



Distr. LIMITADA

UNEP(DEPI)/CAR WG.44/INF.17.Rev1
20 de mayo de 2025

Original: Inglés

Séptimo Reunión del Comité Asesor Científico y Técnico (STAC) del Protocolo Relativo a la Contaminación Procedente de Fuentes y Actividades Terrestres (FTCM) en la Región del Gran Caribe

Virtual, del 22 al 25 de julio de 2025

CRITERIOS Y NORMAS REGIONALES PARA LAS CARGAS DE N Y P EN LOS VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS E INDUSTRIALES

Esta reunión se convoca virtualmente. Se ruega a los delegados que accedan a todos los documentos de la reunión por vía electrónica para descargarlos cuando sea necesario.

*Este documento ha sido reproducido sin edición formal

INFORME FINAL INTEGRADO

**CRITERIOS Y NORMAS REGIONALES PARA LAS CARGAS DE N Y P EN LOS
VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS E INDUSTRIALES**

ACUERDO DE FINANCIACIÓN A PEQUEÑA ESCALA

Preparado por: Instituto de Asuntos Marinos y

Centro de Investigación y Manejo Ambiental del Transporte

PRESENTADO POR EL INSTITUTO DE ASUNTOS MARINOS

ABRIL 2025

Autores y Colaboradores

Centro de Investigación y Manejo Ambiental del Transporte (CIMAB)

Autores:

Marlen Pérez Hernández, máster en Ciencias, Investigadora Asistente

Martha Valdez Martínez, Investigadora Asociada

Victor Sende Odoardo, máster en Ciencias, Investigador Asistente

Yamiris Gómez D'Angelo, máster en Ciencias, Investigadora Asistente

Jesús Beltrán González, Investigador Asistente

Colaboradores:

Freddy Potrillé Tito, máster en Ciencias, Investigador Asociado

Instituto de Asuntos Marinos (IMA)

Autores:

Dr. Maurice J. Narcis

Índice

RESUMEN EJECUTIVO	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 METODOLOGÍA	3
2. NORMAS Y CRITERIOS GENERALES DE CALIDAD AMBIENTAL	4
3. MARCOS REGULATORIOS PARA EL VERTIDO DE AGUAS RESIDUALES.....	6
3.1 Criterios y Normas para el Vertido de Aguas Residuales Domésticas e Industriales en Países de Habla Inglesa	6
3.1.1 ANTIGUA y BARBUDA.....	6
3.1.2 BAHAMAS.....	8
3.1.3 BARBADOS	8
3.1.4 BELICE.....	10
3.1.5 GRANADA.....	11
3.1.6 GUYANA	12
3.1.7 JAMAICA.....	13
3.1.8 SANTA LUCÍA.....	14
3.1.9 TRINIDAD y TOBAGO.....	15
3.1.10 ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA	16
3.2 Criterios y Normas para el Vertido de Aguas Residuales Domésticas e Industriales en los Países de Habla Hispana	19
3.2.1 COLOMBIA.....	19
3.2.2 COSTA RICA	21
3.2.3 CUBA	22
3.2.4 REPÚBLICA DOMINICANA	24
3.2.5 GUATEMALA.....	25
3.2.6 HONDURAS	27
3.2.7 MÉXICO	28
3.2.8 NICARAGUA.....	30
3.2.9 PANAMÁ.....	32
3.2.10 VENEZUELA	33
3.3 Análisis del Marco Regulatorio de Nutrientes para el Vertido de Aguas Residuales Domésticas en la WCR	35
3.4 Análisis del Marco Regulatorio de Nutrientes para el Vertido de Aguas Residuales Industriales en la WCR	41
4. MARCOS REGULATORIOS PARA LOS VERTIDOS DE NITRÓGENO Y FÓSFORO EN OTRAS REGIONES.....	45

4.1 AUSTRALIA	45
4.2 UNIÓN EUROPEA.....	46
5. PROPUESTAS DE NORMAS REGIONALES PARA EL VERTIDO DE NITRÓGENO Y FÓSFORO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	47
6. CONSIDERACIONES FINALES	50
7. REFERENCIAS.....	51
ANEXO I.....	59
CUESTIONARIO ACTIVIDAD 2.....	59
ANEXO II.....	62
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	62

Lista de Figuras

Figura 1 - Mapa de la Región del Gran Caribe	2
Figura 2 - Gráfico de barras de los límites de vertido de aguas residuales domésticas para los nutrientes propuestos	62
Figura 3 - Gráfico de dispersión de los límites de vertido de aguas residuales domésticas para los nutrientes propuestos.....	63

Lista de Tablas

Tabla 1 - Normas de Antigua y Barbuda para los compuestos de N y P en las aguas costeras receptoras.....	7
Tabla 2 - Límites de vertido de Barbados en las aguas costeras y marinas.....	9
Tabla 3 - Normas de Belice para los compuestos de N y P en los vertidos a las aguas costeras	11
Tabla 4 - Normas de Jamaica para los compuestos de N y P en los vertidos a las aguas costeras.....	13
Tabla 5 - Normas de Santa Lucía para los compuestos de N y P en los vertidos a las aguas de Clase I y en las aguas recreativas.....	15
Tabla 6 - Normas de Trinidad y Tobago para los compuestos de N y P en vertidos	16
Tabla 7 - Normas de calidad del agua marina ambiente de Trinidad y Tobago para N y P.....	16
Tabla 8 - Niveles de criterio de Florida (EE.UU.) para N y P en las aguas superficiales.....	17
Tabla 9 - Límites máximos permisibles para los nutrientes vertidos en el agua de mar en Colombia.....	20
Tabla 10 - Límites máximos permisibles para los nutrientes vertidos en el agua de mar en Costa Rica.....	22
Tabla 11 - Límites máximos permisibles de nutrientes para las aguas residuales vertidas en la zona costero-marina de Cuba.....	23

Criterios y Normas Regionales para las Cargas de N y P en los Vertidos de Aguas Residuales Domésticas e Industriales

Tabla 12 Límites máximos permisibles de nutrientes para las aguas residuales municipales e industriales vertidas en las aguas costeras de la República Dominicana	24
Tabla 13 - Límites máximos permisibles para los nutrientes vertidos en los cuerpos receptores en Guatemala	26
Tabla 14 - Límites máximos permisibles para los nutrientes vertidos de las aguas residuales en Honduras.....	27
Tabla 15 - Límites máximos permisibles de nutrientes para los vertidos de aguas residuales en México.....	29
Tabla 16 Límites máximos permisibles de nutrientes para las aguas residuales vertidas en los cuerpos receptores (incluidas las aguas marinas) para Nicaragua.....	31
Tabla 17 - Límites máximos permisibles para los nutrientes vertidos en las aguas continentales y marinas en Panamá	33
Tabla 18 - Límites máximos permisibles de nutrientes para los vertidos de aguas residuales en Venezuela.....	34
Tabla 19 - Límites máximos permisibles de vertidos domésticos para los parámetros de nutrientes en la WCR	37
Tabla 20 - Límites de efluentes industriales para los parámetros de nutrientes en la WCR ..	43
Tabla 21 - Directrices de Australia sobre los parámetros de nutrientes para las aguas marinas	50
Tabla 22 - Requisitos de la UE para los vertidos de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas	51
Tabla 23 - Normas regionales propuestas para el nitrógeno y el fósforo en los vertidos de aguas residuales domésticas a las aguas marinas	48

RESUMEN EJECUTIVO

En el Anexo III del Protocolo LBS se establecen los límites de vertido existentes para las aguas residuales domésticas en los cuerpos de agua costeros y marinos. Sin embargo, estos límites aún no incluyen ningún parámetro para los compuestos de nitrógeno (N) y fósforo (P). Se sabe que el exceso de N y P de las aguas residuales domésticas, las aguas residuales no tratadas, la escorrentía agrícola y los efluentes industriales es la causa principal de la eutrofización, las floraciones de algas nocivas y otros eventos no naturales que tienen efectos nocivos en los ecosistemas acuáticos.

Los Centros de Actividad Regional (RAC), IMA y CIMAB, colaboraron para revisar y analizar las normas existentes, los criterios de calidad del agua o los límites permisibles con respecto a los compuestos N y P en la región para el establecimiento de normas o criterios para estos compuestos en los vertidos domésticos e industriales. El IMA (de habla inglesa) y el CIMAB (de habla hispana) evaluaron la legislación y los reglamentos de efluentes correspondientes de veinte países del Caribe, Centroamérica y América Latina. Los países fueron evaluados a través de un cuestionario y un estudio teórico.

