4.3 Factores de riesgo asociados al desarrollo de especies invasoras

Las especie invasoras dependen de varias condiciones para que se puedan establecer con éxito en los nuevos sitios entre las que destacan las complejas interacciones bióticas de las comunidades nativas; si las especies invasoras logran alcanzar grandes abundancias tienen el potencial de desplazar a las especies nativas y cambiar la estructura de la comunidad, disminuir su biodiversidad y causar pérdidas económicas sustanciales (Alidoost Salimi et al 2021). Por lo anterior, se reconoce que existen etapas dentro del proceso de invasión biológica, desde su traslado del sitio de origen hasta su establecimiento y expansión en la nueva localidad; el éxito de este proceso, particularmente en las aguas de lastre, depende de una serie de factores, como son el la presión del propágulo y el ajuste climático, así como las coincidencias ambientales, biota y dinámicas de inoculación (Baro-Narbona y Stotz 2018). De manera general se considera que existen al menos seis factores de riesgo asociados al establecimiento de especies invasoras provenientes de la descarga de aguas de lastre (Tabla 6, Baro-Narbona y Stotz 2018 y FMAM-PNUD-OMI 2009).

Tabla 6. Factores de riesgo de especies invasoras asociadas a la descarga de aguas de lastre. Baro-Narbona y Stotz 2018 y FMAM-PNUD-OMI 2009.\* Factores que inciden en la descarga de especies invasoras.

Factor	Descripción
Volumen y la *frecuencia de las descargas de agua de lastre	Inciden en la presión de propágulos o esfuerzo de introducción. Para estimar el número de individuos no nativos liberados en una región se considera: Tamaño de propágulo: número total (abundancia) de individuos en cada invasión Número de propágulos: número o frecuencia de eventos de liberación desde el mismo origen. Para estimar el impacto del agua de lastre se considera: Tamaño de propágulo: volumen de descarga

Factor	Descripción
	Número de propágulo: frecuencia de descarga o de inoculación desde un mismo puerto donador.
*Similitud ambiental entre los puertos de origen (puerto donante) y los puertos de destino	Mientras mayor sea la similitud ambiental entre el puerto donador y el receptor, mayor será la probabilidad de éxito (sobrevivencia y establecimiento) de las especies invasoras. Los ambientes con estrés antrópico son más susceptibles de ser colonizados por especies invasoras.  Los factores favorables para la sobrevivencia de las especies dentro de los tanques de lastre serían:  Límites superior e inferior de la temperatura Tolerancia a la salinidad Temperatura ambiental favorable para la etapa reproductiva
Tamaño o capacidad del tanque de lastre	Entre menor sea el tanque menor será el riesgo de bioinvasión de especies, ya que en los tanques más grandes las tasas de disminución de oxígeno y la calidad del agua son más lentas.
Duración del viaje del buque	Influye en la sobrevivencia de los organismos, ya que se ven afectados por la ausencia de luz y disminución de calidad del agua, especialmente por los bajos niveles de oxígeno y pH que se generan por la respiración biológica y la oxidación de hierro. Se ha registrado que los periodos de viaje mayores a cinco días disminuyen la densidad planctónica, mientras que en un periodo de 20 días las especies en estado planctónico mueren.
Degradación del medio ambiente receptor	Los ambientes degradados favorecen la sobrevivencia de especies oportunistas, ya que su rango de tolerancia a “malas condiciones es mayor. Entre los factores asociados al desarrollo de especies oportunistas tenemos la eutrofización, pesca excesiva, urbanización, etc.

## 2.5 Sistema Ambiental Regional (SAR)

Conceptualmente el SAR es referido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (artículo 13 fracciones IV, V y VI), entendiéndose como una unidad geográfica en la que identifican los componentes bióticos y abióticos, los impactos ambientales y sus respectivas estrategias para la prevención y mitigación de estos (DOF, 2014). En congruencia con esto, en la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional de la SEMARNAT indica el SAR se puede delimitar regionalmente considerando la cuenca hidrográfica, unidad de gestión ambiental, zona de atención prioritaria, entre otras. Su mayor utilidad es la de comparar alternativas reales



en el contexto del territorio, dándole a la gestión de un proyecto, o conjunto de proyectos dentro de un plan o programa, un enfoque hacia el desarrollo sustentable (SEMARNAT, 2019).

## **2.6 Medidas precautorias**

Las medidas precautorias se consideran herramientas utilizadas en litigios que buscan facilitar el cumplimiento o ejecución de la sentencias (González de Cossío, sf). Se considera que el principio de precaución regula la manera en la que se debe de actuar cuando no existe certeza científica sobre las afectaciones por “peligro” o daño irreversible hacia el medio ambiente y hacia el ser humano; este principio limita al Estado a través de las autoridades a otorgar permisos o autorizaciones de obras o proyectos y ha acentuado su aplicación en el ámbito ambiental, salud y biotecnológico (Silva Hernández, 2019).

Las medidas que se deben adoptar bajo el enfoque de este principio están orientadas a impedir la degradación del daño y serán eficaces en función del costo (Silva Hernández, 2019). El planteamiento de estas debe apegarse al cumplimiento de los siguientes criterios (González de Cossío, sf):

- **Requisitos:** Apegarse a un sentido de urgencia por tratarse de circunstancias que amenazan con causar daño irreparable de bienes especiales o únicos en su especie, que no sea posible resarcir mediante una indemnización monetaria.
- **Objetivos:** en general estas medidas tienen como propósito conservar el *status quo* . evitar la pérdida o daño de algo, facilitar la sustanciación de un procedimiento arbitral, tomar y/o preservar pruebas, entre otros.
- **Riesgos:** se considera que se pueden materializar dos tipos de riesgos al implementarlas, prejuzgar el fondo de controversia y que la medida se solicite por una parte para hostigar al contrario.

Existen diversos conceptos estándares que se aplican para establecer una medida precautoria, como “daño serio”, “daño grave”, “daño irreparable”, siendo que su interpretación puede ser más aparente que real ya que no se establece una diferencia exacta entre estos en términos de discernimiento legal. Las aproximaciones para su establecimiento se enfocan en la remediación “económica”, o mediante balance de intereses o de conveniencia, otorgando la implementación de las medidas si sus costos son inferiores a sus beneficios (González de Cossío, sf).



### 3. Objetivos

#### 3.1 General

Establecer bajo el principio de precaución las medidas precautorias para las aguas de lastre en la ciudad-puerto de Veracruz.

#### 3.2 Particulares

1. Analizar los ordenamientos jurídicos ambientales (políticas, leyes y normas) aplicables a las aguas de lastre en la ciudad-puerto de Veracruz.
2. Estimar el riesgo potencial, a partir de los volúmenes probables de vertimiento de las aguas de lastre en la ciudad-puerto de Veracruz.
3. Establecer las medidas precautorias para la ciudad-puerto de Veracruz, fundamentadas en el análisis de los ordenamientos jurídicos ambientales y el riesgo potencial de las aguas de lastre.

### 4. Materiales y métodos

#### 4.1 Área de estudio

El puerto de Veracruz, considerado de altura y comercial, se localiza en el Golfo de México, en el municipio de Veracruz, Ver., en el centroide 19°12'9.48" Latitud Norte y 96° 8'17.70" Longitud Oeste (SCT 2020); pertenece al Sistema Portuario Nacional y es de competencia Federal sectorizados por la Secretaría de Marina bajo la denominación de Administración del Sistema Portuario Nacional (ASIPONA) (DOF 2021). Cuenta con un área de influencia del Centro de Control de Tráfico Marítimo (CCTMVER) del Puerto de Veracruz (ASIPONA, 2022) y el Parque Nacional "Sistema Arrecifal Veracruzano" (PNSAV) (SEMARNAT, 2017). El área de control de tráfico marítimo ejercido por el CCTMVER, incluye las zonas de separación de tráfico, carriles, áreas de precaución, área a evitar y área de fondeo Esta área de influencia está delimitada por las siguientes posiciones geográficas:

- a) 19°15'.10 N 096°11'.00 W (costa)
- b) 19°19'.00 N 096°11'.00 W
- c) 19°19'.00 N 095°46'.60 W
- d) 19°02'.20 N 095°46'.60 W
- e) 19°02'.20 N 095°58'.10 W (costa)

Las características hidrográficas del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano obedecen a la combinación de fenómenos meteorológicos (frentes fríos), descargas de ríos (Avendaño-Álvarez et al 2017) y la colisión de la Corriente de Lazo con la pendiente continental (Monreal-Gómez et al 2004). A escala costera se considera que cuenta con una batimetría compleja propiciada por la influencia local de los vientos sobre los arrecifes y las islas (Figura 6).

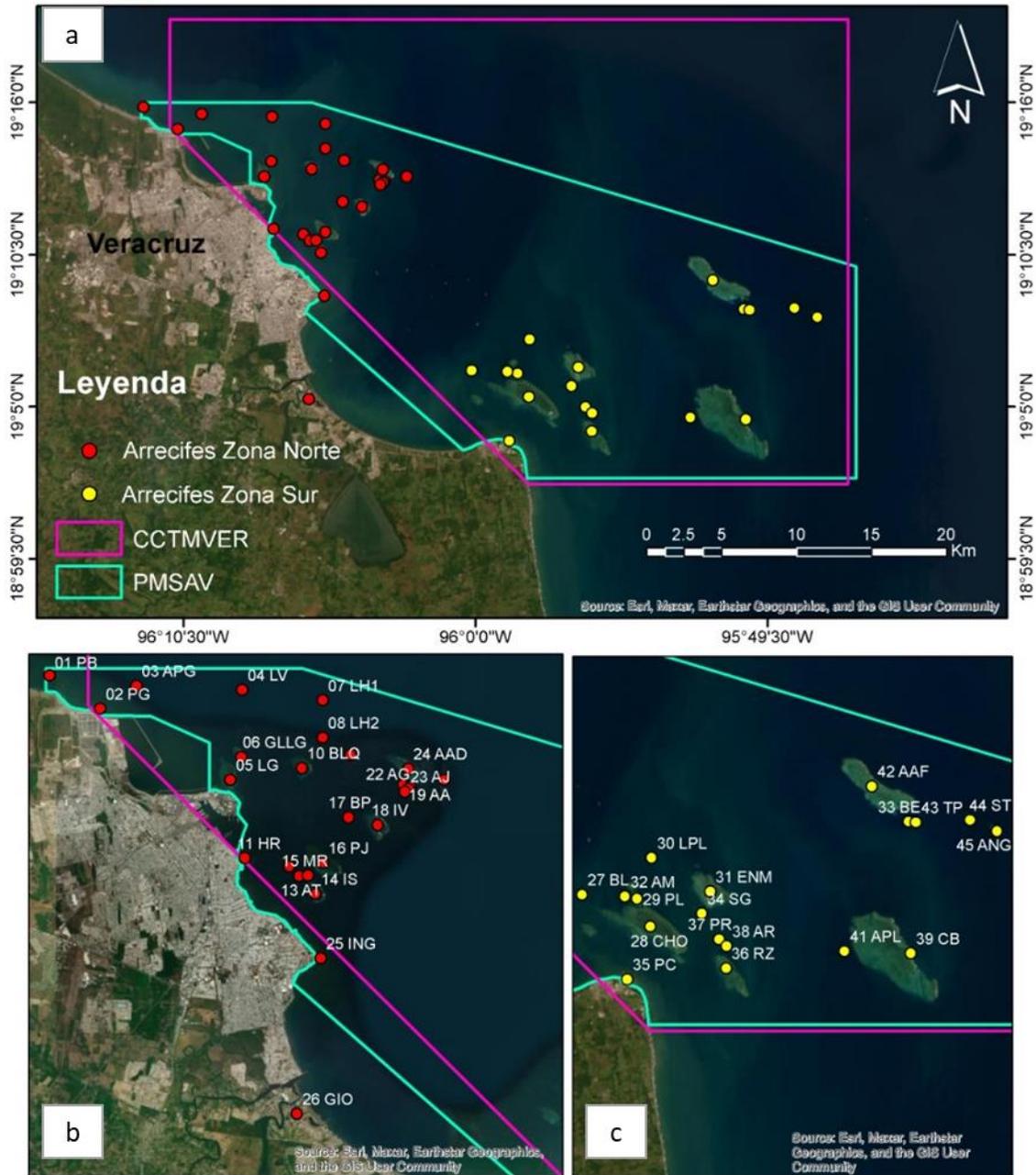


Figura 6. a. Sistema Ambiental Regional que comprende el área de estudio indicando el Centro de Control de Tráfico Marítimo del puerto de Veracruz (CCTMVER) y el Parque Marino Sistema Arrecifal Veracruzano (PMSAV) b. Arrecifes de la zona norte del PMSAV. c. Arrecifes de la zona sur del PMSAV. Elaboración propia.



#### ***4.2 Análisis de los ordenamientos jurídicos ambientales (políticas, leyes y normas) aplicables a las aguas de lastre en la ciudad-puerto de Veracruz***

La implementación del principio de precaución requiere integrar al menos cuatro enfoques en torno al tema que se requiera analizar, el político, jurídico, científico y el normativo (Muelle Molinares, 2012) a partir del cual se identificó la incertidumbre existente de la presencia de especies exóticas invasoras en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, producto del potencial vertimiento de aguas de lastre de las embarcaciones.

Se analizaron los ordenamientos jurídicos ambientales, es decir las políticas, leyes y normas vinculantes al manejo de las aguas de lastre en la ciudad puerto de Veracruz. Como primer paso se estableció la delimitación el área de estudio, considerando los alcances y responsabilidades del sector portuario acordes a la legislación vigente, así como los ordenamientos jurídicos ambientales declarados para el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano; lo anterior nos permitió tener un panorama general de la compatibilidad de estos así como la hoja de ruta para plantear las medidas precautorias.

La revisión bibliográfica de la legislación vigente se realizó a partir de la información publicada en las páginas oficiales de la Cámara de Diputados en la que se identificaron los instrumentos aplicables en materia jurisdicción marítima, comercio marítimo, regulación de actividades portuarias así como en materia de medio ambiente. Los instrumentos de regulación aplicables al puerto de Veracruz se consultaron en la página oficial de ASIPONA Veracruz en la que se identificó el área de influencia para las actividades portuaria y los documentos aplicados a la regulación de los buques vinculado a la contaminación marina y manejo de aguas de lastre. En cuanto al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), se realizó una búsqueda en las plataformas asociadas a los ordenamientos territoriales del territorio así como al Programa de Manejo del PNSAV.

El análisis de la información se realizó bajo el enfoque de la economía ecológica, bajo el cual se considera la sustentabilidad desde una perspectiva holística integrando la perspectiva del principio precautorio, integrando las políticas ambientales y priorizando el interés público sobre el privado (Fuente Carrasco, 2008).