Se observaron muchas diferencias en la región a partir del análisis de la legislación y los reglamentos de aguas residuales. Para ello, es fundamental la forma en que se aborda la calidad del agua, que a veces se basa en la forma en que se aplican las normas, los criterios o los límites de vertido en un país determinado. Aunque similares, estos términos pueden tener significados muy distintos y son fundamentales para la forma en que se regulan los compuestos N y P. Además, el marco legislativo existente no se traduce automáticamente en reglamentos, ya que algunos países prohíben el vertido en los cuerpos de agua, pero no tienen límites establecidos. Sin embargo, muchos países tienen límites o criterios para N y P, pero hay una uniformidad mínima en la región en cuanto a los compuestos particulares (y sus respectivas formas) que se incluyen.

También se examinaron ejemplos de otros países para proporcionar conocimiento de diferentes regiones. Australia y la Unión Europea ofrecieron información útil sobre el vertido de aguas residuales domésticas y la utilización de los límites de N y P para la protección de los cuerpos de agua costeros. Esto destacó la importancia no sólo del establecimiento de límites de N y P, sino también de su aplicación de manera que pueda ayudar a los organismos de gestión ambiental a prevenir posibles eventos perjudiciales.

Después de la revisión, se propusieron compuestos específicos de N y P con los correspondientes límites de vertido para las aguas residuales domésticas en las aguas de Clase I y Clase II. También se formularon recomendaciones sobre el establecimiento de límites para los efluentes industriales y el uso potencial de las cargas contaminantes a largo plazo. Los límites propuestos deben considerarse como un paso inicial para el establecimiento de límites para el nitrógeno y el fósforo que aumentarán el Protocolo LBS para prevenir la contaminación marina en la región del Gran Caribe.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este estudio es apoyar el establecimiento de criterios regionales para los compuestos de Nitrógeno (N) y Fósforo (P) contenidos en los vertidos de aguas residuales y otros efluentes de fuentes domésticas e industriales. Los compuestos N y P son prevalentes en las fuentes de contaminación por nutrientes. El logro de la uniformidad mediante el desarrollo de normas regionales para N y P podría contribuir al fortalecimiento de una base para la protección del medio marino en el Caribe.

La importancia de este estudio y sus resultados radica en el apoyo que prestaría a la Estrategia y Plan de Acción Regional de Reducción de Nutrientes (RNRSAP). El desarrollo de RNRSAP fue iniciado por el Convenio de Cartagena, siendo uno de los objetivos el establecimiento de un marco de colaboración para la reducción progresiva de los impactos de las cargas excesivas de nutrientes en los ecosistemas costeros y marinos prioritarios en la Región del Gran Caribe (WCR). Una evaluación de normas regionales de nutrientes (N y P) existentes, los límites de vertido y los criterios de calidad del agua proporciona información significativa para este esfuerzo.

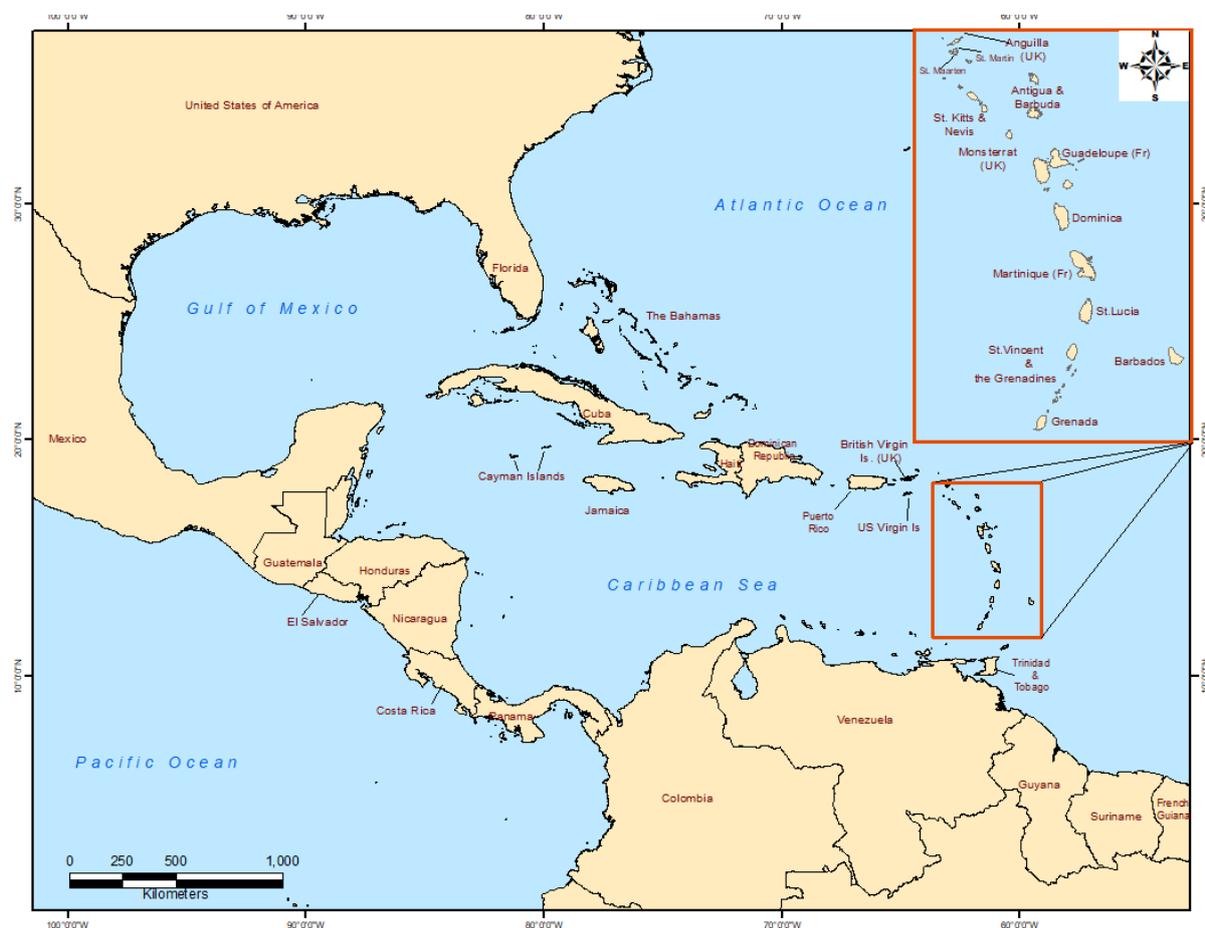


Figura 1 - Mapa de la Región del Gran Caribe

Hubo un total de veinte (20) países evaluados regionalmente, diez (10) países de habla inglesa y diez (10) países de habla hispana. Estos países son Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Belice, Granada, Guyana, Jamaica, Santa Lucía, Trinidad y Tobago y Estados Unidos de

América, Colombia, Costa Rica, Cuba, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, República Dominicana, Panamá y Venezuela.

1.1 METODOLOGÍA

Cuestionario

Se elaboró un cuestionario diseñado por los Centros de Actividad Regional (RAC), el Instituto de Asuntos Marinos de Trinidad y Tobago (RAC IMA) y el Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Costas y Bahías de Cuba (RAC CIMAB) y se distribuyó a los puntos focales de LBS de todos los países mencionados. El objetivo era recopilar información sobre los criterios/límites/normas regionales existentes en materia de N y P y los compuestos respectivos propuestos por cada país. Un total de 7 países (Barbados, Belice, Estados Unidos de América, Guyana, Honduras, Jamaica y Trinidad y Tobago) respondieron al cuestionario. Estas respuestas fueron revisadas e incorporadas en el informe subregional respectivo.

Revisión documental

Se llevó a cabo un estudio documental exhaustivo para reunir la información existente sobre cada país en relación con los límites N y P, especialmente en los casos en que no hubo respuesta al cuestionario distribuido. En este caso, las principales fuentes de datos fueron instrumentos jurídicos de cada país relacionados con el tema (normas, resoluciones, leyes, decretos) obtenidos en línea. A fin de ampliar aún más la propuesta de límites, también se llevó a cabo una revisión de las normas y criterios existentes en países de otras regiones.

Resultado

Los resultados obtenidos en cada estudio subregional se cotejaron, organizaron e integraron para su presentación en un único informe regional. Este trabajo tiene por objeto aportar claridad adicional a los límites N y P existentes de los países dentro de la WCR y ayudar en la propuesta de directrices para los criterios y normas N y P para su posible inclusión en el Protocolo LBS.

La importancia de este estudio radica en la capacidad de proporcionar una línea de base regional para los límites de efluentes de acuerdo con los compuestos N y P. En última instancia, las autoridades nacionales responsables de la gestión ambiental, en particular de la vigilancia, estarán en mejores condiciones de proteger los ecosistemas costeros sensibles de las actividades antropogénicas. Al protegerse contra los impulsores de la contaminación por nutrientes, las partes contratantes continúan implementando efectivamente el Protocolo LBS.

Esta actividad contó con el apoyo financiero de un acuerdo de financiación a pequeña escala con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Agencia Sueca de Desarrollo Internacional (ASDI).

2. NORMAS Y CRITERIOS GENERALES DE CALIDAD AMBIENTAL

Las normas, los criterios y los reglamentos suelen estar interconectados. Son obligatorias las normas referentes a la calidad del agua y los vertidos a los cuerpos de agua, formuladas por organismos gubernamentales o autoridades ambientales. Su enfoque se basa en la seguridad, es decir, los requisitos establecidos se centran en priorizar la salud tanto humana como del ecosistema.

Los reglamentos de calidad del agua para los vertidos generalmente se organizan en limitaciones de efluentes, que limitan directamente el vertido de aguas residuales a los cuerpos de agua receptores, determinando límites máximos permisibles para ciertos contaminantes en forma de concentración o carga. Las limitaciones de efluentes establecen límites o medidas de calidad que tienen como objetivo garantizar que después de que el efluente ingresa a las aguas del ambiente receptor, no se excedan las normas de calidad del agua ambiente establecidas para ese cuerpo de agua receptor. Por último, las normas combinadas consolidan e imponen diferentes límites de efluentes por clase o uso del cuerpo de agua receptor.

A diferencia de los reglamentos, las Normas de Calidad Ambiental (EQS) son concentraciones ambientales definidas de parámetros existentes en el aire, el agua o el suelo, que son lo suficientemente bajas como para no representar un riesgo significativo para la salud humana o el medio ambiente. La aplicación de una EQS se realiza directamente a los cuerpos receptores, es decir, aire, agua y suelo. Estas normas de calidad no son requisitos legales, sino que se utilizan para establecer políticas ambientales. Además, se aplican de manera que se pretende establecer un nivel de calidad aceptable para las emisiones emitidas por la población.

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) son medidas de la concentración o carga de los parámetros que caracterizan a un efluente o contaminante que, cuando se supera, provoca o tiene el potencial de provocar un aumento de las concentraciones ambientales de contaminantes en las aguas receptoras, hasta niveles que pueden provocar efectos nocivos para la salud humana o el medio ambiente. La aplicación de un LMP se realiza en el punto de vertido en un cuerpo de agua receptor. A diferencia de las Normas de Calidad Ambiental, los LMP establecen un límite aplicable a las emisiones, efluentes o vertidos al medio ambiente, en función de una determinada actividad humana. De esta manera, los LMP pueden ser exigibles y su cumplimiento puede ser obligatorio mediante los reglamentos sobre efluentes.

Cuando se aplican a un cuerpo de agua con un uso o propósito designado, normas para concentraciones de contaminación ambiental o LMP para concentraciones de vertido, forman criterios de calidad del agua. La comparación de las concentraciones de contaminantes medidas en el agua ambiente y los vertidos con los niveles de parámetros elegidos requeridos en los criterios de calidad del agua se puede utilizar para indicar si un cuerpo de agua en particular se encuentra actualmente en un estado apropiado para su uso designado. Una vez cumplidos los criterios establecidos, sirve para proteger la calidad de ese cuerpo de agua y evita que se degrade a un nivel de calidad perjudicial para la salud humana y/o los ecosistemas marinos.

Criterios y Normas Regionales para las Cargas de N y P en los Vertidos de Aguas Residuales Domésticas e Industriales

En esencia, la función de tener criterios es permitir que el organismo responsable de la calidad ambiental del agua determine el cumplimiento con respecto al reglamento establecido. Además, se pueden utilizar criterios para evaluar un cuerpo de agua a fin de determinar los niveles de parámetros actuales en comparación con el estado natural y cuál puede ser un uso designado adecuado para ese sitio en particular.

Es importante tener en cuenta que, a pesar de que los términos anteriores se han definido de manera general, se ha observado que a veces se usan indistintamente en la legislación de diferentes países. Como tal, es importante tener esto en cuenta, ya que se realizaron esfuerzos para reflejar directamente lo que se ha revisado en este estudio, al tiempo que se intenta minimizar cualquier confusión de estos términos.

3. MARCOS REGULATORIOS PARA EL VERTIDO DE AGUAS RESIDUALES

3.1 Criterios y Normas para el Vertido de Aguas Residuales Domésticas e Industriales en Países de Habla Inglesa

3.1.1 ANTIGUA y BARBUDA

Las Directrices de Calidad y Criterios del Agua (Cláusula VII, Sección 64 (2)) de la Ley de Protección y Gestión del Medio Ambiente de 2019 (EPMA) recogen la Política Nacional de Calidad del Agua que estableció directrices para la gestión de la calidad de los recursos hídricos en Antigua y Barbuda, con el objetivo general de proteger la salud humana, la vida acuática y las cualidades estéticas. La Política se ocupa del mantenimiento de la calidad del agua existente de sus aguas clasificadas, las fuentes puntuales y no puntuales de contaminación y el vertido de aguas residuales en los cuerpos de agua.

7) En la medida de lo posible, todas las nuevas fuentes puntuales de contaminación no se verterán en aguas cercanas a la costa o en aguas superficiales dulces;

(8) todas las aguas residuales y residuos deberán recibir el grado de tratamiento necesario para proteger los usos beneficiosos de las aguas de Antigua y Barbuda antes de su vertido;

(11) Todas las aguas residuales de las instalaciones industriales o comerciales que estén ubicadas cerca de un sistema público de alcantarillado deben eliminarse en ese sistema, sujeto a las condiciones de calidad y flujo que pueda aplicar el propietario del sistema de alcantarillado;

(12) no habrá vertido directo o indirecto de aguas residuales u otros residuos en ninguna fuente subterránea o superficial planificada o prevista de agua potable pública;

(18) una fuente puntual o no puntual de un contaminante del agua no debería, aisladamente o en combinación con cualquier otra fuente o fuentes de ese contaminante, causar una condición que exceda las normas de calidad del agua mencionados en esta Cláusula;

(19) a fin de cumplir con las directrices y normas de calidad del agua en las aguas receptoras mencionadas en esta Cláusula, la concentración de una sustancia en un vertido de fuente puntual no excederá esa directriz o norma de calidad del agua..."

Además, los Criterios de Uso y Clasificación del Agua dentro de la Cláusula VII describen la clasificación de las aguas y también proporcionan las respectivas Normas de Calidad del Agua necesarias para mantener las clasificaciones dadas para las aguas subterráneas, las aguas dulces y las aguas costeras. Estas normas incluyen criterios de calidad del agua para cada subcategoría de clasificación del agua y los respectivos usos a los que se aplican. Las aguas costeras se clasifican como Clase AA, Clase A, Clase B, es decir, más (AA) a menos estrictas (B) respectivamente. Según la clasificación, la Clase AA no permite el vertido de fuente puntual de ningún tipo. La Clase A solo actuará como cuerpo receptor de cualquier efluente si se realiza el más alto grado de tratamiento o control, lo que lo hace compatible con las normas para esa clasificación. Los cuerpos de agua de Clase B actúan como cuerpos receptores de

Criterios y Normas Regionales para las Cargas de N y P en los Vertidos de Aguas Residuales Domésticas e Industriales

aguas residuales y efluentes industriales donde se realiza el mayor grado de tratamiento para esa clasificación. Las normas de calidad del agua para proteger la salud humana, la vida acuática y las cualidades estéticas en las aguas costeras con respecto a los compuestos de nitrógeno y fósforo son los que se muestran en la Tabla 1. Es importante tener en cuenta que las formas de los compuestos de nitrógeno ¹(nitrato y nitrito) no se especificaron en las directrices y no son concluyentes sobre la base de esta información.

Tabla 1 - Normas de Antigua y Barbuda para compuestos de N y P en las aguas costeras receptoras

Aplicación	Parámetro (mg/L)			
	Nitrato	Nitrito	Nitrógeno (N) total	Fósforo (P) total
² Protección de las aguas costeras (Clase A, Clase B) Vida Acuática y Salud Humana	50	3		
EQS para aguas costeras			0,4 (Clase AA, A) 0,8 (Clase B)	0,025 (Clase AA, A) 0,5 (Clase B)

La tabla anterior muestra los niveles de compuestos de nitrógeno para la protección de la vida acuática en las aguas costeras y el consumo humano de peces y otros organismos acuáticos con respecto a los cuerpos de agua receptores. Estos se determinan como un valor promedio durante cuatro (4) días consecutivos y no deben excederse. Los valores de nitrógeno total y fósforo total son las concentraciones que solo deben ser alteradas por causas naturales. Estos pueden considerarse EQS, ya que solo dependen del estado natural de las aguas.