#### ***4.3 Estimar el riesgo potencial a partir de los volúmenes probables de vertimiento de las aguas de lastre en la ciudad-puerto de Veracruz.***

Para estimar los volúmenes probables de agua de lastre que podrían estar vertiéndose en el área de estudio serán revisados datos estadísticos del movimiento de carga del puerto de Veracruz publicados en la página oficial de ASIPONA Veracruz: <https://www.puertodeveracruz.com.mx/wordpress/estadisticas-2/resumen-historico/>, correspondientes al periodo comprendido entre 2003 al 2021. La información que será recabada será el número total de buques por tipo de carga (González López y Salamanca Giménez 2013). siendo identificado:

- el número total de buques atracados,



- tipo de buque

La información será verificada y/o complementada con la que se proporciona en la sección de Información del buque del portal [www.marinetraffic.com](http://www.marinetraffic.com), el cual es un recurso actualizado en tiempo real del tráfico marino mundial.

Tabla 7. Páginas de referencia de ASIPONA para acceder a los datos históricos de atraque de buques.

<b>Puerto</b>	<b>Acceso a datos histórico de buques atracados</b>
ASIPONA	<a href="https://www.puertodeveracruz.com.mx/wordpress/tramites-y-servicios/historico-de-buques/">https://www.puertodeveracruz.com.mx/wordpress/tramites-y-servicios/historico-de-buques/</a>
Veracruz	<a href="https://www.puertodeveracruz.com.mx/wordpress/tramites-y-servicios/historico-de-buques/">https://www.puertodeveracruz.com.mx/wordpress/tramites-y-servicios/historico-de-buques/</a>

En función del Tonelaje Peso Muerto que se registre será estimado el porcentaje promedio de toneladas de lastre que representan las aguas de lastre en los buques, conforme a la propuesta modificada de que indica las toneladas de agua de lastre ligero para los buques de carga general, granelero, portacontenedores, petrolero y ro-ro (Tabla 8, González López y Salamanca Giménez 2013).

Tabla 8. Cantidades de lastre típicas transportadas en los buques. Modificado de González López y Salamanca Giménez 2013.

<b>Tipo de buque</b>	<b>Tonelaje Peso Muerto (TPM)</b>	<b>Agua de lastre (toneladas)</b>		<b>% que representa el agua de lastre ligero del TPM</b>
		<b>Lastre ligero</b>	<b>Lastre mal tiempo</b>	
Carga general	17,000	6,000	Variable	35
	8,000	3,000	Variable	38
Granelero	250,000	75,000	125,000	30
	150,000	45,000	67,000	30
	70,000	25,000	40,000	36
	35,000	10,000	17,000	29
Portacontenedores	40,000	12,000	15,000	30
	15,000	5,000	Variable	33
Petrolero	250,000	100,000	120,000	40

Tipo de buque	Tonelaje Peso Muerto (TPM)	Agua de lastre (toneladas)		% que representa el agua de lastre ligero del TPM
		Lastre ligero	Lastre mal tiempo	
	100,000	40,000	45,000	40
	80,000	30,000	34,000	38
	40,000	12,000	15,000	30
Ro-Ro	3,000	1,000	Variable	33

Por otro lado, se estimará la descarga promedio de aguas de lastre requerido por las embarcaciones para controlar su estabilidad, tomando en consideración la tasa máxima de bombeo por hora, es decir, 2, 000 m<sup>3</sup>/h.

Tabla 9. Tipos de embarcaciones, necesidades de lastre y tasas de bombeo. Modificado de Academia Nacional de Ciencias 1996.

Necesidades de lastre	Tipo de embarcaciones	Tasas de bombeo típico (m <sup>3</sup> /h)
Lastre necesario en casi todas las condiciones de carga para controlar la estabilidad, el asiento y la escora.	Barcos contenedores	1,000-2,000
	Embarcaciones de carga general	1,000-2,000
	Embarcaciones para transporte de autos o camiones (Roll on-Roll off)	1,000-2,000

Para estimar el volumen aproximado de agua de lastre bombeada por día de operación de un buque atracado en el puerto, se tomarán los registros del total de embarcaciones reportadas en los estadísticos del movimiento de carga del puerto de Veracruz, del 2003 al 2021 y se considerará la tasa máxima de bombeo en un periodo de 24 horas, conforme se indica a continuación:

$$\begin{aligned}
 & \textit{Tasa de bombeo de agua de lastre } m^3/\textit{día} \\
 & = N \textit{ de buques} * \textit{Tasa de bombeo máxima} (2000 \textit{ m}^3/\textit{hr}) * 24 \textit{ hrs}
 \end{aligned}$$

Revisión documental para el análisis de los componentes del Sistema Arrecifal Veracruzano (eje social, económico y ambiental) a partir de los reportes de monitoreo, documentos técnicos y valoración de servicios ecosistémicos.



Considerando el impacto potencial que pueden representar el mal manejo de las aguas de lastre, se considerará como sistema ambiental para la delimitación del sistema ambiental se considerará la delimitación del Sistema Ambiental Regional del puerto, basados en la franja costera correspondiente a la extensión de la cuenca hidrológica a la que pertenezcan conforme a lo indicado por la Comisión Nacional del Agua, por lo que será analizada la información cartográfica de las “Cuecas Hidrológicas”, escala 1:250000, México de 1998 que proporciona el portal de Geoinformación 2022 del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) (Tabla 9, CNA 1998).

Tabla 10. Cuecas hidrográficas de los cuatro principales puertos de México (CNA 1998).

Puerto	Cuenca Hidrológica
<b>ASIPONA Veracruz</b>	Nombre: Río Jamapa y otros
	ID_RH: 28
	Región: Papaloapan
	Extensión: 1, 034, 539 ha

Para identificar y evaluar los impactos ambientales se analizará se analizará la información bibliográfica referente al estado de conservación y / o degradación en que se encuentren los componentes ambientales así como la percepción social (Hurtado *et al*2019).

**4.4 Establecer las medidas precautorias para la ciudad-puerto de Veracruz, fundamentadas en el análisis de los ordenamientos jurídicos ambientales y el riesgo potencial de las aguas de lastre.**

Basados en la metodología anterior y conforme a los resultados obtenidos de los Objetivos 1 y 2, se propondrán las medidas precautorias, en las que se contemple el contexto socio ambiental. Las medidas se propondrán bajo el enfoque del principio de precaución apegadas a un sentido de urgencia, análisis costo beneficio así como el enfoque de remediación económica (González de Cossío, sf).

**5. Resultados**

**5.1 Análisis de los ordenamientos jurídicos ambientales (políticas, leyes y normas) aplicables a las aguas de lastre en la ciudad-puerto de Veracruz**



### **5.1.1. Instrumentos internacionales para el manejo y la gestión de las aguas de lastre**

La Organización Marítima Internacional (OMI), constituida en 1958, es el organismo especializado de las Naciones Unidas que tiene por objetivo establecer un sistema de cooperación entre los gobiernos en cuestiones prácticas concernientes a la navegación comercial internacional, relacionadas con la seguridad marítima, la eficacia de la navegación y la prevención y contención de la contaminación del mar ocasionado por los buques, mediante el establecimiento de normas para la seguridad, protección y comportamiento ambiental para las actividades de transporte marítimo (OMI, 02 de mayo del 2023). México es país miembro de la OMI desde 1954 y participa activamente desde 1989 (Joubert, 2017).

En congruencia con lo anterior, la OMI publicó el Convenio Internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques mismo que entró en vigor a nivel internacional en 2017, en el cual se indica que las partes adheridas al Convenio deberán gestionar las aguas de lastre indicando como mínimo un Plan de gestión del agua de lastre en el que se detallen las medidas adoptadas y las prácticas complementarias que se indican en el Convenio, un Libro de registro del agua de lastre en el que se indique la fecha de carga y descarga en mar o alguna instalación de recepción o bien, en caso de descargas accidentales así como un Certificado internacional de gestión del agua de lastre (aplicable a buques con arqueo bruto igual o superior a 400), en el que se indican las normas del Convenio a las que les está dando cumplimiento, el Estado de abanderamiento y la fecha de expiración del Certificado (OMI, 2004).

Instrumentos nacionales vinculados con la gestión de aguas de lastre en la ciudad-puerto de Veracruz y el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano

### **5.1.2 Legislación aplicable al Puerto de Veracruz**

#### **5.1.2.1 Ley de Puertos**

La Ley de Puertos, publicada en 1993, (DOF, última reforma 07-12-2020) indica que los puertos se componen por el recinto portuario, los accesos y áreas de uso común para la navegación interna y las que requieran para su funcionamiento, incluyendo los servicios, terminales, instalaciones, públicos y particulares, para la transferencia de bienes y transbordo; así mismo se indica que la administración, operación y servicios portuarios son de competencia federal.

De acuerdo con la Ley de navegación y comercio marítimo, publicada en 2006, (DOF, última reforma 07-12-2020) lo relacionado con las vías generales de comunicación por agua, las embarcaciones, navegación y el comercio marítimo se consideran de jurisdicción federal y por tanto estarán sujetos al cumplimiento de la legislación nacional dentro y fuera de las aguas nacionales, así mismo, las embarcaciones extranjeras que se encuentren dentro de las aguas mexicanas quedarán sujetas al cumplimiento de la legislación nacional.

De acuerdo con lo establecido en esta Ley, se reconoce que Capitanía de puerto es la autoridad marítima de cada puerto y tiene la obligación de verificar que en la autorización de arribo a puerto de las embarcaciones se respeten las normas aplicables en materia de seguridad en la navegación y la vida humana en el mar, prevención de la contaminación marina y las que establezcan los



Tratados Internacionales; en caso de incumplimiento se notificará al Centro Unificado para la Protección Marítima y Portuaria en la Ley de Puertos (CUMAR). La Capitanía tiene la suficiente autoridad para negar o dejar sin efectos los despachos de salida de las embarcaciones en caso de, por ejemplo, tratarse de prevención de contaminación marina.

En el Capítulo VII, referido a la Prevención y control de la contaminación marina se indica la prohibición de derramar hidrocarburos o descargar o arrojar cualquier elemento (lastre, escombros, basura, aguas residuales) que pueda causar daños a la vida, ecosistemas y recursos marinos, salud humana o al uso de las vías de navegación, reconociéndose la aplicación de responsabilidad civil por los daños ocasionados por las embarcaciones, artefactos navales e industrias, regida por los tratados internacionales; siendo sumado a las sanciones administrativas la obligación de reparación del daño, consistente en la limpieza y restauración efectiva de las áreas contaminadas.

### ***5.1.2.2 Reglamento General para el Sistema de Organización y Control del Tráfico Marítimo Nacional***

De acuerdo con el Reglamento General para el Sistema de Organización y Control del Tráfico Marítimo (DOF, 1988), el Control del Tráfico Marítimo es el conjunto de medidas que tienen por objetivo evitar cualquier tipo de riesgos a toda embarcación que transite dentro de un área donde las condiciones de navegación sea desfavorable, así mismo está destinada a facilitar la fluidez del tráfico marítimo; la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) sería la responsable de establecer el sistema para la organización del tráfico en las áreas donde sea necesario incrementar la seguridad. Así mismo se indica que el tráfico marítimo opera mediante estaciones de control que operarán las 24 horas del día, y proporcionarán a las embarcaciones la información que requieran (estado de tiempo e indicaciones de seguridad), las cuales comunican a la Capitanía de Puerto y a la Pilotía de Puerto los datos de las embarcaciones que navegan dentro del área de control, entre las que se encuentran procedencia, matrícula, destino, puerto de salida, muelle de atraque, etc.

La SCT por conducto de la Dirección General de Marina Mercante será la responsable de determinar las posiciones geográficas que limiten las zonas a evitar, zonas de precaución, zonas de fondeo y ejes de circulación en las zonas o puertos que consideren necesario establecer en Control de Tráfico Marítimo.

### ***5.1.2.3 ASIPONA Veracruz, Reglas de operación del puerto de Veracruz, 2022-2027***

Las emisión de las Reglas de Operación del puerto de Veracruz obedece al cumplimiento del artículo 84 fracción V del Reglamento de la Ley de Puertos, y entraron en vigor el 13 de diciembre del 2022, a partir de la autorización de la Dirección General de Puertos (DOF, 2022). Estas tienen como objeto regular y administrar las actividades, servicios portuarios y servicios conexos desarrollados dentro de los recintos portuarios; estas son aplicables a los cesionarios, prestadores de servicios portuarios y conexos.



Es de destacarse la Regla 136 que indica que la operación de las terminales deberá apegarse al cumplimiento normativo ambiental de Tratados internacionales ratificados por México, Leyes federales y estatales en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente. En cuanto a la regulación de la contaminación marina, se menciona la Regla 143, en la que se prohíbe que dentro de los límites del Puerto se laven los tanques de lastre y se arrojen aguas negras, residuos sólidos urbanos u otras sustancias contaminantes al mar. Fuera de las reglas referidas, no se especifican regulaciones asociadas al vertimiento de aguas de lastre por parte de los buques ni medidas preventivas y/o correctivas en caso de vertimiento accidental.

En cuanto a la legislación internacional vinculada en la elaboración de las referidas reglas se considera el Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL 73/78), el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS), 1974 y el Código Internacional para la Protección de los Buques e Instalaciones Portuarias. De los documentos referidos, Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL 73/78), indica los requerimientos para que a los buques le sea autorizado el vertimiento de las sustancias nocivas líquidas, aguas de lastre, y de lavado de tanques u otros residuos o mezclas, indicadas en la categoría B (regla 3, 1, b) ), que deberían cumplir con lo siguiente (Regla 5 y 13 del Anexo II):

- a) que el buque se encuentre en ruta y navegando a una velocidad de 7 nudos (12.96 km/h) por lo menos o de 4 nudos (7.41 km/h) si se trata de buques con propulsión propia o no.
- b) que los métodos y dispositivos de descarga estén validados por la Administración mediante las normas elaboradas por la OMI y garantizarán que la concentración y el régimen de descarga del efluente no supere una parte por millón en la porción de la estela del buque inmediata a su popa
- c) que la cantidad máxima de vertimiento desde cada tanque y desde sus tuberías no sea en ningún caso mayor de 1 m<sup>3</sup> o 1 / 3, 000 m<sup>3</sup> de la capacidad del tanque;
- d) que se efectúe la descarga por debajo de la línea de flotación, teniendo en cuenta el emplazamiento de las tomas de mar; y
- e) que se efectúe la descarga a no menos de 12 millas marinas (22.22 km) de la tierra más próxima y a una profundidad mayor a 25 metros.

### ***5.1.3 Instrumentos normativos preventivos para la gestión de las aguas de lastre***

#### ***5.1.3.1 Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78)***

Este instrumento legal internacional fue aprobado en la Conferencia internacional sobre contaminación del mar en 1973 posteriormente mejorado por el Protocolo de 1978 (OMI 2002). Indicó que para autorizar el vertimiento de las sustancias nocivas líquidas, aguas de lastre, y de



lavado de tanques u otros residuos o mezclas, indicadas en la categoría B (regla 3, 1), b)) vertidas deberían cumplir con lo siguiente (Regla 5 y 13 del Anexo II):

- a) que el buque se encuentre en ruta y navegando a una velocidad de 7 nudos (12.96 km/h) por lo menos o de 4 nudos (7.41 km/h) si se trata de buques con propulsión propia o no.
- b) que los métodos y dispositivos de descarga estén validados por la Administración mediante las normas elaboradas por la OMI y garantizarán que la concentración y el régimen de descarga del efluente no supere una parte por millón en la porción de la estela del buque inmediata a su popa
- c) que la cantidad máxima de vertimiento desde cada tanque y desde sus tuberías no sea en ningún caso mayor de 1 m<sup>3</sup> o 1 / 3, 000 m<sup>3</sup> de la capacidad del tanque;
- d) que se efectúe la descarga por debajo de la línea de flotación, teniendo en cuenta el emplazamiento de las tomas de mar; y
- e) que se efectúe la descarga a no menos de 12 millas marinas (22.22 km) de la tierra más próxima y a una profundidad mayor a 25 metros.