¹ Los nombres y/o expresiones (fórmula química) de los nutrientes se incluyen exactamente como aparecen en la Norma o Reglamentos especificados

² Promedio de muestras tomadas en cuatro (4) días consecutivos

3.1.2 BAHAMAS

La Ley de Planificación y Protección Ambiental de 2019 (EPPA) establece reglas generales para el control de la contaminación. Está prohibida la emisión de cualquier contaminante del agua en el medio ambiente, lo que se ejemplifica en la EPPA en la Sección 25 (a) "Ninguna persona liberará o hará que se libere ningún contaminante del aire o del agua en el medio ambiente que viole las normas, condiciones o requisitos de permisos aplicables en virtud de esta Ley...". Con respecto al vertido de efluentes en las fuentes de agua, la Ley define la contaminación de un recurso hídrico, una vía fluvial o un cuerpo de agua y cualquier acción que haga que el agua no cumpla con las normas de gestión de recursos hídricos.

Posteriormente, la legislación prohíbe el vertido de un contaminante en un sistema de abastecimiento de agua en el párrafo 1 de la sección 56 de la Parte VIII: "Ninguna persona podrá verter o emitir ningún contaminante en un recurso hídrico si no es de conformidad con las disposiciones de la presente Ley..." Sin embargo, el vertido de contaminantes puede permitirse mediante la concesión de un permiso de control de contaminación, que debe estar de acuerdo con los requisitos prescritos. Los titulares de cualquier permiso de este tipo expedido en virtud de la Ley deben ser inscritos en el Registro Ambiental, que también mantendría registros de contaminantes.

Además de esto, aún no existen reglamentos establecidos que definan explícitamente los criterios y las normas que contienen los límites máximos permisibles de contaminantes designados, incluidos nutrientes como los compuestos de Nitrógeno y Fósforo. La EPPA estableció el Departamento de Planificación y Protección del Medio Ambiente y también describió directamente el desarrollo de estas normas como una función del Departamento de Planificación y Protección del Medio Ambiente en la sección 6 (d) "desarrollar objetivos y normas de calidad con respecto a la protección del medio ambiente, incluidos los cuerpos de agua, aire y suelo".

Es importante destacar que el Ministro responsable del medio ambiente de las Bahamas puede promulgar reglamentos que establezcan normas ambientales con arreglo a la sección 65 (a) "la prevención y el control de la contaminación del aire, el agua y la tierra" y (b) "especificar normas por encima de las cuales los contaminantes vertidos en el medio ambiente no se verterán ni emitirán"

3.1.3 BARBADOS

El Reglamento del Servicio de Salud también se refiere a la prohibición de verter residuos en las aguas costeras. Las secciones 11 y 12 de la ley prohíben el vertido de efluentes de cualquier sistema público o privado de alcantarillado al mar o cualquier otro lugar que no sea un sitio en particular, cuando dicho sitio sea aprobado por el Ministro o funcionario del gobierno. Por último, la Ley de Ordenación de las Zonas Costeras de 1998 exige la elaboración de un plan de ordenación de las zonas costeras, en el que deben establecerse normas como parte de los esfuerzos de ordenación y conservación de los recursos costeros. En el apartado (c) del párrafo 1 de la sección 4 se dispone que el plan constará de "normas de calidad del agua en las zonas costeras y marinas para efectuar el mantenimiento, la rehabilitación y la mejora de los hábitats costeros y marinos". Es importante que el Reglamento de Control de la

Criterios y Normas Regionales para las Cargas de N y P en los Vertidos de Aguas Residuales Domésticas e Industriales

Contaminación Marina (Vertidos) se elabore con un enfoque holístico para que sea aplicable a otros fragmentos de la legislación conexas.

La Ley de Control de la Contaminación Marina de 1998 (MPCA) prohíbe la emisión o la causa de la emisión de cualquier contaminante en el medio ambiente que infrinja las normas, condiciones o requisitos aplicables y especificados en la ley según la Sección 3(1). Además, la sección 4(3-4) de la MPCA prevé la aplicación de un programa para prevenir, reducir y controlar los contaminantes en el medio ambiente. El Director del organismo estatutario responsable del medio ambiente puede prescribir, por decreto gubernamental, una lista de contaminantes con sus niveles de concentración prohibidos.

Además, en el párrafo 1 de la Sección 13 se dispone que el ministro responsable del medio ambiente puede dictar reglamentos que establezcan normas o requisitos para aplicar las disposiciones de la Ley. Sin embargo, si bien todavía no se ha instituido lo anterior, actualmente se está redactando el Reglamento de Control de la Contaminación Marina (Vertidos) para su revisión y posterior aprobación por el Ministro. Se espera que este reglamento incluya disposiciones que traten con el vertido de aguas residuales, es decir, límites máximos permisibles para los contaminantes identificados, como los compuestos nutritivos.

Sin embargo, el Departamento de Protección del Medio Ambiente (EPD) es responsable de la vigilancia del medio ambiente y la contaminación en Barbados. A través del EPD se establecieron normas de vertido o "etapa final" bajo la Tabla de Concentraciones Prohibidas 2023, como mecanismo de orientación hacia el cumplimiento de las fuentes de efluentes. Las normas para los residuos domésticos se elaboraron de acuerdo con la clasificación del agua³(Clase 1 y Clase 2) específica de las aguas territoriales de Barbados. En la Tabla 2 se muestran los nutrientes incluidos, así como las normas ambientales establecidas.

Tabla 2 - Límites de vertido de Barbados en las aguas costeras y marinas

Aplicación	Parámetro (mg/L)	
	Nitrógeno total	Fósforo total
Normas de Etapa Final para los Residuos Domésticos	5 (Clase 1) 45 (Clase 2)	1 (Clase 1) 10 (Clase 2)

³ Clase 1 - Aguas superficiales y subterráneas que se extienden desde la distancia más lejana tierra adentro hasta la isóbata de 100 metros o 200 metros mar adentro del borde exterior del arrecife del banco, lo que esté más lejos.

Clase 2 - Aguas marinas que se extienden desde el límite más exterior de las aguas de clase 1, pero dentro de las aguas territoriales de Barbados.

3.1.4 BELICE

La Ley de Protección del Medio Ambiente (2011), estableció disposiciones generales para la prevención y el control de la contaminación, a través del Departamento de Medio Ambiente, al prohibir el vertido de efluentes, incluidas las fuentes domésticas e industriales. Esto se ejemplifica en la Sección 8. Prohibición de Vertido de Contaminantes (1) *"Ninguna persona, instalación, fábrica o planta podrá, a menos que el Departamento lo permita específicamente, emitir o verter ningún contaminante a la atmósfera en contravención de los niveles permitidos..."*

Además, en el párrafo 1 de la Sección 11 se incluye una referencia más específica a los recursos costeros y marinos: *"Ninguna persona emitirá, importará, verterá, depositará, eliminará o arrojará desechos que puedan contaminar directa o indirectamente los recursos hídricos o dañar o destruir la vida marina"*.

El Reglamento de Protección del Medio Ambiente (Limitaciones de Efluentes) de 2009 complementa la Ley de Protección del Medio Ambiente de 2011, que es la ley sustantiva que tiene por objeto proteger los recursos naturales y ambientales de Belice, prevenir y controlar la contaminación, entre otras cosas. Este Reglamento se estableció originalmente en 2003 y se modificó en 2009, lo que incluía una definición revisada de efluente industrial. El estatuto también adoptó la definición de efluente doméstico según el Protocolo LBS y los límites de vertido correspondientes. Es importante destacar que el Reglamento se aplica específicamente a los vertidos de efluentes en cualquier agua continental o en el medio marino (Sección 3). También consta de Cláusulas que describen los límites de los parámetros para Industrias Específicas (Cláusula I) y Otras Industrias y Actividades Comerciales (Cláusula II). La tercera Cláusula se refiere a los Vertidos de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas (alcantarillado y aguas residuales) en las aguas de Clase I y Clase II.

El marco tiene como objetivo mantener la calidad del agua de las aguas clasificadas a través de la Sección 5A *"Toda persona que vierta efluentes domésticos que afecten negativamente a las aguas de Clase I o Clase II, se asegurará de que dichas aguas de Clase I o Clase II sean tratadas por un sistema de aguas residuales domésticas existente cuyo efluente cumpla con las limitaciones de efluentes establecidas en la Cláusula III"*

La responsabilidad del tratamiento adecuado de los efluentes se designa además a esas personas en el párrafo 1 de la Sección 6: *"Toda industria que vierta efluentes se asegurará de que dichos efluentes puedan ser asimilados por el agua receptora en la que se vierte el efluente"*.

Según el Reglamento, si bien se permite el vertido desde diferentes industrias, es obligatorio que el vertido en sí esté dentro del tipo dado. Las sustancias fuera de esto están prohibidas en la Sección 10: *"Ninguna persona verterá o causará o permitirá el vertido de cualquiera de las siguientes sustancias en aguas continentales o en el medio marino: (a) cualquier líquido inflamable; (b) cualquier alquitrán u otros líquidos relacionados"*

Por último, si bien se permite el vertido procedente de residuos domésticos a través de sistemas de eliminación de residuos, las fuentes industriales o comerciales de efluentes requieren una licencia que permita dicha actividad. La sección 14-1 *"ninguna persona podrá:*

Criterios y Normas Regionales para las Cargas de N y P en los Vertidos de Aguas Residuales Domésticas e Industriales

(a) verter o causar o permitir la entrada en las aguas, sobre el suelo o en el suelo, de cualquier efluente o cualquier materia venenosa, nociva o contaminante"; las modificaciones de cualquier infraestructura relacionada también requerirían documentación similar de antemano (b) construir, reconstruir o alterar cualquier obra para el vertido de cualquier efluente o cualquier materia venenosa, nociva o contaminante, excepto en virtud de una licencia para el fin otorgada por el Departamento en virtud de este Reglamento.

Dado que los límites de vertido del Protocolo LBS adoptados en la Cláusula III no incluyen nutrientes, es decir, para las aguas residuales domésticas, los límites⁴ existentes para los compuestos de nitrógeno y fósforo corresponderían a los efluentes industriales según lo guiado por el Reglamento, como se ve en la Tabla 3 a continuación.

Tabla 3 - Normas de Belice para los compuestos de N y P en los vertidos a las aguas costeras

Reglamento	Aplicación	Nitrato (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Amoníaco (mg/L)
Reglamento de Limitación de Efluentes, 2009 Primera Cláusula	Procesamiento de Alimentos, Prendas de vestir, Aves de corral, Procesamiento de Azúcar de Cervecería, etc.	10	5	
	Procesamiento de Pescado	10	30	
	Industria Láctea	30	5	
Segunda Cláusula	Refinería de Ron, Procesamiento de Camarones, Embotellado de Refrescos	10	1	
	Para Otras Industrias o Actividades Comerciales	3 (como NO)	5 (como PO)	1 (como NH ₄)

3.1.5 GRANADA

La Ley de Gestión Integrada de Zonas Costeras de 2019 exige la conservación y mejora de los recursos costeros de Granada. Con arreglo a la Ley, se debe elaborar un Plan de Gestión de las Zonas Costeras y, dentro del mismo, se establecen disposiciones que incluyen normas para la calidad del agua en las zonas costeras. Sección 4(1)(c) "normas para la calidad del agua en la zona costera para llevar a cabo el mantenimiento, la rehabilitación y la mejora de los hábitats costeros y marinos".

El Reglamento de la Autoridad Nacional de Agua y Alcantarillado de 1993 prohíbe el vertido de efluentes en cuerpos de agua como un curso de agua, un estanque, un lago u otro cuerpo de agua superficial. El apartado (a) de la Sección 7 del Reglamento prohíbe "verter aguas residuales o desechos industriales en cualquier salida natural, al océano o a la tierra". Además, el Reglamento de Salud Pública de 2006, establecido como legislación subsidiaria en virtud de la Ley de Salud Pública, prohíbe la eliminación de excrementos en cualquier curso de agua, desagüe o arroyo. Sin embargo, no existen normas nacionales que acompañen a estos reglamentos para servir como directrices de calidad del agua.

⁴ Consulte la nota 1

Cabe destacar la Ley de Calidad del Agua de 2005, que administra todo lo relacionado con las aguas destinadas al consumo humano. La ley se refiere a las aguas que pueden estar en "estado natural o después de un tratamiento" y hace referencia específicamente al uso de dichas aguas relacionadas con la producción de alimentos. Si bien esta ley no está directamente relacionada con el vertido de efluentes domésticos o industriales, se encontró que es la única legislación actual que consta de límites permisibles para los compuestos de nutrientes durante este estudio.

3.1.6 GUYANA

La Ley de Protección del Medio Ambiente de 1996 prevé la gestión general, la conservación, la protección y la mejora del medio ambiente, junto con la prevención y el control de la contaminación, entre otras cosas. La aplicación de la Ley es supervisada por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Guyana (EPA Guyana), un organismo estatutario establecido en virtud de la Ley. Es importante destacar que la Ley prohíbe cualquier actividad que pueda causar contaminación al medio ambiente y, más concretamente, el vertido de cualquier contaminante en el medio ambiente que supere los niveles que puedan ser estipulados por los Reglamentos o la Agencia de Protección del Medio Ambiente.

Posteriormente, se instituyó el Reglamento de Protección del Medio Ambiente (Calidad del Agua) de 2000 para tratar específicamente el vertido de efluentes en las aguas de la nación. La Sección 4 establece que cualquier persona que opere una instalación y participe en una actividad que resulte en el vertido de efluentes debe solicitar a la EPA Guyana un permiso de autorización ambiental. Posteriormente, se restringe explícitamente una actividad de vertido sin dicha autorización en la sección 5. 1) *"Ninguna persona que se dedique a cualquiera de las actividades mencionadas en el reglamento 4 podrá verter, causar o permitir el vertido de efluentes en aguas continentales o costeras o en cualquier terreno, a menos que esa persona sea titular de una autorización ambiental"*.

En el párrafo 1 de la Sección 9 se prevé la elaboración de límites de parámetros para el vertido de aguas residuales, en virtud del cual "La Agencia podrá, en cualquier momento después de la entrada en vigor del presente Reglamento, establecer los límites de los parámetros de los efluentes que pueden verterse en cualquier agua continental o costera o en tierras de Guyana..."

Es importante tener en cuenta que la Primera Cláusula del Reglamento describe las condiciones a las que no son aplicables las restricciones de vertido de efluentes. Identifica los hogares domésticos, excepto aquellos en los que hay actividad industrial o comercial, los desarrollos de viviendas/comerciales de menos de 30 unidades y las industrias de procesamiento, manufactura y servicios que producen menos del umbral requerido de volumen de efluentes por día. Además, la Segunda Cláusula contiene la lista de sustancias para las que es necesario especificar los límites, es decir, no hay límites permisibles para los parámetros/contaminantes identificados. Tanto los compuestos que contienen nitrógeno como fósforo (nitrógeno amoniacal, nitrógeno nítrico, fosfato como P) se incluyen en la Segunda Cláusula. Como organismo estatutario ambiental, la EPA Guyana debe establecer límites de parámetros para todos los parámetros de vertido de efluentes para desarrollar aún más sus normas nacionales.

3.1.7 JAMAICA

La Ley de la Autoridad de Conservación de los Recursos Nacionales (NCRA) de 1991 es el principal marco legislativo ambiental y describe las medidas para la protección y gestión del medio ambiente de Jamaica. La legislación se refiere principalmente a las licencias de vertido de aguas residuales (domésticas) y efluentes comerciales (industriales), en contraposición a la prohibición explícita de verter aguas residuales en aguas subterráneas o costeras.

Esto se ejemplifica en las Licencias para el vertido de efluentes, Sección 12 (a) "*ninguna persona podrá verter en las aguas, sobre el suelo o en el suelo, o causar o permitir la entrada en las aguas, de aguas residuales o efluentes comerciales o cualquier materia venenosa, nociva o contaminante;* (b) "*construir, reconstruir o alterar cualquier obra para el vertido de aguas residuales o efluentes comerciales ... salvo en virtud de la licencia concedida por la Autoridad en virtud de la Ley*"

El Reglamento de Conservación de Recursos Naturales (Aguas Residuales y Lodos) de 2013 adoptó la clasificación de las aguas bajo el Protocolo LBS y está diseñado para proteger y gestionar el vertido de efluentes en las aguas costeras al exigir explícitamente la posesión de una licencia, de acuerdo con el marco legislativo general. Estas licencias se emiten a través de un proceso de solicitud ante la NCRA.

De conformidad con la sección 5-(2a), cualquier persona que desee operar una planta de tratamiento de aguas residuales o efluentes comerciales deberá contar con dicha licencia. Sin embargo, el vertido de aguas residuales domésticas no requiere una licencia, siempre que haya un tratamiento adecuado, que se realiza mediante pozos de remojo, absorción o un sistema de eliminación de residuos.

Sección 7-1 *Una persona cuyas operaciones empresariales, industriales, manufactureras o comerciales impliquen el vertido de efluentes comerciales o efluentes de aguas residuales o ambos, según sea el caso, de una planta de tratamiento al medio ambiente, solicitará a la Autoridad una licencia para verter dichos efluentes en el medio ambiente*

Además de esto, el Reglamento (Sección 7-(5)) requiere que los puntos de vertido estén designados e identificados claramente como un medio de advertencia al público.