### **5.1.3.2 Convenio Internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques (2004).**

Este instrumento legal internacional entró en vigor el 8 de septiembre de 2017 a nivel mundial, fecha a partir de la cual los buques deberán gestionar su propia agua de lastre y sedimentos mediante los siguientes documentos:

- Plan de gestión del agua de lastre del buque: que describa detalladamente las medidas adoptadas para la gestión del agua de lastre y las prácticas complementarias indicadas en el Convenio;
- Libro registro del agua de lastre: en el que se indique la fecha en que se carga el agua de lastre; cuando se distribuye o trata y cuando se descarga al mar o a alguna instalación de recepción y bien en caso de descargas accidentales u otras excepcionales;
- Certificado internacional de gestión del agua de lastre (buques de arqueo bruto igual o superior a 400): se expide en nombre del Estado de abanderamiento y certifica que se lleva a cabo la gestión del agua de lastre conforme las disposiciones del Convenio, qué norma se cumple y la fecha de expiración del Certificado.

Las Normas que regulan la gestión del agua de lastre son:

#### **Norma D-1**

Indica que para evitar el transporte de organismos perjudiciales hacia el puerto receptor, se exige que el buque cambie el agua de lastre en mar abierto, a 200 millas marinas (370.4 km) de la costa en aguas de una profundidad de 200 metros, siendo intercambiado como mínimo el 95% del volumen total.

#### **Norma D-2**



Indica la restricción de la cantidad de organismos viables permitidos que se pueden descargar, estableciendo el límite de descarga de microbios perjudiciales indicadores para la salud humana:

- < 10 organismos viables por m<sup>3</sup> cuyo tamaño mínimo sea mayor o igual a 50 micras;
- < 10 organismos viables / ml cuyo tamaño mínimo sea inferior a 50 micras mayor o igual a 10 micras;
- < de una unidad formadora de colonias (ufc) / 100 ml o < de *Vibrio cholerae* toxicógeno;
- < 250 ufc / 100 ml de *Escherichia coli*; y
- < 100 ufc / 100 ml de Enterococos intestinales.

A partir de la fecha de 2017, todos los buques deben ajustarse a la norma D-1; y todos los buques nuevos a la norma D-2. A partir del 2024 todos los buques deberán contar con las disposiciones de la norma D-2.

La regla D-3 establece que las directrices de los sistemas de gestión del agua de lastre en los que se utilicen sustancias activas o preparados para cumplir con el Convenio deberán ser aprobados por la Administración y la OMI conforme al Procedimiento para la aprobación de los sistemas de gestión del agua de lastre en los que se utilicen sustancias activas (D-9).

### **5.1.3.3. Directrices para el control y la gestión del agua de lastre en los buques para minimizar la transferencia de organismos acuáticos dañinos y patógenos**

Las Directrices dadas a conocer en 1997 orientaron a los gobiernos, autoridades y personal operativo del transporte marítimo para que pudieran minimizar el peligro de la introducción de organismos acuáticos nocivos y patógenos transportados en las aguas de lastre y sedimentos de los buques (IMO 1997), las cuales se describieron en el Procedimiento para buques y Estados rectores del puerto:

- Procedimientos para buques:
  - Contar con un Plan de gestión de agua de lastre para minimizar la transferencia de organismos acuáticos y patógenos, indicando los procedimientos efectivos para tal fin. Este Plan deberá ser específico para cada buque, incluyendo las partes relevantes de estas Directrices, documentación aprobatoria para el sistema de tratamiento, registros y ubicación de sitios de muestreo.
- Procedimientos para los Estados del puerto:
  - Disponer de instalaciones adecuadas y aprobadas por el Estado rector para la recepción, tratamiento y eliminación segura de sedimentos de los tanques de lastre.
- Procedimiento de registro y notificación:
  - Para buques: Si el tratamiento de agua de lastre está impedido por las condiciones de mal tiempo o arriesgar la integridad del buque, se debe notificar a la autoridad portuaria, antes de entrar a mares de su jurisdicción. Al cargar/ descargar se deberán indicar: fecha, ubicación geográfica, tanques y bodegas de carga del buque, temperatura, salinidad y volumen de agua de lastre cargada o descargada



- El tanque de lastre de sedimentos del buque se limpiará en medio del océano, o en dique seco, conforme lo indique el Plan de gestión.

El cambio de agua de lastre se puede realizar en:

- Aguas profundas, en mar abierto y lo más lejos posible de la costa. O bien, a partir de las 200 millas náuticas desde la costa (370.4 kilómetros) realizándose una descarga total. Si no se puede realizar el intercambio el Estado rector del puerto podrá aceptar el intercambio en áreas designadas, o retenerla en bodegas o tanques y solo descargar la cantidad mínima conforme a las estrategias de contingencia del Estado rector del puerto.
- Si el método elegido es el de flujo continuo en mar abierto se deberá seguir bombeando agua de lastre al tanque o bodega por lo menos tres veces el volumen del tanque.

Aspectos operativos de la gestión del agua de lastre a bordo:  
Descripción general de las opciones para el manejo de aguas de lastre

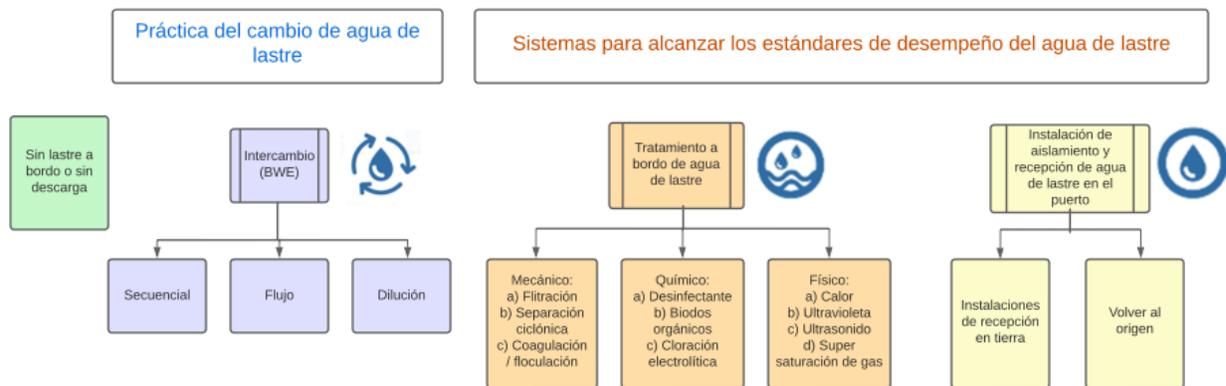


Diagrama basado en Globallast.imo.org

Figura 8. Aspectos operativos de la gestión del agua de lastre a bordo: descripción general de las opciones para el manejo de aguas de lastre conforme a las directrices D1 y D2 del Convenio sobre gestión del agua de lastre. Elaboración propia.

**5.1.3.4 Decreto promulgatorio del Convenio Internacional para el Control y la Gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques, adoptado en Londres, el trece de febrero de dos mil cuatro, en el marco de la Organización Marítima Internacional (OMI).**

El Convenio entró en vigor en México en febrero del 2004. Se definen los siguientes conceptos:

- Aguas de lastre: el agua, con materia en suspensión que es cargada a bordo de un buque para controlar y darle la estabilidad al buque.



- Buque: toda nave, que opere en el medio acuático, incluye sumergibles, artefactos flotantes, plataformas flotantes, UFA y unidades FPAD.
- Gestión de agua de lastre: procedimientos (mecánicos, físicos, químicos o biológicos) destinados a erradicar o neutralizar los organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos existentes en el agua de lastre y los sedimentos, o a evitar la toma o la descarga de los mismos.
- Organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos: organismos cuya introducción en el mar, estuarios o agua dulce pueden afectar el ecosistema, la salud de los seres humanos, los bienes o los recursos.

Se indica que las Partes están comprometidas a fomentar la gestión de las aguas de lastre y las normas para prevenir, minimizar y eliminar la transferencia de organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos mediante la gestión del agua de lastre y los sedimentos en los buques (artículo 2, numeral 5), siendo que estas prácticas no causen daños mayores en el ecosistema, la salud humana, bienes o recursos propios o de otros Estados.

El Convenio se aplica a los buques que enarboles el pabellón de una Parte o que maniobren bajo la autoridad de una Parte (artículo 3, incisos a y b).

Cada Parte prescribirá la obligatoriedad de cumplimiento del Convenio y determinará las políticas, estrategias y programas para la gestión del agua de lastre en sus puertos y su jurisdicción para controlar la transferencia de organismos (artículo 4).

En cuanto a las instalaciones para la recepción de sedimentos, cada Parte se compromete a garantizar que en los puertos y terminales designados por ella en los que se reparen o limpien tanques de lastre dispondrá de los medios necesarios para la eliminación segura y sin perjudicar el medio ambiente o la salud de los seres humanos, siendo notificado a la Organización (OMI) cuando sean inadecuadas (artículo 5).

Se indica también que los buques podrán ser inspeccionados en cualquier puerto o terminal mar adentro de otra Parte, limitándose a verificar que existe a bordo un Certificado válido que podrá ser aceptado o no, inspeccionar el Libro de registro del agua de lastre, realizar un muestreo de agua de lastre del buque (artículo 9).

### ***5.1.3 Legislación aplicable al Área natural protegida, Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano***

#### ***5.1.3.1 Ley Federal del Mar***

La Ley Federal del Mar, publicada en 1986 (DOF, 1986) indica que la soberanía de la Nación y sus derechos de soberanía, jurisdicciones y competencias dentro de los límites de las respectivas zonas marinas, se ejercerá según lo dispuesto en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el derecho internacional y la legislación nacional respecto a la protección y preservación del medio marino, inclusive la prevención de su contaminación (artículo 6, fracción V).



## **5.1.3.2 Convenio de la Diversidad Biológica (CBD, por sus siglas en inglés): Especies exóticas: Principios rectores para la prevención, introducción y mitigación de impactos**

En este se indicó la insuficiencia del principio de precaución para controlar las especies exóticas invasoras, ya que la implementación de las medidas se llevaba a cabo una vez que los organismos ya se encontraban establecidos en el sitio y las medidas para erradicarlas resultaban insuficientes, presentándose afectaciones en la diversidad biológica y daños en el ecosistema; debido a lo anterior, se considera más eficaz un enfoque proactivo, preventivo y precautorio. Así mismo, se reconoció la necesidad de desarrollar una metodología estandarizada sobre las especies exóticas mediante el proyecto de Especies exóticas: Principios rectores para la prevención, introducción y mitigación de impactos (UNEP, 1999) en el que se indicó:

- Conceptualización de (i) especie exótica: especie que se encuentra fuera de su distribución normal.
- Conceptualización de (ii) especie exótica invasora: especies exóticas que amenazan ecosistemas, hábitats o especies.
- Debe prevalecer el enfoque basado en el principio de precaución para identificar y prevenir las especies exóticas, debido al riesgo potencial que representan para el ambiente, la sociedad y economía. Se deben tomar medidas preventivas, de erradicación, contención o control.
- Se debe asumir un enfoque jerárquico de tres etapas: 1) prevenir la entrada de las especies exóticas invasoras; 2) si la especie exótica invasora ya está presente se debe accionar para evitar su establecimiento y propagación erradicándola lo más pronto posible; 3) si la erradicación no es factible o rentable, se deben considerar medidas de contención y control a largo plazo. Es recomendable examinar los beneficios y costos a largo plazo, tanto ambientales como económicos.
- Las medidas que se implementen se deben adoptar bajo un enfoque ecosistémico, por lo cual se debe considerar la conservación, funcionamiento y resiliencia de los ecosistemas, reconociendo las escalas temporales y los efectos y fijando metas a largo plazo, involucrando los sectores sociales locales, nacionales, regionales e internacionales pertinentes (UNEP, 2000).
  - Los Estados deben garantizar que sus actividades no causen daños al medio ambiente, otros Estados o zonas fuera de su jurisdicción nacional. Bajo este enfoque, y en contexto respecto a las especies exóticas invasoras las actividades que representan un riesgo para otro Estado incluyen:
    - La transmisión intencional o no a otro Estado (incluso si es inofensiva en el Estado de origen), y
    - La introducción intencional o no a su propio Estado si existe el riesgo de que esa especie se propague (con o sin un vector humano) a otro Estado y se vuelva invasora.
- Los Estados deben llevar a cabo la investigación puntual y el seguimiento de las especies exóticas invasoras, documentando el origen, vías, período de tiempo, características, ecología, impactos ecológicos y económicos y su cambio en el tiempo. Así mismo deben



educar y concientizar a la sociedad sobre los riesgos de la introducción de especies exóticas.

Como medidas preventivas de los principios rectores se estableció la necesidad de implementar medidas de control fronterizas y medidas de cuarentena basadas en una evaluación de los riesgos de las especies exóticas y sus posibles vías de entrada. También se indicó intercambiar información entre los Estados relacionada con incidentes, taxonomía, ecología y métodos de control de las especies invasoras, así como directrices, procedimientos y recomendaciones nacionales, regionales e internacionales. Si se requiere cooperación para la respuesta, los Estados pueden establecer acuerdos y programas que la permitan.

Finalmente, se establecieron:

- Medidas de mitigación de impactos: se deben aplicar en etapas tempranas medidas de erradicación, contención y control, los cuales deben ser rentables y seguros para el ecosistema, salud pública, sociedad y cultura.
- Erradicación: para una mayor efectividad los sistemas de detección temprana deben estar focalizados en los puntos de entrada de riesgo, cuando las poblaciones son pequeñas y localizadas.
- Contención: será aplicable cuando el rango de especies sea limitado; se recomienda monitorear regularmente fuera de los límites de control para identificar brotes nuevos.
- Control: deben centrarse en reducir el daño causado; se considera una medida a largo plazo que deberá contar con un presupuesto operativo.

### ***5.1.3.3 Mandato de Yakarta sobre la Diversidad Biológica Marina y Costera***

Este Mandato en apego al criterio de precaución orienta las actividades que afecten la diversidad biológica marina y costera, retomando los acuerdos internacionales tuvo como objetivo evitar la introducción de especies exóticas invasoras en el medio marino y costero, y erradicar las especies exóticas invasoras introducidas (FMAM-PNUD-OMI 2009). Así mismo promueve el enfoque basado en los ecosistemas en la escala mundial, regional, nacional y local e integrar estrategias para la prevención de los efectos adversos de las en los ecosistemas marinos y costeros (UNEP 1998).

### ***5.1.3.1 Programa de ordenamiento ecológico del Golfo y Mar caribe***

Con la finalidad de vincular los instrumentos relacionados con el ordenamiento territorial del área de estudio se analizó la vinculación del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano con el Ordenamiento Ecológico del Golfo y Mar Caribe; este ordenamiento permite identificar el aprovechamiento de los recursos naturales y el desarrollo de las actividades productivas bajo un enfoque de sustentabilidad, considerando la conservación de los bienes y servicios de los

ecosistemas costeros y marinos sin dejar de la do el desarrollo socioeconómico (DOF, 2012). Considerando el polígono del PNSAV así como el polígono del área de influencia del Centro de Control de Tráfico Marítimo de Veracruz de ASIPONA Veracruz, se identifica que en mayor proporción estos polígono se encuentran dentro de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) 162, 163 y 164. Entre las estrategias planteadas para estas UGA´s se indica las Acciones específicas (A) de Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especie potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo (A-013), Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas (A-046).

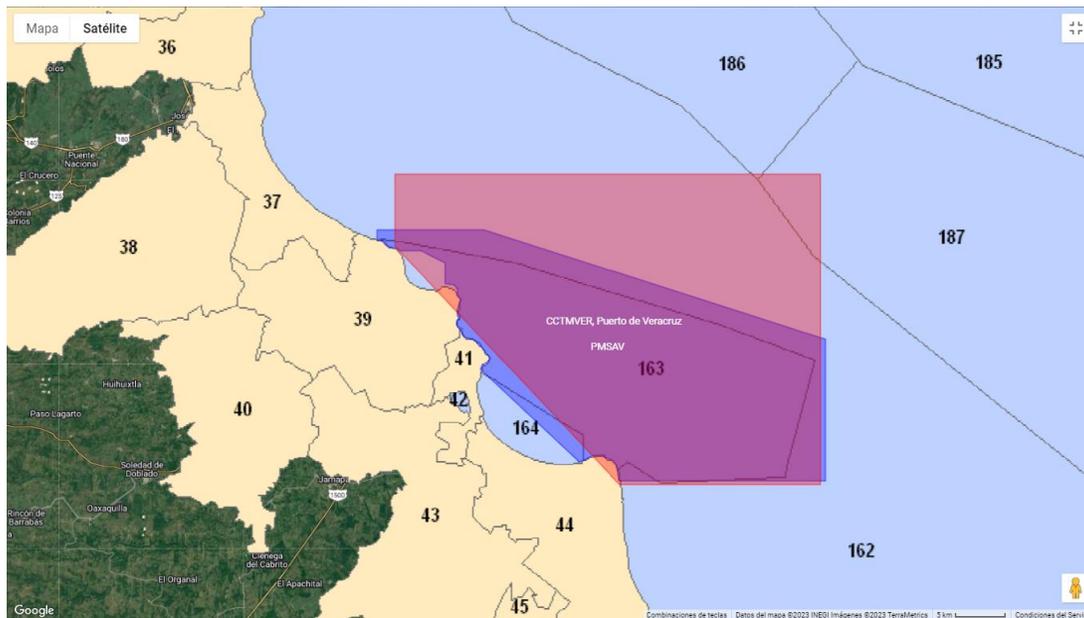


Figura 9. Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe vinculadas con el polígono del CCTMVER y PNSAV del. Fuente: SIGEIA (SEMARNAT, 2023)

### 5.1.3.2 Programa de manejo del PNSAV

Los arrecifes coralinos se caracterizan por proporcionar servicios ambientales a las poblaciones costeras y son zonas de importancia económica, turística y pesquera. Pese a su importancia en la economía y biodiversidad, son severamente dañados por las diversas actividades antropogénicas; según las evaluaciones realizadas por la Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica, los arrecifes de coral demuestran un aumento significativamente rápido de riesgo de desaparecer con respecto a otros grupos evaluados, principalmente por impacto de las actividades humanas y el cambio climático (Burke et al 2011; Cederstav et al 2015, GBO-5, 2020).

El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano está constituido por al menos 45 arrecifes e los cuales algunos presentan lagunas arrecifales con pastos marinos, playas, bajos, islas o cayos (SEMARNAT, 2017); se encuentran distribuidos frente al municipio de Veracruz, Boca de río y



Alvarado, siendo que, el grupo de arrecifes que se localiza frente al puerto de Veracruz son más pequeños y presentan un mayor grado de impacto (Tunnell et al 2007).

El Programa de Manejo del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) (SEMARNAT, 2017) indica dentro de sus constituye el instrumento a partir del cual se establece la planeación y regulación de las actividades, acciones y lineamientos básicos para el manejo y la administración del Área Natural Protegida, por parte de la autoridad ambiental, en este caso, compete a la Dirección General del PNSAV de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) de la SEMARNAT. En este documento se indica la prohibición de vertimiento de aguas de lastre en las zonas de uso público, áreas de playa o zonas núcleo de protección; de manera específica, vinculado con el Componente de Actividades Portuarias, se indica como objetivo que la operación del puerto de Veracruz se realice de manera sustentable y en apego a la legislación ambiental, teniendo como una de sus metas inducir en el mediano plazo el respeto a las prohibiciones que evitan la descarga ilegal de aguas de lastre, de aguas de sentina, de aguas negras y de desechos sólidos en la zona del puerto y en especial en el PNSAV, llevando un registro de los reportes periódicos emitidos por las autoridades competentes.

Por otro lado la presencia de especies exóticas invasoras amenaza la disponibilidad de recursos en el ambiente para las especies nativas del sitio; a esto se suma como factor potencial de riesgo el hecho de que no exista algún depredador natural de este lo que implica la inexistencia de un control natural dentro de la cadena trófica.

Para el PNSAV se reporta la presencia de especies exóticas invasoras, como anfípodos (*Ampelisca abdita*, *Ampithoe longimana*, *Ampithoe pollex*, *Monocorophium acherusicum*, *Ampelisca burkei*, *Ampelisca schellenbergi*) (Wingfield I., et al 2011), el coral de copa naranja (*Tubastrea coccinea*), el pez león (*Pterois spp.*) y la medusa (*Phyllorhiza punctata*) (SEMARNAT, 2017). En marzo de 2014, se capturó en Chachalacas, Veracruz, aproximadamente 25 kilómetros al norte del PNSAV, un ejemplar de camarón tigre (*Penaeus monodon*). Debido a lo anterior, se indica el Componente de protección contra especies exóticas-invasoras y control de especies y poblaciones que se tornen perjudiciales, que tiene por objetivo específico “Prevenir y erradicar o, si esto no es posible, controlar las poblaciones de especies exótico-invasoras” mediante la ejecución de programas de captura, vigilancia y difusión específicos, con enfoque en las poblaciones de especies del pez león (*Pterois spp.*) y la medusa (*Phyllorhiza punctata*) (SEMARNAT, 2017).

Se ha reportado la presencia de *Phyllorhiza punctata* en la Laguna de Mandinga y se cree que presentó una migración estacional desde el Sistema Arrecifal Veracruzano al final de invierno y comienzo de la primavera (Ocaña-Luna et al 2010); Carlton y Geller (1993) indican que esta especie pudo haber sido introducida a través de las aguas de lastre en las aguas de California, aunque también se indica la posibilidad de su dispersión a través de las corrientes oceánicas.

## **5.2 Discusión del Análisis los ordenamientos jurídicos ambientales (políticas, leyes y normas) aplicables a las aguas de lastre en la ciudad-puerto de Veracruz.**

En principio, la gestión y manejo de las aguas de lastre opera bajo los tratados internacionales establecidos, los cuales se vinculan con el Derecho Internacional marítimo que regula los espacios



marinos y la actividad marina de manera específica, dinámica y autónoma bajo la vertiente del derecho internacional público. El Derecho del mar, es la rama del Derecho Internacional Marítimo bajo la cual actúa y acude el Estado en pleno uso de su soberanía y en defensa de las comunidades ribereñas, el mar territorial, la zona exclusiva, incluyendo dentro de sus atribuciones la prevención de la contaminación de los mares (Velázquez Elizarrarás, 2014).

Sin embargo las directrices para la implementación de las políticas a nivel local no se establecen de manera clara, destacando que ni en las Reglas de Operación del Puerto de Veracruz emitido por ASIPONA Veracruz ni en el Programa de Manejo del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano se indica de manera puntual la obligatoriedad de cumplimiento de las normas que regulan la gestión del agua de lastre ni de los lineamientos establecidos en el Convenio Internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques (2004), que entró en vigor en 2017.

Por otro lado, la falta de información disponible de los documentos establecidos para la gestión de las aguas de lastre que podría garantizar que se realiza el recambio de esta conforme lo establece la norma D-1, es decir, del Plan de gestión del agua de lastre del buque, libro de registro del agua de lastre y Certificado internacional del agua de lastre, es una limitación que impide identificar la adecuada implementación de los instrumentos diseñados para ese fin y por lo tanto existe incertidumbre respecto al cumplimiento de la normatividad aplicable a las navieras en el puerto de Veracruz. Asimismo, se debe tener en cuenta que no existe una Entidad que valide la auto-declaración de recambio de las aguas de lastre efectuada por los capitanes del buque administrador o capitán de puerto en dichos documentos (Baro Norvoa S., y Stotz W., 2018).

### ***5.3 Conclusión del Análisis los ordenamientos jurídicos ambientales (políticas, leyes y normas) aplicables a las aguas de lastre en la ciudad-puerto de Veracruz.***

Conforme a lo analizado, se determina que los ordenamientos jurídicos ambientales (políticas, leyes y normas) aplicables a las aguas de lastre en la ciudad-puerto de Veracruz no se encuentran claramente plasmados en instrumentos normativos que regulan las actividades del transporte marítimo en el Puerto de Veracruz, es decir, en las Reglas de operación del puerto. En el caso del Programa de Manejo del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano se indica la prohibición de realizar vertimiento de aguas de lastre en zonas de uso público, áreas de playa o zonas núcleo de protección y se menciona la necesidad de establecer acciones en el mediano plazo que eviten la descarga ilegal de aguas de lastre en la zona del puerto o el PNSAV.

Hace falta puntualizar las acciones inmediatas para garantizar el cumplimiento de las leyes y normas vinculadas con la gestión de las aguas de lastre así como garantizar la disponibilidad de la información del Libro o Plan de aguas de lastre a las autoridades responsables de velar por el conservación de la biodiversidad del PNSAV.

### ***5.4 Estimación del riesgo potencial, a partir de los volúmenes probables de vertimiento de las aguas de lastre, en la ciudad-puerto de Veracruz.***

#### 5.4.1 Procedencia de la carga de comercio exterior del puerto de Veracruz

El puerto de Veracruz tiene una conectividad marítima que conecta más de 126 puertos a través de 16 líneas navieras, teniendo conexiones principalmente con la costa este de Estados Unidos (42%), Europa (31%), Centro (3%) y Sudamérica (16%). En la siguiente Tabla se indican los principales orígenes / destinos y productos por tipo de carga o línea de negocio (Tabla 11).

Tabla 11. Principales orígenes/destinos y productos por línea de negocio del Puerto de Veracruz, 2021 (PMDP, 2022-2027).

Tipo de carga	Origen / destino del flujo comercial	Principales productos
<b>Carga general</b>	Bélgica, Alemania, Corea, España	Acero, aluminio, maquinaria, cobre, tubo.
<b>Contenedores</b>	Bélgica, Alemania, Brasil, Estados Unidos, Argentina	Autopartes, maquinaria, bebidas, café, electrónicos, electrodomésticos.
<b>Granel agrícola</b>	Estados Unidos, Canadá, Francia, Uruguay, Argentina.	Maíz, trigo, soya, canola, arroz, malta,
<b>Granel mineral</b>	Estados Unidos, Rusia, Bélgica, Letonia, Estonia, Canadá	Chatarra, pet-coke, arrabio, briqueta, fertilizantes.
<b>Líquidos</b>	Estados Unidos, Costa Rica, Colombia, Canadá, Guatemala	Aceites vegetales, productos químicos, grasas animales.
<b>Combustibles</b>	Estados Unidos, Canadá, Holanda	Gasolina, Diésel, turbosina, MTBE
<b>Autos</b>	Bélgica, India, Estados Unidos, Argentina, Brasil	Autos

Para el 2020, el flujo comercial de mercancías en el puerto de Veracruz provino principalmente de Estados Unidos (57%), seguido de Brasil (9%), Bélgica, Canadá, Alemania (5%), Holanda y España (3%) (PMDP, 2022-2027).

#### 5.4.2 Estimación del riesgo potencial de vertimiento de aguas de lastre

El agua de lastre se define como el peso adicional a bordo que se añade a las embarcaciones para que puedan operar con eficacia y estabilidad durante el manejo de cargas. Cuando el buque está libre de carga se llena de lastre, cuando se carga de productos se descarga el agua de lastre; es almacenada en el doble fondo el diseño y disposición de estos tanques es variable y depende del tipo de buque (González López y Salamanca Giménez, 2013).

Se estima que se transfieren alrededor de 3 a 5 millones de toneladas de aguas de lastre anuales a nivel mundial (FMAM-PNUD-OMI 2009). Las descargas de aguas de lastre pueden contener bacterias patógenas que afectan tanto a los humanos como a los arrecifes coralinos y pueden reducir la calidad del agua (Aguirre Macedo et al 2008)

El primer estudio mundial sobre la transferencia de las especies exóticas vertidas en el agua de lastre se llevó a cabo por Carlton en 1985, siendo este estudio el precursor para que se evidenciaran las implicaciones de las aguas de lastre. Los organismos que pueden transferirse en el agua de lastre incluyen zooplancton, fitoplancton, bacterias, pequeños invertebrados y huevos de peces (FMAM-PNUD-OMI 2009). El impacto de las especies invasoras involucra los hábitats afectados, considerándose un impacto transfronterizo que afecta la salud humana, acuacultura, pesquerías, transporte, economía y política (Okolodkov y García Escobar 2014 y Apín-Campos y Torres Pérez 2016).

Considerando lo anterior, se efectuó una estimación del volumen de agua de lastre que podría haberse vertido durante las maniobras de carga/descarga de las embarcaciones que han atracado en el puerto de Veracruz, tomando en consideración el total de embarcaciones atracadas por año así como la tasa de bombeo de agua de lastre para controlar la embarcación (estabilidad, asiento y escora). Si consideramos que una alberca olímpica puede llegar a albergar 4, 000 metros cúbicos, tendríamos que el volumen de vertimiento de aguas de lastre representaría la capacidad de 17,568 (2003) a 24, 144 (2021) albercas olímpicas (Figura 10).