La Tercera Cláusula del Reglamento de Aguas Residuales y Lodos establece las Normas sobre Efluentes de Aguas Residuales que sirven como criterios nacionales para los efluentes de aguas residuales y los efluentes comerciales, según la Sección 18 (1) "las normas establecidas en la Tercera Cláusula se aplicarán a un propietario u operador de una planta de tratamiento que vierta efluentes de aguas residuales, efluentes comerciales o lodos ...". Los límites máximos permisibles para el vertido de compuestos de nitrógeno y fósforo en el medio ambiente incluidos en estas normas se muestran a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4 - Normas de Jamaica para los compuestos de N y P en los vertidos a las aguas costeras

Aplicación	Nitrato (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Amoniaco/Amonio (mg/L)	Nitrógeno total (mg/L)
Normas de Efluentes de Aguas Residuales para Plantas Existentes	30 (como- NO ₃ -N)	10 (como PO ₄ ³⁻)		

Normas de Efluentes de Aguas Residuales para Plantas distintas a las Existentes		4 (como PO ₄ -P)		10
Normas de Efluentes Comerciales	10 (como NO ₃)	5 (como PO ₄)	1,0 (medido como NH ₄)	

3.1.8 SANTA LUCÍA

La Ley de Agua y Alcantarillado de 2008 prevé la gestión de los recursos hídricos y la reglamentación de los servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado, entre otras cosas. De conformidad con la Ley, se creó la Agencia de Gestión de Recursos Hídricos (WRMA) para gestionar los recursos hídricos. La Ley hace dos designaciones clave, un área de control de agua y un área de control de residuos. Un área de control de agua se define como un área donde la reglamentación del uso/clase de uso del agua debe regularse en el interés público en función de la disponibilidad, la demanda y los factores ecológicos, etc. Un área de control de residuos es un lugar definido donde se pueden verter los residuos para mantener la calidad del agua o proteger los recursos hídricos de la contaminación. Esta área puede ser tierra, alcantarillado/desagüe, pozo o cualquier agua que no se limite a aguas superficiales, subterráneas o costeras. Está prohibida el vertido de cualquier residuo, Sección 25 (1) *"Una persona no utilizará agua en un área de control de agua ni verterá residuos o una clase de residuos en un área de control de residuos, excepto de conformidad con un permiso para el propósito otorgado a esa persona ..."* y está regulado por el requisito de un permiso emitido por la WRMA.

El Reglamento de Salud Pública (Control de la Calidad del Agua) tiene por objeto mantener la calidad del agua prohibiendo cualquier acto que la disminuya, como se establece en la Sección 3 (1): *"Ninguna persona cometerá ni hará cometer ningún acto que pueda perjudicar la calidad del agua en cualquier río, arroyo, manantial, pozo, embalse de estanque o cualquier otro lugar"*. El Reglamento también restringe específicamente las aguas residuales y abarca ampliamente los vertidos industriales en la Sección 3 (3) *"Ninguna persona podrá verter o hacer verter en ningún río, arroyo, curso de agua o mar aguas residuales, residuos industriales o comerciales o cualquier otra materia que pueda ser perjudicial para la salud..."*.

Si bien los instrumentos legislativos antes mencionados instituyeron normas contra el vertido de efluentes en los cuerpos de agua, no se incluyeron límites permisibles definidos de contaminantes. Sin embargo, la Oficina de Normas de Santa Lucía (SLBS) desarrolló las Directrices para la Calidad del Agua Recreativa (SLNS 83: 2016) que sirven como normas nacionales para los límites máximos permisibles de vertido de efluentes en las aguas superficiales y costeras de la isla. Cabe destacar que estas normas se aplican a las aguas clasificadas bajo el Protocolo LBS, Clase I y Aguas Recreativas, pero no pretenden permitir la degradación de la calidad del agua donde un cuerpo de agua no está clasificado. Los límites de vertido de compuestos de nutrientes en las Directrices se muestran en la Tabla 5.

Crterios y Normas Regionales para las Cargas de N y P en los Vertidos de Aguas Residuales Domésticas e Industriales

Tabla 5 - Normas de Santa Lucía para los compuestos de N y P en los vertidos a aguas de Clase I y en las aguas recreativas

Aplicación	Nitrato (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Nitrógeno total (mg/L)	Fósforo total (mg/L)
⁵ Límites de efluentes para los vertidos en aguas de Clase I			5	1
EQS para Aguas Recreativas	0,0098 (como NO ₃ -N)	0.00248 (como PO ₄ -P)	0,1	0,015

3.1.9 TRINIDAD y TOBAGO

En virtud de la Ley de Gestión Ambiental de 2000, la calidad del agua es gestionada por la Autoridad de Gestión Ambiental (EMA), un organismo estatutario fundado en virtud de la Ley. La ley prohíbe la emisión de contaminantes del agua, es decir, el vertido de agua no tratada que puede contener cualquier contaminante por encima de los niveles especificados. Aquí el agua se define como inclusiva y se refiere a cualquier agua superficial, mar, agua subterránea, humedales o áreas marinas dentro del medio ambiente.

Las Normas de Contaminación del Agua (WPR) 2019, sirven específicamente para mantener la calidad de los recursos hídricos nacionales mediante el reglamento del vertido de efluentes. Aunque la legislación no incluye definiciones explícitas de efluentes domésticos o industriales, se puede suponer que se han adoptado las del Protocolo LBS. La WPR describe todas las sustancias o parámetros y los niveles dados que los determinarían como contaminantes en la Cláusula I (Registro de Contaminantes del Agua). También estableció la Cláusula II (Niveles Permisibles) o normas de "Etapa Final", que identifican los niveles umbral de todos los parámetros para cualquier sustancia que pueda verse a través de una fuente discreta en zonas continentales, costeras cercanas a la costa, marinas mar adentro y ambientalmente sensibles.

La WPR prohíbe la contaminación del agua en la Sección 5 (1) que establece: "Una persona no liberará un contaminante del agua en ninguna agua aprobada por una entidad gubernamental competente para el consumo humano sin tratamiento o cuando el tratamiento se haya limitado únicamente a la desinfección"

La WPR promueve la prohibición de los contaminantes del agua establecida inicialmente en la Ley al exigir que las personas que vierten contaminantes en las aguas obtengan una licencia mediante una solicitud de permiso. Sección 7 (1) "Cuando una persona libere un parámetro o sustancia enumerada en la Cláusula I en un medio receptor, solicitará un permiso a la Autoridad".

8. (1) "Cuando una persona libere un contaminante de agua en un medio receptor fuera del nivel permisible, que pueda causar daño a la salud humana o al medio ambiente, la Autoridad podrá notificar en cualquier momento a esa persona para que solicite un permiso."

⁵ Basado en un promedio mensual

Las condiciones del permiso permiten que la Autoridad registre y gestione adecuadamente el vertido

15. (1) *La Autoridad establecerá en cada permiso: (a) los contaminantes del agua autorizados para ser liberados; (b) la cantidad, condiciones y concentraciones que el titular del permiso puede liberar; (c) el lugar exacto en el que se efectuará el muestreo de la emisión; y (d) los requisitos en materia de presentación de informes.*

En la WPR, los cuerpos de agua se consideran receptores de aguas residuales. Como se mencionó, la Cláusula II describe los límites máximos permisibles para los vertidos de efluentes. Los parámetros de nitrógeno y fósforo se muestran (Tabla 6) a continuación.

Tabla 6 - Normas de Trinidad y Tobago para los compuestos de N & P en vertidos

Medio Receptor	Nitrógeno amoniacal como NH ₃ -N (mg/L)	Fósforo total como P (mg/L)
Aguas Superficiales Interiores	10	5
Costero cercano a la costa	10	5
Marino mar adentro	10	5
Aguas Ambientalmente Sensibles	0,1	0,1

Por último, en la Cláusula III de la WPR se establecen las Normas de Calidad del Agua Ambiente tanto para el agua dulce como para el medio marino y se describen los valores de los parámetros que podrían suponerse que representan las aguas en su "estado natural". Las normas marinas (Tabla 7) para los nutrientes ⁶(Nitrato, Amoníaco y Fosfato total) tienen por objeto proteger las aguas para la vida acuática y los ecosistemas acuáticos, así como para el uso recreativo.

Tabla 7 - Normas de calidad del agua marina ambiente de Trinidad y Tobago para N & P

Normas de Calidad del Agua Ambiente - Marina	Nitrato (mg/L)	Fosfato total (mg/L)	Amoníaco (mg/L)
Protección de la Vida Acuática y los Ecosistemas Acuáticos	≤10	≤0,1	≤0,5
Recreación	≤10	≤0,5	≤0,5

3.1.10 ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

En virtud de la Ley de Agua Limpia, existen múltiples leyes que contribuyen al marco legal que prohíbe el vertido de efluentes en las diferentes clases de agua que existen en los Estados Unidos de América. La Sección 1311, Limitaciones de Efluentes, declara que cualquier vertido de contaminantes debe cumplir con la ley. Cualquier parte que sea responsable de hacerlo debe asegurarse de que se realice el tratamiento necesario (a menos que se trate de un centro de tratamiento de propiedad pública) para cumplir con la normativa.