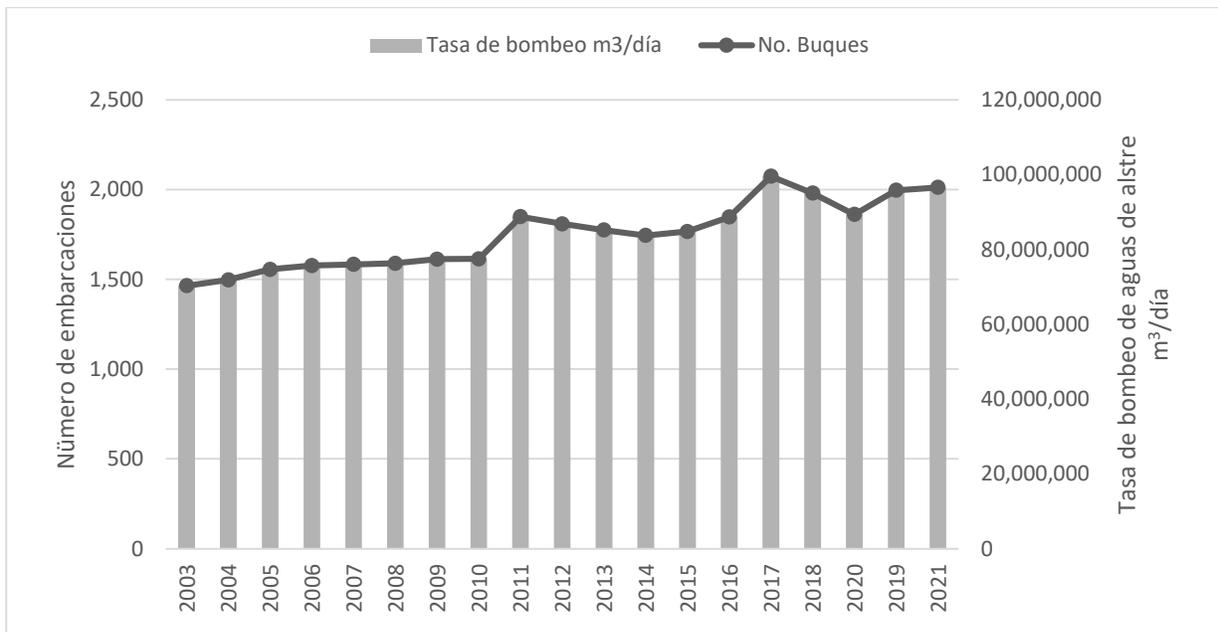


Figura 10. Estimación de vertimiento de aguas de lastre conforme al número de embarcaciones en el puerto de Veracruz durante el periodo comprendido entre el 2003 al 2021



### **5.3.2.1 Análisis de manejo de cargas y estimación del vertimiento de aguas de lastre**

Analizando el tipo de embarcaciones conforme al manejo de cargas, se identifican cuatro principales tipos de buques en el Puerto de Veracruz (PMDP, 2022-2027); de las cuales se presenta una breve descripción:

#### **a. Carga general**

Los buques incluidos bajo este concepto incluyen cargas variadas, como vehículos (ro-ro), carga unitizada o carga suelta, dentro de los productos más significativos podemos mencionar el acero, tubería petrolera y maquinaria. Así mismo se incluye la carga contenerizada, dentro de la que se transportan productos de consumo básicos, de la industria automotriz e insumos de la industria limpia. A nivel Golfo de México, el puerto de Veracruz se encuentra en primer lugar en el volumen de manejo de carga contenerizada.

#### **b. Granel mineral**

Las cargas manejadas por este tipo de buques corresponden a tres grupos de productos, como fertilizantes y productos asociados a estos, el segundo grupo se conforma por chatarra, briqueta, arrabajo y materiales para fundición, y el tercero es el pet-coke, incidiendo en la industria metalúrgica, cementera y agrícola.

#### **c. Granel agrícola**

Los buques que manejan este tipo de carga transportan productos como maíz, soya y trigo; el Puerto de Veracruz se encuentra en el primer lugar a nivel nacional en el manejo de este tipo de carga y a nivel Golfo de México no existe competencia con otra terminal portuaria. Este segmento es representativo en Veracruz, ya que se encuentran instaladas cuatro terminales especializadas destacándose las comercializadoras Cargill y Archer Daniels Midland (ADM) (PMDP, 2022-2027).

#### **d. Fluidos e Hidrocarburos**

Los buques que manejan fluidos no petroleros, incluyen productos químicos, y aceites vegetales. Mientras que en el caso de los fluidos de hidrocarburos se encuentran el petróleo y sus derivados, manejando el 40% la terminal de PEMEX y el 60% restante por terminales privadas.

En cuanto a la estimación del vertimiento de aguas de lastre por año y tipo de embarcación, se puede apreciar en todos los casos los buques que transportaron carga general representaron el mayor número de buques y por ende estarían asociados a un mayor volumen de vertimiento de aguas de lastre. Para el periodo comprendido entre el 2003 al 2021, se estima que los buques de carga general representaron un porcentaje promedio de 69%, en contraste las embarcaciones con un carga de granel minera representaron el menor porcentaje promedio, con 8% (Figura 11).

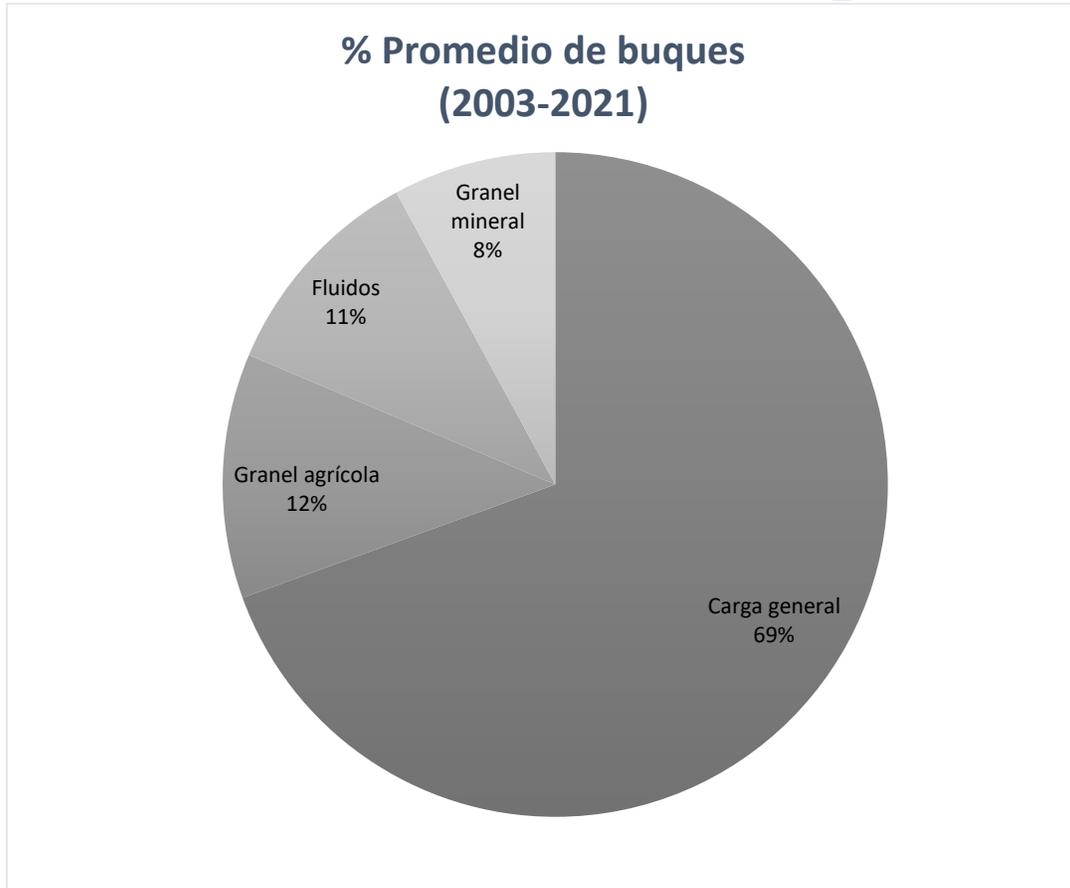


Figura 11. Porcentaje promedio de buques por tipo de carga en el puerto de Veracruz para el periodo comprendido entre el 2003 al 2021.

Tabla 12. Estimación anual del vertimiento de aguas de lastre por tipo de carga durante el periodo comprendido entre el 2003 al 2021.

<b>Año</b>	<b>Total Buques (año)</b>	<b>% de buques</b>	<b>Tasa de bombeo (m<sup>3</sup>/día)</b>
<b>2003</b>	<b>1,464</b>	<b>100</b>	<b>70,272,000</b>
Carga general	1,115	76	53,520,000
Fluidos	12	1	576,000
Granel agrícola	211	14	10,128,000
Granel mineral	126	9	6,048,000
<b>2004</b>	<b>1,497</b>	<b>100</b>	<b>71,856,000</b>
Carga general	1,011	68	48,528,000
Fluidos	146	10	7,008,000



Año	Total Buques (año)	% de buques	Tasa de bombeo (m <sup>3</sup> /día)
Granel agrícola	178	12	8,544,000
Granel mineral	162	11	7,776,000
<b>2005</b>	<b>1,555</b>	<b>100</b>	<b>74,640,000</b>
Carga general	1,062	68	50,976,000
Fluidos	153	10	7,344,000
Granel agrícola	185	12	8,880,000
Granel mineral	155	10	7,440,000
<b>2006</b>	<b>1,577</b>	<b>100</b>	<b>75,696,000</b>
Carga general	1,108	70	53,184,000
Fluidos	142	9	6,816,000
Granel agrícola	202	13	9,696,000
Granel mineral	125	8	6,000,000
<b>2007</b>	<b>1,583</b>	<b>100</b>	<b>75,984,000</b>
Carga general	1,147	72	55,056,000
Fluidos	120	8	5,760,000
Granel agrícola	185	12	8,880,000
Granel mineral	131	8	6,288,000
<b>2008</b>	<b>1,589</b>	<b>100</b>	<b>76,272,000</b>
Carga general	1,169	74	56,112,000
Fluidos	152	10	7,296,000
Granel agrícola	152	10	7,296,000
Granel mineral	116	7	5,568,000
<b>2009</b>	<b>1,612</b>	<b>100</b>	<b>77,376,000</b>
Carga general	1,170	73	56,160,000
Fluidos	138	9	6,624,000
Granel agrícola	189	12	9,072,000
Granel mineral	115	7	5,520,000
<b>2010</b>	<b>1,614</b>	<b>100</b>	<b>77,472,000</b>
Carga general	1,168	72	56,064,000



Año	Total Buques (año)	% de buques	Tasa de bombeo (m <sup>3</sup> /día)
Fluidos	141	9	6,768,000
Granel agrícola	182	11	8,736,000
Granel mineral	123	8	5,904,000
<b>2011</b>	<b>1,849</b>	<b>100</b>	<b>88,752,000</b>
Carga general	1,378	75	66,144,000
Fluidos	137	7	6,576,000
Granel agrícola	205	11	9,840,000
Granel mineral	129	7	6,192,000
<b>2012</b>	<b>1,809</b>	<b>100</b>	<b>86,832,000</b>
Carga general	1,315	73	63,120,000
Fluidos	138	8	6,624,000
Granel agrícola	218	12	10,464,000
Granel mineral	138	8	6,624,000
<b>2013</b>	<b>1,774</b>	<b>100</b>	<b>85,152,000</b>
Carga general	1,315	74	63,120,000
Fluidos	133	7	6,384,000
Granel agrícola	206	12	9,888,000
Granel mineral	120	7	5,760,000
<b>2014</b>	<b>1,744</b>	<b>100</b>	<b>83,712,000</b>
Carga general	1,306	75	62,688,000
Fluidos	120	7	5,760,000
Granel agrícola	201	12	9,648,000
Granel mineral	117	7	5,616,000
<b>2015</b>	<b>1,766</b>	<b>100</b>	<b>84,768,000</b>
Carga general	1,289	73	61,872,000
Fluidos	132	7	6,336,000
Granel agrícola	219	12	10,512,000
Granel mineral	126	7	6,048,000
<b>2016</b>	<b>1,847</b>	<b>100</b>	<b>88,656,000</b>



Año	Total Buques (año)	% de buques	Tasa de bombeo (m <sup>3</sup> /día)
Carga general	1,306	71	62,688,000
Fluidos	145	8	6,960,000
Granel agrícola	247	13	11,856,000
Granel mineral	149	8	7,152,000
<b>2017</b>	<b>2,074</b>	<b>100</b>	<b>99,552,000</b>
Carga general	1,321	64	63,408,000
Fluidos	348	17	16,704,000
Granel agrícola	254	12	12,192,000
Granel mineral	151	7	7,248,000
<b>2018</b>	<b>1,980</b>	<b>100</b>	<b>95,040,000</b>
Carga general	1,236	62	59,328,000
Fluidos	346	17	16,608,000
Granel agrícola	227	11	10,896,000
Granel mineral	171	9	8,208,000
<b>2019</b>	<b>1,996</b>	<b>100</b>	<b>95,808,000</b>
Carga general	1,250	63	60,000,000
Fluidos	385	19	18,480,000
Granel agrícola	236	12	11,328,000
Granel mineral	125	6	6,000,000
<b>2020</b>	<b>1,861</b>	<b>100</b>	<b>89,328,000</b>
Carga general	1,116	60	53,568,000
Fluidos	374	20	17,952,000
Granel agrícola	223	12	10,704,000
Granel mineral	148	8	7,104,000
<b>2021</b>	<b>2,012</b>	<b>100</b>	<b>87,360,000</b>
Carga general	1,166	58	55,968,000
Fluidos	425	21	20,400,000
Granel agrícola	229	11	10,992,000
Granel mineral	192	10	9,216,000

Año	Total Buques (año)	% de buques	Tasa de bombeo (m <sup>3</sup> /día)
Total general	33, 203	NA	1,593,744,000

### 5.4.3 Zona de riesgo potencial por el vertimiento de aguas de lastre

Como ya se mencionó el Sistema Ambiental Regional se conforma por la delimitación natural del polígono que conforma el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, debido a la naturaleza del objeto de estudio y considerando que, por definición, en los parques Nacionales se fomenta entre otras actividades, la preservación de los recursos naturales, la preservación de los ecosistemas, así como el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (SEMARNAT 2019). Considerando lo anterior, para este estudio, el Sistema Ambiental Regional se delimitó considerando los polígonos del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, con el objetivo de identificar la percepción del estado de conservación del sistema ambiental así como la percepción social de la comunidad pesquera (Figura 12).

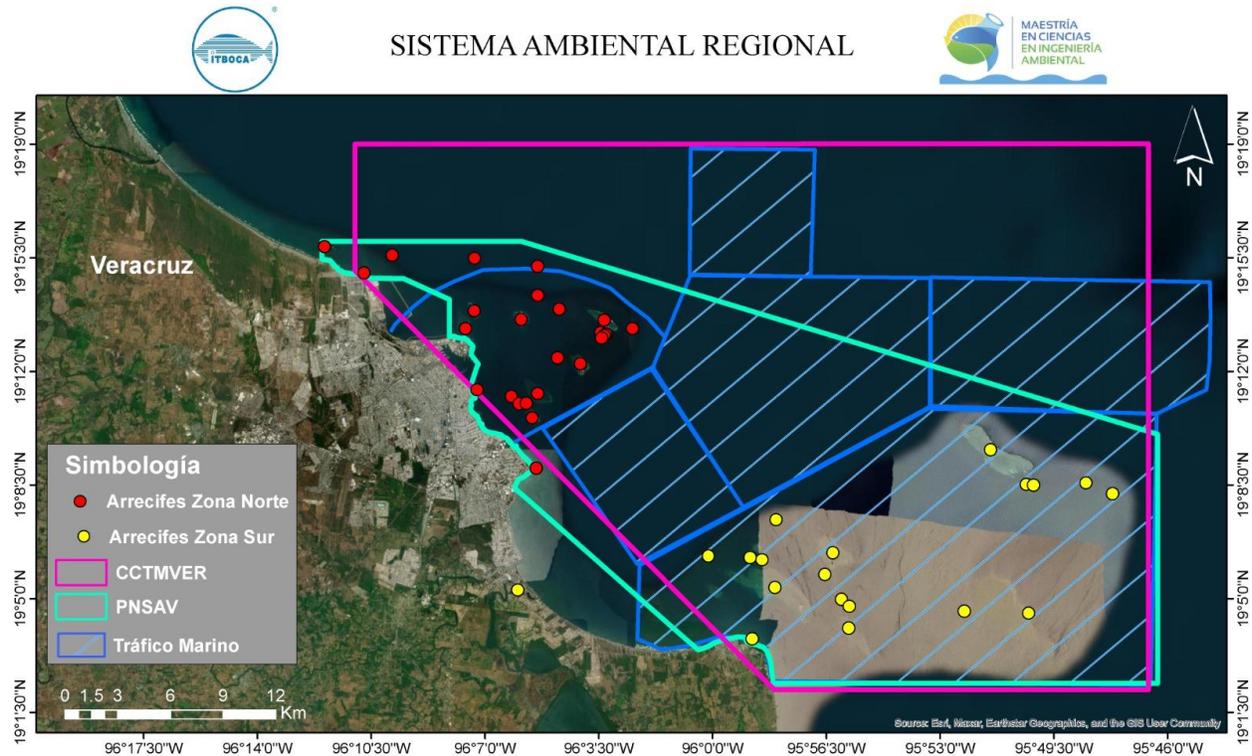


Figura 12. Sistema ambiental regional, indicando la zona de tráfico marino y el polígono del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, potencialmente afectado por el vertimiento de gases de lastre.

Considerando lo anterior, la zona de riesgo potencial por el vertimiento de aguas de lastre al momento de efectuarse la carga y descarga de mercancías en los muelles del puerto de Veracruz,

serían las comunidades arrecifales y la comunidad pesquera del municipio de Veracruz, en la zona norte del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (Figura 13).

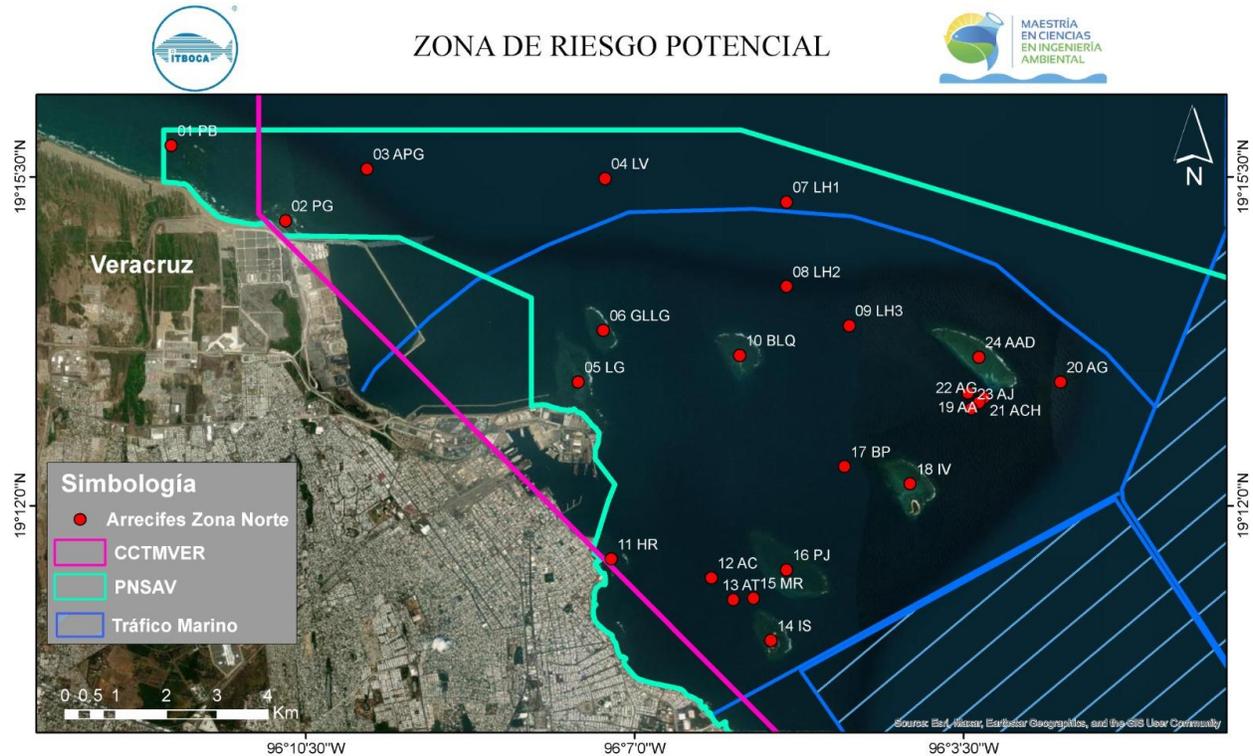


Figura 13. Arrecifes de la zona norte del PNSAV, identificados como la Zona de riesgo potencial por el vertimiento de agua de lastre

### 5.4 Discusión de la Estimación del riesgo potencial, a partir de los volúmenes probables de vertimiento de las aguas de lastre, en la ciudad-puerto de Veracruz.

El vertimiento de las aguas de lastre por el movimiento de carga representa un riesgo potencial para el Sistema Ambiental Regional, particularmente las comunidades arrecifales de la zona norte del PNSAV así como las comunidades pesqueras.

Existe incertidumbre sobre la implementación de las normas que regulan la gestión de las aguas de lastre por parte de las navieras responsables de las embarcaciones que cargan y descargan mercancías en el puerto de Veracruz, siendo que no se puede asegurar que se cumpla el estándar de la Norma D-1, que requiere que los barcos realicen un intercambio de agua de lastre de modo que al menos el 95% del agua en volumen se intercambie lejos de la costa (mínimo 200 millas náuticas y al menos a 200 metros de profundidad), ni de la Norma D-2, que establece los criterios bajo los cuales se permitiría la descarga de aguas de lastre, indicando el número de organismos viables por metro cúbico, número de unidades formadoras de colonias de *E. coli* así como de enterococos intestinales. Los estándares de la gestión de aguas de lastre establecidos por la Organización Marítima Internacional indicaron la obligatoriedad de cumplimiento de ambas



Normas, a partir de la fecha de entrada en vigor del Convenio Internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques, siendo que en México se oficializó en 2017. Finalmente, respecto al cumplimiento de la Norma D-3, para el 2019 se identificó que de 95, 402 buques registrados solo el 7.66% contaban con un sistema de tratamiento de aguas de lastre instalado; cuya implementación se ha dado en mayor proporción en los buques de más reciente construcción, como son los buques graneleros (23.32%) y de carga general (21.04%) (UNCTAD, 2019).

Como se pudo apreciar, del 2003 al 2021 se ha incrementado anualmente el tráfico marítimo, pasando de 1, 464 a 2,012, e incrementando el volumen potencial de vertimiento de aguas de lastre, pasando de 70, 272, 000 m<sup>3</sup>/día a 96, 576, 00 m<sup>3</sup>/día, lo anterior considerando que durante las maniobras de descarga de mercancía estuvieran realizando un vertimiento de 2, 000 m<sup>3</sup>/ hora de aguas de lastre.

Existen factores de riesgo para que se detone un proceso de bioinvasión de especies en los puertos de arribo que permiten asociarlas a la descarga de agua de lastre, como son, el volumen y frecuencia de las descargas de agua de lastre, la similitud ambiental entre los puertos de origen (puerto donante) y los puertos de destino (BWRA 2003 Mallmann y Asmus 2006, FMAM-PNUD-OMI 2009) y la presencia de especies de riesgo en la bio-región del puerto donante (Mallmann y Asmus 2006). También es importante considerar el tamaño o capacidad del tanque de lastre y el tiempo de confinamiento del lastre o tiempo de viaje del buque (BWRA 2003, Mallmann y Asmus 2006).

De acuerdo con los resultados presentados, la zona de riesgo potencial por el vertimiento de las aguas de lastre serían los arrecifes de la zona norte del PNSAV, que ya se encuentran sometidos a diferentes grados de estrés por las descargas municipales de aguas residuales, la descarga de sedimentos del río Antigua, por la presencia de especies exóticas invasoras (anfípodos, coral copa naranja, pez león y medusa) (Wingfield I. et al 2011 y SEMARNAT 2017).

Por otro lado se ha registrado la presencia de las bacterias patógenas *Vibrio complex*, *Vibrio coralliilyticus*, *Vibrio shilonii*, *Serratia marcescens*, *Aurantimonas coralicida* y *Oscillatoria* asociadas a la presencia de síndromes de coral (banda oscura, mancha amarilla, blanqueamiento y banda oscura) en las especies de coral *Siderastrea siderea*, *Colpophyllia natans*, *Porites atteroides*, *Montrastrea cavernosa* y *M. faveolata*, las cuales se encuentran ampliamente distribuidas en los arrecifes de la zona norte, Gallega, Galleguilla, Blanquilla, Verde y Bajo Mersey (Pérez Fuentes et al 2014).

## **5.6 Conclusión de la Estimación del riesgo potencial, a partir de los volúmenes probables de vertimiento de las aguas de lastre, en la ciudad-puerto de Veracruz.**

Considerando que del 2002 a la fecha se ha incrementado el tráfico marino en el puerto de Veracruz, el vertimiento de las aguas de lastre en los arrecifes de la zona norte de Veracruz representa un riesgo potencial para la conservación de la biodiversidad que ya se encuentra sometida a la presión de la descarga de aguas residuales así sedimentos del río Antigua; lo



anterior propicia las condiciones de vulnerabilidad para que se detonen procesos de bioinvasión de especies invasoras.

### **5.7 Establecer las medidas precautorias para la ciudad-puerto de Veracruz, fundamentadas en el análisis de los ordenamientos jurídicos ambientales y el riesgo potencial de las aguas de lastre.**

#### **5.7.1 Percepción del estado de conservación de la biodiversidad del PNSAV**

La NOM-059-SEMARNAT-2010 es un instrumento jurídico-administrativo que tiene el objetivo de identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en México para la atención y protección correspondiente, mediante la integración de las listas correspondientes y maneja cuatro categorías de riesgo: 1) Probablemente extinta en el medio silvestre (E), 2) En peligro de extinción (P), 3) Amenazadas (A) y 4) Sujetas a protección especial (Pr) (SEMARNAT, 2010). La metodología aplicada para la designación de la categoría de peligro de las especies se fundamenta en la aplicación del Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de Especies Silvestres de México (MER), que se constituye de cuatro criterios, tres de los cuales consideran la biología e historia natural de una especie o subespecie (distribución, características del hábitat y biológicas), y el cuarto básicamente se enfoca en la interacción con el hombre (SEMARNAT 2002), considerando la fragilidad que puede representar un escenario de disturbio o impacto por causas antropogénicas (Sánchez-Salas et al 2013).

De acuerdo con lo indicado en el Programa de Manejo del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano se tienen registradas por lo menos 37 especies de fauna y 35 especies de flora dentro de alguna categoría de peligro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 debido a la vulnerabilidad de sus poblaciones naturales, entre las que se encuentran especies de coral (*Acropora palmata*, *A. cervicornis*, *Plexaura homomalla* y *P. dichotoma*), tortugas marinas (*Chelonia mydas*, *Lepidochelys kempii*, *Caretta caretta*, *Eretmochelys imbricata* y *Dermodochelys coriácea*), mamíferos marinos (*Tursiops truncatus* y *Steno bredanensis*, *Stenella attenuata*), entre otras (SEMARNAT, 2017).

A pesar de que los listados de especies en peligro indicados en la NOM-059 son un punto de partida para la implementación de estrategias de conservación y preservación de especies nativas dentro de los sistemas ambientales, en el caso de los mamíferos no endémicos están sobrerrepresentados mientras que el riesgo de extinción de los mamíferos endémicos está subestimado (García Aguilar et al 2017).

#### **5.7.2 Percepción socio ambiental de la actividad pesquera**

Uno de las principales actividades económicas de la zona conurbada Veracruz- Boca del río es la actividad pesquera de autoconsumo y comercio local, la cual es artesanal y multiespecífica; el área de influencia de esa actividad abarca parte de la costa frente a los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado, en la localidad de Antón Lizardo, que basa su economía en esta actividad. Se debe mencionar que el desarrollo de esta actividad productiva es estacional y se encuentra



sujeta a la presencia de fenómenos meteorológicos que dominan la región, como los nortes y suradas. De acuerdo con la percepción social, 75% de los pescadores del municipio de Boca del río (comunidad de Antón Lizardo) y el 84% de los pescadores del municipio de Veracruz reconoció que los recursos pesqueros se han deteriorado; más en abundancia que distribución y tamaño; casi el 45% de los encuestados informaron que los recursos habían disminuido debido a la sobrepesca causada por sus propias actividades aunque también asocia el deterioro de los recursos pesqueros al impacto en los arrecifes, causado por actividades antropogénicas del puerto así como del turismo en Veracruz. Ellos consideran que el hábitat de los peces y las rutas migratorias han cambiado principalmente como resultado de la contaminación modificando la distribución de los recursos ha cambiado (Jiménez Badillo 2007).

En cuanto a la valoración económica de la pesquería y los servicios de turismo, para el año 2008 se registraron ingresos por 5, 444, 774 de dólares americanos por buceo recreativo en el PNSAV, 9, 519, 365 dólares americanos (694, 844.16 pesos mexicanos) por visitantes de superficie y 1, 915, 047 dólares americanos (139, 784.45 pesos mexicanos) derivado de las pesquerías (Pérez España et al 2010).

### **5.7.3 Costos de la Gestión, protección y conservación ambiental en México**

Para comprender el valor económico del impacto al medio ambiente y los recursos naturales derivado de las actividades económicas de los sectores productivos en México, en referencia al Producto Interno Bruto, así como el monto erogado para la protección del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), integra el Subsistema de Información Económica, específicamente las Cuentas económicas y Ecológicas de México. El objetivo de estos indicadores es establecer los datos estadísticos concernientes a la información referente a los recursos naturales y el medio ambiente, para apoyar los programas y estrategias vinculadas con los Planes Nacionales de Desarrollo. De acuerdo a la naturaleza del presente proyecto, a continuación se presenta el análisis de la tendencia histórica, del 2003 al 2022, de los siguientes indicadores:

- Costos totales por agotamiento y degradación ambiental y Gasto en Protección Ambiental total del sector público
- Gasto en Protección Ambiental total a favor de la biodiversidad

#### **5.7.3.1 Costos totales por agotamiento y degradación ambiental y el gasto en protección ambiental total del sector público**

De acuerdo con las estadísticas del INEGI, entre el 2003 al 2022, los costos totales por agotamiento y degradación ambiental en México, oscilaron entre los 493, 319 millones de pesos y 1, 210, 848 millones de pesos, triplicándose los costos durante el periodo referido. En contraste, el gasto en Protección Ambiental total, integrado por la protección ambiental y la gestión de los recursos naturales, aunque se ha incrementado gradualmente desde el 2003, hasta el 2022 no rebasó los 190, 018 millones de pesos (figura 14).