⁶ Consulte la nota 1

Criterios y Normas Regionales para las Cargas de N y P en los Vertidos de Aguas Residuales Domésticas e Industriales

Además, las limitaciones se aplican a todas las fuentes puntuales de vertido. De conformidad con la sección 1312 (a), en lo que respecta a la calidad del agua, "*siempre que los vertidos de contaminantes procedentes de una fuente puntual o de un grupo de fuentes puntuales interfieran con el logro o el mantenimiento de la calidad del agua en una parte específica de las aguas navegables, lo que garantizará la protección de la salud pública, el abastecimiento público de agua y los usos agrícolas e industriales, y la protección y propagación de una población equilibrada de moluscos, peces y fauna y flora silvestres, y permitir las actividades recreativas en el agua y sobre ella, se establecerán limitaciones de efluentes (incluidas estrategias alternativas de control de efluentes) para dicha fuente o fuentes puntuales que puedan esperarse razonablemente que contribuyan al logro o mantenimiento de dicha calidad del agua*".

Aunque la legislación general requiere un permiso, una entidad de vertido debe tener una certificación (Sección 1341) del Estado del que se origina o se originará el efluente, como parte del procedimiento de cumplimiento antes de que la EPA otorgue debidamente un permiso.

En virtud de la Sección 1342, se creó el Sistema Nacional de Eliminación de Vertidos Contaminantes (NPDES) para gestionar eficazmente el vertido de efluentes de fuentes puntuales en aguas de los Estados Unidos de América. Con la supervisión de la EPA, diferentes estados pueden autorizar permisos que permiten a una instalación verter una cantidad específica de un contaminante en un agua receptora bajo ciertas condiciones. El sistema de permisos NPDES se basa en las Limitaciones de Efluentes y se desarrolla utilizando las normas de calidad del agua requeridas en conjunto con las tecnologías disponibles para el control de contaminantes con respecto a las entidades industriales según la categoría industrial.

Con respecto a las normas nacionales, para simplificar, en este estudio se utiliza el estado de Florida como ejemplo para los Estados Unidos de América como parte contratante, debido a su proximidad con los demás países de habla inglesa incluidos. Las normas nacionales para todos los cuerpos de agua dentro de los EE.UU. están establecidas por el Reglamento de Normas de Calidad del Agua (WQS) (40 CFR Parte 131). Cada cuerpo de agua tendría un uso o clase designada a través del sistema de clasificación de agua de la CWA. Posteriormente, el Reglamento especifica los límites de los parámetros en cada clase de cuerpo de agua. Como tal, dentro de las Normas de Calidad del Agua Superficial de Florida (62-302.530), los criterios para el nitrógeno y el fósforo se identifican en la Tabla 8.

Tabla 8 - Niveles de criterio de Florida (EE.UU.) para N y P en las aguas superficiales

Normas de Calidad del Agua Superficial de Florida	Nitrato (mg/L)	Fósforo elemental (mg/L)	Nitrógeno amoniacal total (mg/L)
Clase I - Agua Potable	10		Promedio de 30 días
Clase II - Propagación y Recolección de Moluscos	10	0,0001	Promedio de 30 días
Clase III - Predominantemente Marino		0,0001	Promedio de 30 días

Es importante tener en cuenta que, además de los parámetros anteriores, los parámetros de nitrógeno total y fósforo total se denominan colectivamente "nutrientes". Sin embargo, este parámetro se evalúa a través de una interpretación numérica, lo que significa que su valor se deriva a través de un cálculo y los datos resultantes se evalúan con otros parámetros específicos durante un período de tiempo fijo (anualmente) para definir un valor umbral. Estos datos a través de la interpretación numérica se establecen de una manera que es específica del sitio (es decir, cuando se refiere a un cuerpo de agua en particular). Como resultado, los nutrientes se evalúan como una capacidad de carga contaminante a lo largo del tiempo y no como un límite permisible.

3.2 Criterios y Normas para el Vertido de Aguas Residuales Domésticas e Industriales en los Países de Habla Hispana

3.2.1 COLOMBIA

A partir de la Conferencia de Estocolmo, Colombia desarrolló y estableció su propia legislación ambiental creando la Ley 23:1973, la cual faculta al gobierno para la creación del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables (Decreto Ley 2811:1974) con el objetivo principal de administrar estos recursos. Posteriormente, en 1993, el Congreso colombiano creó el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente) a través de la Ley 99:1993, constituyendo el órgano rector para la gestión del medio ambiente y los recursos renovables. De esta manera, se creó el Sistema Nacional Ambiental (SINA) para atender los temas ambientales.

El Decreto Ley 2811:1974 determina los recursos naturales a proteger en Colombia. Este decreto formula procedimientos que regulan el uso del agua, que es uno de los recursos más importantes para el país. En los artículos 134 a 138 del capítulo II se hace referencia a la preservación y control de la contaminación del agua y los recursos renovables.

El Decreto 1541:1978, en sus artículos 220 a 231, establece las concesiones para el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA) relativas al uso del servicio de acueducto y otros beneficios para este fin. Regula el vertido de aguas residuales para uso doméstico y municipal, agrícola, de riego, drenaje e industrial para garantizar la conservación de los cuerpos receptores. Posteriormente, se deroga el artículo 231 por el artículo 79 del Decreto 3930:2010, el cual estipula que, si los vertidos a un cuerpo de agua receptor son a un arroyo o embalse, además de los estudios pertinentes establecidos, se incluye lo siguiente: censo de vertidos, clasificación de la corriente receptora, efectividad de los sistemas de tratamiento, entre otros. Por su parte, el Decreto 3930:2010 establece las disposiciones relacionadas con los usos, vertidos y gestión de los recursos hídricos, suelos y alcantarillados. También establece los criterios de calidad necesarios para determinar el uso del recurso.

El esfuerzo por proteger el medio ambiente colombiano continuó con la aprobación de diferentes decretos que establecen el reglamento de las tarifas retributivas por el uso directo e indirecto del agua como receptora de vertidos específicos. El Decreto Nacional 2667:2012 orienta el pago de las tarifas de remuneración en función de la carga contaminante aportada al recurso hídrico. Este decreto estipula los objetivos de carga contaminante que pueden ser para los prestadores de servicios de alcantarillado: carga global, individual, grupal y contaminante.

El Decreto 1076:2015 emitido por el Ministerio de Ambiente, es el reglamento vigente en Colombia para controlar el vertido de aguas residuales a las aguas superficiales. Para elaborar este decreto se compilaron otros reglamentos existentes, como el Decreto 1594:1984 del Ministerio de Agricultura y Salud Pública, el Decreto 3930:2010, el Decreto 4728:2010 (modifica parcialmente el Decreto 3930:2010), la Resolución 631:2015 emitida por el

Minambiente y el Decreto 1640:2012 que establece el monitoreo y seguimiento del recurso hídrico.

Por su parte, el Decreto 50:2018 modifica parcialmente el Decreto 1076:2015 y es un Decreto Único Reglamentario del Sector del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. En él se definen las características físicas, químicas y biológicas que deben evaluarse para la aprobación o denegación del vertido de aguas residuales domésticas al suelo y a las aguas superficiales.

Las siguientes resoluciones establecen los parámetros y valores límite máximos permisibles en vertidos específicos a diferentes cuerpos de agua:

- Resolución 0631:2015 dirigida a los cuerpos de agua superficial y a los sistemas públicos de alcantarillado no se aplica a los vertidos específicos al agua de mar o al suelo, y no establece valores límite máximos permisibles para los nutrientes.
- Resolución 0883:2018 para el vertido en cuerpos de agua marina que forma parte de las estrategias para la prevención y control de la contaminación de aguas costeras y marinas por fuentes puntuales y complementa la normativa establecida por el Decreto 1076:2015 para la protección de los recursos hídricos.
- La Resolución 501:2022 modifica algunos artículos de la Resolución 0883:2018.

Tabla 9 - Límites máximos permisibles para los nutrientes vertidos en el agua de mar en Colombia

Normas o Reglamentos para el vertido de aguas residuales en zonas costeras y/o cuerpos de agua continentales.	Nutrientes incluidos ⁷	Límites o valores máximos permisibles para nutrientes (mg/L)	Comentarios
Resolución 0883:2018. "Por la cual los parámetros y los valores límite máximos permisibles se establecen en vertidos específicos a los cuerpos de agua marina". <ul style="list-style-type: none"> • Artículo 8 Artículo 15 	<ul style="list-style-type: none"> • Ortofosfato (P-PO₄³⁻)⁸ • Fósforo total (P) • Nitrato (N-NO₃⁻)⁹ • Nitrito (N-NO₂⁻) • Nitrógeno amoniacal (N-NH₃)¹⁰ • Nitrógeno (N) total 	P-PO ₄ ³⁻ = 0,3 P= 0,4 N-NO ₃ ⁻ = 0,1 N-NO ₂ ⁻ = 0,02 N-NH ₃ = 0,3 N = 1,0	Para vertidos de aguas residuales domésticas, sistemas de alcantarillado y actividades industriales, comerciales y de servicios.