Figura 14. Gasto en Protección Ambiental total del sector público, principales indicadores. (INEGI 2022) Elaboración propia.

### 5.7.3.2 Gasto en Protección Ambiental total a favor de la biodiversidad

Por otro lado, el gasto en protección ambiental total a favor de la biodiversidad aportado por el Gobierno Federal de México oscila entre los 6, 102 (en 2003) hasta los 21, 044 millones de pesos (en 2015); se puede apreciar un incremento en el gasto total durante el periodo comprendido entre 2013 a 2015, sin embargo, en los últimos cinco años, se observa un decremento hacia los 15, 000 millones de pesos (figura 15).

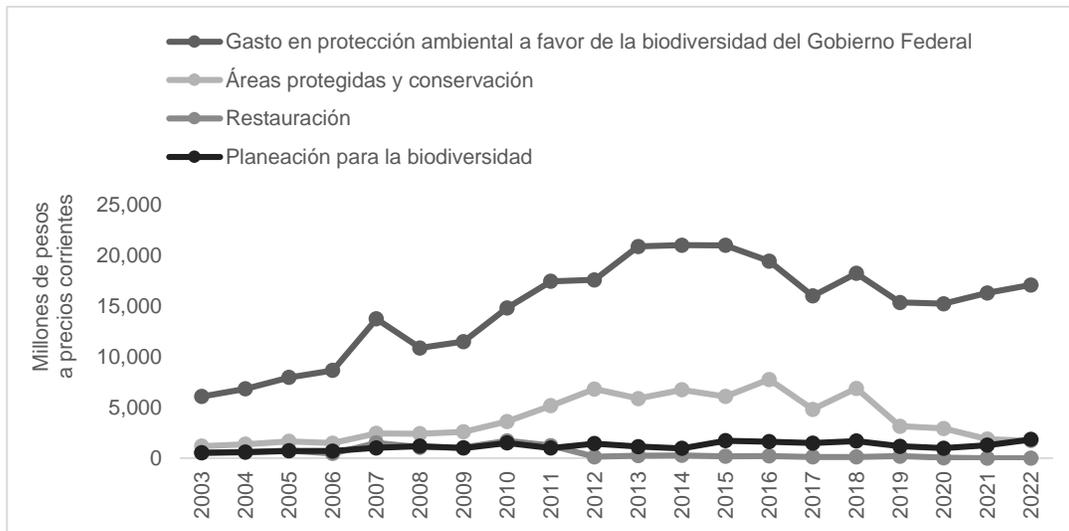


Figura 15. Gasto en protección ambiental total a favor de la biodiversidad del Gobierno Federal. (INEGI 2022) Elaboración propia.

#### **5.7.4 Propuesta de medidas precautorias**

Un enfoque precautorio pregunta: “¿cuánta contaminación puede evitarse?” “¿es eludible la utilización de ciertas tecnologías?”, “¿es posible adoptar medidas que reduzcan al máximo la exposición de la población a algún compuesto presumiblemente peligroso?” (Ramírez 2007). Se considera que existen por lo menos tres requisitos para la aplicación del principio precautorio: 1. Situación de incertidumbre acerca del riesgo, 2. Evaluación científica del riesgo y 3. Perspectiva de un daño grave o irreversible, a estos se suma otros elementos como son la proporcionalidad, es decir, el costo económico social de las medidas a adoptar (Cafferatta, 2004).

De manera general se considera que el costo económico para erradicar las invasiones biológicas se cuadruplica cada década; se estima para el 2019 el costo global anual para controlarlas fue de 423 billones de dólares. Como se pudo apreciar en el análisis de los ordenamientos jurídicos ambientales, existe una hoja de ruta que traza las directrices generales para que se implementen las acciones para la adecuada implementación del Convenio Internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques, no obstante estos pueden ser reforzados a través de un enfoque de gobernanza integrado con acciones estratégicas complementarias (IPBES 2023), en el que a) Se fomenten la coordinación la colaboración a través de los mecanismos internacionales y regionales, b) Se establezcan metas nacionales alcanzables, c) Se comprendan los roles específicos de los actores, d) Se mejore la coherencia de políticas, d) Exista una participación de los sectores gubernamentales, la industria, la comunidad científica y las comunidades locales, e) Se apoyen y movilicen recursos para la innovación, investigación y tecnología y f) Apoyar los sistemas de información y el intercambio de datos.

Los mecanismos para implementar las directrices del Convenio referido se encuentran sutilmente esbozados en el principal instrumento regulatorio del Área Natural Protegida, es decir, el Programa de Manejo del PNSAV. No obstante, aún carece de acciones concretas que establezcan por ejemplo, puntos de vigilancia o control específicos para cerciorarse que el proceso de recambio de las aguas de lastre por parte de las navieras se lleve a cabo fuera del polígono del PNSAV, por ejemplo, o información específica relacionada con un monitoreo continuo y a largo plazo que permita la detección temprana de especies invasoras, al menos en el polígono colindante a la zona portuaria. Por otro lado, existe incertidumbre respecto a los protocolos implementados por la autoridad marítima, es decir, Capitanía de Puerto de la ASIPONA Veracruz, para verificar el cumplimiento de los responsables de las embarcaciones de, al menos, el Certificado Internacional de Gestión de aguas de lastre vigente y el último reporte de cambio o tratamiento de agua de lastre (norma D-1) (Abelando 2021 y CONABIO 2010).

Considerando las afectaciones potenciales que representaría el incremento de especies invasoras producto del vertimiento de aguas de lastre y que la actividad del comercio marítimo es esencial para el desarrollo de la economía del país, se propone la alineación de estrategias que permitan el desarrollo de la actividad marítima así como el cumplimiento de las directrices del Convenio para la gestión de aguas de lastre:

Tabla 13. Propuesta de medidas precautorias aplicables al manejo de las aguas de lastre en la ciudad puerto de Veracruz.

Directriz	Objetivo	Medida precautoria
<p>Vinculación institucional: ASIPONA Veracruz y Dirección del Área Natural Protegida</p>	<p>Verificar el cumplimiento del Convenio y prevenir el impacto de las aguas de lastre en el Área Natural Protegida.</p>	<p>1. Establecer mesas de trabajo coordinados entre la comunidad portuaria (autoridades, empresas navieras y cesionarios) y las autoridades ambientales, responsables del manejo del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, para identificar las medidas implementadas actualmente para el manejo y gestión de las aguas de lastre.</p>
<p>ASIPONA Veracruz</p>		<p>2. Establecer lineamientos Institucionales para que la gestión de las aguas de lastre cumpla con las Directrices del Convenio para el manejo y gestión de aguas de lastre</p> <p>3. Incluir dentro de los procesos de inspección de las navieras mejoras para incluir la verificación de tecnologías para el tratamiento de las aguas de lastre a bordo de las embarcaciones.</p>
<p>Investigación y difusión</p>	<p>Identificar y caracterizar las especies invasoras presentes en el Área Natural Protegida para su detección temprana</p>	<p>4. Realizar listados actualizados y disponibles para la comunidad portuaria y científica que coadyuden a la identificación temprana de dispersión de las especies invasoras.</p> <p>5. Identificación, por parte de la autoridad ambiental, de los efectos del cambio climático y otros factores que promuevan por la dispersión e introducción de especies invasora así como sus posibles vías de introducción.</p>
<p>Monitoreo ambiental- Conservación de la biodiversidad</p>	<p>Gestionar los recursos técnicos necesarios para prevenir y conservar la biodiversidad del PNSAV.</p>	<p>6. Que la autoridad ambiental correspondiente establezca los lineamientos para la identificación, prevención y manejo de poblaciones de especies invasoras en la zona arrecifal.</p>
<p>Monitoreo ambiental- recursos económicos</p>		<p>7. Aplicar medidas de detección temprana y respuesta rápida para prevenir nuevas invasiones de especies exóticas, incluso mediante evaluaciones rápidas de riesgos, posibles modelos de distribución basados en escenarios, vigilancia, programas de ciencia ciudadana y sistemas de alerta y protocolos de respuesta rápida, como sistemas de comando de incidentes.</p> <p>8. Que se establezca el análisis costo-beneficio y costo-efectividad de las acciones establecidas en los lineamientos establecidos por la autoridad ambiental, así como las responsabilidades para la implementación, seguimiento y monitoreo.</p>



Directriz	Objetivo	Medida precautoria
Monitoreo ambiental- Recursos técnicos		9. Que la autoridad ambiental correspondiente establezca un Programa para el monitoreo de calidad del agua.
	Identificación temprana de especies invasoras	10. Establecimiento de un programa socio-ambiental que permita el involucramiento del sector pesquero como principales observadores de la detección de especies exóticas invasoras en la zona arrecifal.

### Conclusión, Objetivo 3

- Se identifica la necesidad de establecer mesas de trabajo en las que estén involucrados los actores responsables del desarrollo del transporte marítimo (Capitanía de Puerto y ASIPONA Veracruz) los responsables de la gestión del Área Natural Protegida, con la finalidad de verificar los controles implementados para la gestión de las aguas de lastre, así como el establecimiento de lineamientos que contribuyan a la protección y conservación del medio ambiente.
- Por otro lado, es necesario verificar el grado de implementación y cumplimiento de las Normas establecidas en el Convenio para la gestión y manejo de las aguas de lastre por parte de los responsables de la actividad marítima, con la finalidad de disminuir identificar el grado de cumplimiento actual.
- Asimismo se considera necesario generar y actualizar la información referente a los registros y listados de especies invasoras y sus patrones de distribución, a nivel local y regional, con la finalidad de disminuir la incertidumbre científica relacionada con los vacíos de información existentes.



## 6. Bibliografía y fuentes de consulta

- Abelando M.I. 2021. Control del agua de lastre como fuente de ingreso de especies exóticas invasoras en puertos argentinos de la Cuenca del Plata. Revista del laboratorio Tecnológico del Uruguay, INNOTEC. No. 22 (e56s). <https://doi.org/10.26461/22.09>
- Alidoost Salimi P. A., Creed J.C., Esch M.M., Fenner D., Jaafar Z., Levesque J.C., Montgomery A.D., Salimi M.A., Alidoost Salimi M., Patterson Edward J.K., Diraviya Raj K y Sweet M. 2021. A review of the diversity and impact of invasive non-native species in tropical marine ecosystems. Marine Biodiversity Records, 14:11. 19 p.
- Apín Campos Y.C. y Torres Pérez B. 2016. Introducción de especies invasoras a partir del agua de lastre proveniente del transporte marítimo comercial: estado de arte. Ciencia en su PC, núm. 2. 56-70 p.
- Administración del Sistema Portuario Nacional (ASIPONA) 2022. Programa Maestro de Desarrollo Portuario del Puerto de Veracruz 2022-2027. Dirección General de Puertos, Secretaría de Marina. 98 p.
- Becerra G y Castorino, J.A. 2016. Acerca de la noción de “marco epistémico” del constructivismo. Una comparación con la noción de paradigma de Kuhn. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), número 31, vol. 11. 9-28 p.
- Buitrago D. y Elías A. 2018. El principio de precaución en la jurisprudencia constitucional. Derectum. Universidad libre seccional, Barranquilla. Volumen 3 No. 2: 107-126 p.
- Burke L., Reynter K. Spalding M, y Perry A. 2011. Reef at risk, revisited. World Resources Institute. 131 p.
- BWRA. 2003. Ballast water risk assessment (Activity 3.1). BWRA User Guide (v1.4) for the BWRA Database / GIS System. GEF/UNDP/IMO, Global Ballast Water Management Programme, 89 pp. International Maritime Organization (IMO), London.
- Cafferatta N.A. 2004. El principio precautorio. Gaceta Ecológica, núm. 73, octubre-diciembre. Secretaría de Medio Ambiente y Recurso Naturales, pp 5-21, 18 p.
- Cederstav, A., Lawrence, J. y Quintanilla, V. 2015. La protección de los arrecifes de coral en México. Rescatando la biodiversidad marina y sus beneficios para la humanidad. IV Amenazas de los arrecifes de coral. AIDA. 42 p.
- CONABIO. 2010. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 94 p.
- De Cózar Escalante J. M. 2005. Principio de precaución y medio ambiente. Rev. Esp. Salud Pública. 79:133-144. 12 p.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1994. Acuerdo mediante el cual se amplía la delimitación y determinación del recinto portuario del puerto de Veracruz, municipio de Veracruz-Llave, Ver. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. 112 p.



Diario Oficial de la Federación (DOF). 2012. Decreto que modifica que modifica al diverso por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del Estado de Veracruz Llave, con una superficie de 52,238-91-50 hectáreas, publicado los días 24 y 25 de agosto de 1992. 11 p.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2014. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas. Última reforma DOF 21-05-2014. 53 p.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2014. Acuerdo por el que se modifica la delimitación y determinación del Recinto Portuario del Puerto de Veracruz, ubicado en el Municipio de Veracruz-Llave, en el Estado de Veracruz. 38 p.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2014. Reglamento de la Ley General del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental. 29 p.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2017. Decreto Promulgatorio del Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques, adoptado en Londres, el trece de febrero de dos mil cuatro, en el marco de la Organización Marítima Internacional (OMI). 23 p.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2021. Acuerdo Secretarial Núm. 380/2021, en el cual se da aviso general para dar a conocer la nueva denominación de las Empresas de Participación Estatal Mayoritarias, sectorizadas a la Secretaría de Marina.

FMAM-PNUD-OMI. 2009. Directrices para la Evaluación de la Condición Jurídica y Social Nacional del Agua de Lastre. Monografía GloBallast No. 17.

FMAM-PNUD-OMI Asociaciones GloBallast y el IIO. 2009. Directrices para la evaluación de la condición jurídica y social nacional del agua de lastre. Monografía GloBallast, Series 17: 1-28. Unidad de Coordinación del Programa de las Asociaciones GloBallast / Organización Marítima Internacional, Londres.

García-Aguilar, M. C., Luévano-Esparza, J. y de la Cueva, H. 2017. La fauna nativa de México en riesgo y la NOM-059: ¿Están todos los que son y son todos los que están?. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 33(2), 188-198.

Global Maritime Forum. 2022. La transición energética del transporte marítimo. Oportunidades estratégicas en México. 115 páginas. <https://www.globalmaritimeforum.org/getting-to-zero-coalition>

GBO-5 (Global Biodiversity Outlook 5). 2020. Perspectiva mundial sobre la diversidad biológica 5. 212 p.

González López Primitivo B. y Salamanca Giménez Antonio. 2013. Contaminación biológica del mar por el agua de lastre de los buques y medios para evitarla. Colegio de Ingenieros navales y oceánicos. ISBN: 978-84-939303-3-2. 70 p.

González de Cossío F. SF. Las medidas precautorias como garantía de efectividad del arbitraje. 31 p,



González de Cossío F. SF. Medidas precautorias en arbitraje: hacia un mejor estándar de daño. 28 p,

Hurtado M., Estacio J. y Fandiño P.A. 2019. Análisis de riesgo según la metodología FMEA, basado en el Sistema de Gestión de Calidad. Ingeniería Industrial. 15 p.

INEGI. 2022. Cuentas de actividades ambientales/ Gasto en Protección Ambiental total del sector público, principales indicadores. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Cuentas Económicas y Ecológicas de México, 2022. Preliminar. Año Base 2018. Recuperado el día 20 de mayo del 2024. <https://www.inegi.org.mx>

INEGI. 2022. Cuentas de actividades ambientales/ Gasto en Protección Ambiental total a favor de la biodiversidad. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Cuentas Económicas y Ecológicas de México, 2022. Preliminar. Año Base 2018. Recuperado el día 20 de mayo del 2024. <https://www.inegi.org.mx>

International Maritime Organization (IMO). 1997. Resolution A. 868 (20), Guidelines for the control and management of ship's ballast water to minimize the transfer of harmful aquatic organisms and pathogens. 17 p.

IPBES. 2023. Summary for Policymakers of the Thematic Assessment Report on Invasive Alien Species and their Control of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Roy, H. E., Pauchard, A., Stoett, P., Renard Truong, T., Bacher, S., Galil, B. S., Hulme, P. E., Ikeda, T., Sankaran, K. V., McGeoch, M. A., Meyerson, L. A., Nuñez, M. A., Ordonez, A., Rahlao, S. J., Schwindt, E., Seebens, H., Sheppard, A. W., and Vandvik, V. (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7430692>. 56 p.

Jiménez Badillo M. L. 2007. Management challenges of small scale fishing communities in a protected reef sistema of Veracruz, Gulf of Mexico. Article in Fisheries Management and Ecology. DOI: 10.1111/j.1365-2400.2007.00565. 9 p.

Martín Solano D. 2019. Los límites del conocimiento y el alcance de la racionalidad. Universidad de la Rioja. Tesis Doctoral. 285 p.

Mallman D & M Asmus. 2006. Implementación de un modelo de evaluación de riesgo del agua de lastre en el puerto de Río Grande, Brasil. Investigaciones Marinas, Valparaíso 34(2): 205-210.

Mendoza R., Ramírez Martínez C., Aguilera C., y Meave M.E. 2014. Principales vías de introducción de las especies exóticas, en R. Mendoza y P. Koleff (coord.). Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 43-73 p.

Muelle Molinares A. M. 2012. El principio de precaución y su aplicabilidad en la temática de aguas de lastre en Colombia. Serie documentos de investigación en derecho, no. 18. Santa Mara: Universidad Sergio Arboleda. 166 p.

Naciones Unidas. 2021. Informe sobre el transporte marítimo, Panorama general. Conferencia de las naciones unidas sobre comercio y desarrollo. 31 p.

Nava Escudero C. 2009. El principio de precaución en el derecho internacional ambiental. En Derecho Ambiental y Ecología, Año 1, núm. 2. Biblioteca Jurídica virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. 57-66 p.



Nuñez Navarro H., Viggiani Villadiego I., Mendivil Ternera M., Mojica Hereazo J., Rojas Milán R. 2020. Estudio de estrategias verdes como medida para mitigar la contaminación marina generada por buques. BILO Vol. 2 no. 2, Julio –Diciembre. 11 p.

Ocaña-Luna A., Sánchez-Ramírez M. y Aguilar Durán R. First record of *Phyllorhiza punctata* von Lendenfeld, 1884 (Cnidaria: Scyphozoa, Mastigiidae) in Mexico. Aquatic Invasions. 2010. Volume 5, Supplement 1: S79-S84 doi: 10.3391/ai.2010.5.S1.017 6p.

Okolodkov Y.B., R. Bastida Zavala, A.L. Ibáñez, J.W. Chapman, E. Suárez-Morales, F. Pedroche y F. Gutiérrez-Mendieta. 2007. Especies acuáticas no indígenas en México. Ciencia y Mar XI (32):29-67.

Okolodkov Y.B. y García Escobar H. 2014. Aguas de lastre y transporte de los organismos incrustantes, leyes y acciones: perspectivas para México. En Especies invasoras acuáticas: Casos de estudio de ecosistemas de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto de Ecología y Cambio Climático, Universidad de la Isla del Príncipe Eduardo. 55-80 p.

Organización Marítima Internacional (OMI). 2002. MARPOL 73/78, Artículos, protocolos, anexos e interpretaciones unificadas del Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el Protocolo de 1978. 594 p.

Organización Marítima Internacional (OMI). 2004. BWM/CONF/36. Adopción del acta final y cualquier instrumento, recomendaciones y resoluciones resultantes de los trabajos de la conferencia, Convenio Internacional para el control y gestión de agua de lastre y sedimentos de los buques. 38 p.

Organización Marítima Internacional (OMI). 2013. Determinación y gestión de los riesgos relacionados con los organismos transportados en el agua de lastre de los buques. GEF-UNDP-IMO GloBallas Partnerships and WMU. 130 p.

Padilla y Sotelo L.S. 2010. Puertos de México geoestratégicos clave. Una aproximación desde la perspectiva geográfica. Revista Transporte y Territorio, núm. 3. 124-144 p.

Palos Forcano C. 2014. Análisis de la estabilidad de un buque durante la operación de descarga de una carga pesada. Tesis de Ingeniería. Universidad Politécnica de Catalunya. 117p.

Pérez España H., Bello Pineda J., Granados Barba A., Salas Monreal D. y Ortiz Lozano L. Economic evaluation of fisheries and tourist services of the Veracruz Reef System National Park, Mexico: A spatial Approach. 2010. IIFET 2010 Montpellier Proceedings. 11 p.

Pérez Fuentes J.L., Galaviz Villa I., Lango Reynoso F., Castañeda Chávez M del R. 2014. Pathogenic bacteria in corals from Veracruz Reef System National Park. Journal of modern engineering research. 9 p.

Quintero González, J.R., Cortázar Ávila A.M. y Ramírez Sosa Y.A. (2017) Transporte marítimo internacional: aspectos operativos y comercio, logística portuaria, aspectos jurídicos y comerciales, prospectiva para Colombia. Journal de Ciencia e Ingeniería, vol. 10, no. 1. 18 p.

Rodríguez A.G. y Vargas Cháves I. 2017. Principio de precaución, desafíos y escenarios de debate. Universidad del Rosario. 97 p.



Sánchez Salas J., Muro G., Estrada Castellón E., Alba-Ávila J.A. 2013. El MER: un instrumento para evaluar el riesgo de extinción de especies en México. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. doi: 10.5154/r.rchsza.2012.06.037. 7 p.

Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT). 2019. Veracruz El gran puerto de México. Coordinación de Puertos y Marina Mercante. 250 p.

Secretaría de Marina. 2022. Informe estadístico mensual, Movimiento de carga, buques y pasajeros en los puertos de México. Dirección General de Puertos, Coordinación General de Puertos y Marina Mercante. Enero-diciembre 2021-2022. 56 p.

SEMARNAT. 2017. Programa de Manejo Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 352 p.

SEMARNAT. 2019. Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional. 71 p.

SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059SEMARNAT-2001 Protección ambiental—especies nativas de México de flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 6 de marzo de 2002, Segunda Sección. México.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059SEMARNAT-2001 Protección ambiental—especies nativas de México de flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 26 de noviembre de 2010, Tercera Sesión Extraordinaria. México.

SEMARNAT. (8 de mayo de 2023). Áreas Naturales Protegidas. Gobierno de México. Recuperado el día 20 de mayo del 2024 de <https://www.gob.mx>

SEMARNAT. (16 de febrero de 2023). Áreas Naturales Protegidas. Gobierno de México. Recuperado el día 20 de mayo del 2024 de <https://www.gob.mx>

Silva Hernández F. 2019. Principio de prevención y precautorio en material ambiental. ISSN 2413 - 2810, Volumen 8 Nro. 11 Julio - Diciembre, 2019 ▪ Pag. 93 - 106

Torres Orozco D., Jiménez Sierra C.L., Sosa Ramírez J., Cortés Calva P., Solís Cámara A.B., Iñiguez Dávalos L.I. y Ortega Rubio A. 2015. La importancia de las áreas naturales protegidas en nuestro país en Ortega Rubio A., Pinkus Rendón M.J y Espitia Moreno I.C. (Editores). 2015. Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en Mexico. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., La Paz B.C.S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacán de San Nicolas de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México, 572 p.

Tunnell Jr., J.W., Barrera, N., Beaver, C.R., Davidson, J., Vega, J.E., 2007. Checklist of the Biota Associated with Southern Gulf of Mexico Coral Reefs and Coral Reef Islands. Gulf Base/Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, Texas A&M University-Corpus Christi, Corpus Christi, Texas online database at [www.humanngulfbase.org](http://www.humanngulfbase.org)

UN Environment Programme (UNEP). 1998. Informe sobre la cuarta reunión de la conferencia de las partes en el Convenio sobre la diversidad biológica, UNEP/CBD/COP/4/27. 157 p.



UN Environment Programme (UNEP). 1999. Especies exóticas: principios rectores para la prevención, introducción y mitigación de impactos, Convenio sobre la Diversidad Biológica, UNEP/CBD/SBSTTA/5/5. 16 p.

UN Environment Programme (UNEP). 2000. Enfoque por ecosistemas: ulterior elaboración conceptual, Convenio sobre la Diversidad Biológica, UNEP/CBD/SBSTTA/5/11. 27 p.

Winfield Ignacio, Cházaro-Olvera Sergio, Ortiz Manuel y Palomo-Aguayo Ulises. 2011. Lista actualizada de las especies de anfípodos (Peracarida: Gammaridea y Corophiidea) marinos invasores en México. Revista de Biología Marina y Oceanografía Vol. 46, N°3: 349-361.

## 7. Glosario de términos

Aguas de lastre

El agua, con las materias en suspensión que contengan, cargada a bordo de un buque para controlar el asiento, la escora, el calado, la estabilidad y los esfuerzos del buque (Convenio, 2004)

### **Balasto / aguas de lastre**

Peso adicional a bordo de las embarcaciones para que puedan operar con eficacia y estabilidad. Desde 1880 los buques han usado agua como lastre debido a que es accesible, fácil de cargar y bajar. Cuando el buque está libre de cargamento se llena de lastre, cuando se carga cargamento se descarga el agua de lastre (IMO, 2009).

### **Convenio para la gestión de aguas de lastre**

Convenio sobre la gestión del agua de lastre; el título abreviado de Convenio Internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques, (OMI, 2004).

### **Convenio sobre la Diversidad biológica (CDB, 1992)**

Establece las bases para proteger la biodiversidad, incluyendo medidas de protección contra las especies exóticas invasoras.

### **Derechos en el mar territorial mexicano**

La nación ejerce soberanía en el mar territorial y se extiende al espacio aéreo sobre dicho mar, así como a su lecho y subsuelo (SEMAR, 2005).

### **Doble**

Que se compone de dos partes, de dos cosas iguales o de la misma especie. El doble fondo tiene dos propósitos, primero como protección a desastres cuando el casco exterior es perforado y segundo como tanque de almacenamiento de lodos o de lastre (SEMAR, 2005).

### **Eslora**

Longitud del buque, medida desde el extremo de la proa hasta el extremo de la popa (SEMAR, 2005).

### **Especies invasoras**

Aquellas que prosperan sin ayuda del ser humano y amenazan hábitats naturales o seminaturales, fuera de su área habitual de distribución (CDB, 2009).



**Gasto corriente:**

Destinado a las operaciones más básicas del Estado (INEGI, 2024).

**Gasto de capital:**

Destinado a la obtención de activos (INEGI, 2024)

**Gasto en Protección Ambiental total a favor de la biodiversidad**

Gasto cuyo propósito sea tener un efecto positivo en la biodiversidad o reducir o eliminar las presiones sobre esta (BIOFIN, 2018).

**Gestión del agua de lastre**

Procedimientos mecánicos, físicos, químicos o biológicos, ya sean utilizados individualmente o en combinación, destinados a extraer o neutralizar los organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos existentes en el agua de lastre y los sedimentos, o a evitar la toma o la descarga de los mismos.

**GloBallast (GBP)**

Iniciativa conjunta de la OMI, el PNUD y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) para abordar el problema de las especies invasoras en el agua de lastre de los barcos; el objetivo principal de GBP es ayudar a los países en desarrollo a reducir el riesgo de invasiones biológicas acuáticas mediadas por aguas de lastre y sedimentos de los buques (OMI).

**Lastre**

Material pesado que se mete y estiban en tanques o en el plan de los buques para aumentar su estabilidad y navegar con seguridad cuando no llevan carga o cuando la ausencia de carga hace difícil la conducción (SEMAR, 2005).

**Mar territorial mexicano**

Su anchura es de 12 millas marinas (22, 224 metros) adyacente tanto en las costas nacionales, sean continentales o insulares, como a las aguas interiores; sus límites se miden a partir de la línea base, sean normales o rectas o una combinación de las mismas (SEMAR, 2005)

**Milla náutica**

Unidad de medida de longitud, que se emplea para expresar distancias en navegación; equivale a 1, 851.85 metros (SEMAR, 2005).

**Naviera**

Agencia naviera responsable del buque en tierra (APIVER, 2017). Persona dueña de una o más embarcaciones mercantes o pesqueras. Propietario de un buque, al que explota en nombre y por cuenta propios (SEMAR, 2005)

**Organización Marítima Internacional (OMI)**

Organismo especializado de las Naciones Unidas responsable de la regulación internacional de la seguridad y protección de los buques, así como la contaminación marina provocada por los buques.

**Plataforma continental e insular mexicana**



Comprenden el lecho y el subsuelo de las áreas submarinas que se extienden más allá del mar territorial, y a todo lo largo de la prolongación natural del territorio nacional, hasta el borde exterior del margen continental, o bien a una distancia de 200 millas marinas contadas desde las líneas de base (SEMAR, 2005).

### **Principio de precaución**

Cuando una actividad hace surgir amenazas de daño para el medio ambiente o la salud humana, se deben tomar medidas de precaución incluso si no se han establecido de manera científica plena algunas relaciones de causa-efecto (Drnas de Clément, 2021)

### **Puerto**

Abrigo natural o artificial en la costa donde pueden permanecer los buques y embarcaciones, provisto de las instalaciones necesarias para reparaciones, reabastecimiento, embarcar y desembarcar cargas y pasajeros (SEMAR, 2005)

Sistema de lastre: conjunto de bombas, tuberías y tanques que se utilizan para manejar en forma adecuada el lastre (agua), necesario para que el buque navegue en condiciones marineras (SEMAR, 2005)

### **Tonelaje de registro bruto (o registro bruto) (TRB)**

Volumen de todo el casco del barco, lo que incluye los camarotes de la tripulación y las zonas reservadas al almacenaje y maquinaria. Es el tonelaje bruto del barco tal y como aparece consignado en el registro nacional o en los documentos del barco.

### **VID**

Número de viaje del buque en el puerto (APIVER, 2017)