⁷ Los nombres y expresiones (fórmula química) de los diferentes nutrientes se presentan de la misma manera que se incluyen en las normas y reglamentos especificados en la columna anterior

⁸ La expresión química utilizada en esta norma para el ortofosfato se utiliza principalmente para referirse al fósforo incluido en el ion

⁹ Las expresiones químicas en esta norma para el nitrato y el nitrito se refieren generalmente en ambos casos al nitrógeno contenido en los iones respectivos

¹⁰ En este caso, la resolución especifica que el nitrógeno amoniacal se refiere al nitrógeno en forma de amoníaco soluble (N-NH₃).

3.2.2 COSTA RICA

En 1973 se aprobó la Ley General de Salud (Ley 5395:1973), y en 1995 se incorporó la Ley Orgánica del Ambiente (Ley 7554:1995) que constituyen los principales instrumentos normativos ambientales del país.

Además de esto, la Ley de Biodiversidad (Ley 7788: 2010) tiene como objetivo conservar la biodiversidad y el uso sostenible de los recursos, así como distribuir de manera justa los beneficios y costos derivados. Mientras que la Ley para la Gestión Integral de Residuos (Ley 8839:2010) regula la gestión integral de residuos y el uso eficiente de los recursos, a través de la planificación y ejecución de medidas normativas, operativas, financieras, administrativas, educativas, ambientales, de seguimiento y evaluación. La Política Nacional de Saneamiento de Aguas Residuales de octubre de 2016 contiene las propuestas de lineamientos de política pública en materia de saneamiento de aguas residuales a partir del proceso de participación de diferentes sectores del ámbito público y privado.

En cuanto a los reglamentos costarricenses que controlan el vertido de residuos líquidos, existen varias leyes, decretos y resoluciones. El Decreto 34431-MINAE-S: 2008, tiene por objeto reglamentar el canon (Instrumento Económico de Reglamentación Ambiental) para el aprovechamiento de los recursos hídricos para el vertido de sustancias contaminantes, el cual en lo sucesivo se denominará Canon Ambiental para Vertidos. Este decreto, basado en el principio de "quien contamina paga", regula el pago por el vertido de sustancias contaminantes en los cuerpos de agua superficiales. El Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica (MINAE) es la institución encargada de administrar los recursos destinados a la protección del medio ambiente y al aprovechamiento energético.

Costa Rica también cuenta con el Decreto Ejecutivo 36304-S-MINAE: 2010, que es una Reforma Parcial del Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales y Reglamento General para el Otorgamiento de Permisos de Operación del Ministerio de Salud. Este decreto formula modificaciones, adiciones y derogaciones al Decreto Ejecutivo 33601-MINAE-S: 2007 "Reglamento para el Vertido y la Reutilización de Aguas Residuales"; pero no modifica los parámetros fisicoquímicos generales y complementarios que aparecen en este antiguo decreto.

El Decreto Ejecutivo 33601-MINAE-S: 2007 no especifica el tipo de cuerpo receptor; señala que es cualquier manantial, zonas de recarga, río, arroyo, arroyo permanente o no, lago, laguna, pantano, embalse natural o artificial, canal artificial, estero, manglar, ciénaga, aguas dulces, salobres o saladas; donde se vierten las aguas residuales.

Las aguas residuales se clasifican en tipo ordinario (aguas residuales domésticas) y tipo especial (tipo de aguas residuales no ordinarias). El decreto establece límites máximos permisibles (Tabla 10) de compuestos como Nitrógeno Total y Fosfatos para los vertidos de aguas residuales de tipo especial a un cuerpo receptor y al sistema de alcantarillado. En el caso de las aguas residuales domésticas, no incluye límites para el vertido de nutrientes. En consecuencia, no se incluye el resumen del LMP de nitrógeno y fósforo para Costa Rica respecto al vertido de aguas residuales de origen doméstico en zonas costeras.

Tabla 10 - Límites máximos permisibles para los nutrientes vertidos en el agua de mar en Costa Rica

Normas o Reglamentos para el vertido de aguas residuales en zonas costeras y/o cuerpos de agua continentales.	Nutrientes incluidos ¹¹	Límites o valores máximos permisibles para nutrientes (mg/L)	Comentarios
Decreto Ejecutivo 33601-MINAE-S: 2007	<ul style="list-style-type: none"> • Fosfato (PO₄³⁻) • Nitrógeno (N) total 	PO ₄ ³⁻ = 25 TN = 50	Para vertidos de tipo especial (tipo de aguas residuales no ordinarias). Obligatorio para las aguas residuales de la ganadería, la avicultura, la piscicultura y la industria textil y del cuero

3.2.3 CUBA

En el caso de la República de Cuba, recientemente se aprobó la Ley 150:2022 (GOC-2022-625-058) "Ley del Sistema de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente", que establece los principios y normas básicas que regulan las acciones del Estado, los ciudadanos y la sociedad en general para asegurar la implementación y funcionamiento del sistema de recursos naturales y medio ambiente.

La atención a las cuestiones ambientales a diferentes niveles se lleva a cabo mediante mecanismos nacionales y locales. Entre ellos, podemos señalar las estrategias ambientales, la ciencia, la innovación tecnológica y los programas de gestión y las comisiones nacionales especializadas. La Estrategia Nacional Ambiental incluye Estrategias Ambientales Sectoriales y Territoriales, ambas cuentan con un Plan de Acción específico orientado al logro de objetivos concretos a través de una gestión ambiental integral en la solución de las problemáticas identificadas.

La protección de los ecosistemas costeros en Cuba se realiza a través del Manejo Integrado de las Zonas Costeras (MIZC), el cual se rige por el Decreto-Ley No. 212 "Manejo de la Zona Costera" (Decreto-Ley 212:2000). Esta disposición legal se orienta a tres dimensiones: delimitación, protección y uso sostenible de la zona costera.

En Cuba existen dos normas para regular los vertidos de aguas residuales, la Norma Cubana 27:2012 "Vertido de aguas residuales a tierra, agua y alcantarillado - Especificaciones" (ONN, 2012) y la Norma Cubana 521:2007 "Descarga de aguas residuales a la zona costera y aguas marinas Especificaciones" (ONN, 2007). Ambos reglamentos, teniendo en cuenta las características de los ecosistemas y el uso socioeconómico propuesto, no diferencian el origen de las aguas residuales y se aplican a todos los vertidos procedentes de actividades sociales y

¹¹ Los nombres y expresiones (fórmula química) de los diferentes nutrientes se presentan de la misma manera que se incluyen en las normas y reglamentos especificados en la columna anterior

Criterios y Normas Regionales para las Cargas de N y P en los Vertidos de Aguas Residuales Domésticas e Industriales

económicas, tales como vertidos domésticos, municipales, industriales, agrícolas y de cualquier otro tipo.

La NC 27:2012 establece los límites máximos medios permisibles de un grupo de indicadores de calidad para los vertidos a alcantarillado y aguas terrestres (ríos, embalses y zonas hidrogeológicas) incluyendo los nutrientes (Fósforo Total, TP y Nitrógeno Kjeldahl Total, TKN) solo para este último tipo de cuerpo receptor.

Por su parte, la NC 521:2007 establece los límites máximos permisibles de un grupo de parámetros, entre ellos los nutrientes, pero en este caso el fósforo total (TP) y el nitrógeno total (TN, Kjeldahl + Nitrato) según la clasificación establecida por la propia NC. Normas de los cuerpos marinos costeros (Tabla 11). Esta norma, al igual que la NC 27:2012, establece el LMP en forma de concentración, sin embargo, también incluye límites en forma de carga contaminante (incluso para TP y TKN) para clasificar una fuente contaminante como tal.

Tabla 11 - Límites Máximos Permisibles de nutrientes para las aguas residuales vertidas en la zona costero-marina de Cuba

Normas o reglamentos para el vertido de aguas residuales en zonas costeras y/o cuerpos de agua continentales	Nutrientes incluidos	Límites o valores máximos admisibles para los nutrientes (mg/L)	Comentarios
Norma Cubana 521:2007 "Vertido de aguas residuales a la zona costera y marina. Especificaciones"	• Nitrógeno Total (Kjeldahl + Nitrato) (TN)	TN= 10; TP= 5	Los límites se establecen de acuerdo con la clasificación del cuerpo marino receptor y el uso en seis (6) clases: Clase A: Áreas marinas de zonas de conservación ecológica, o áreas protegidas
		NO se permite el vertido	Clase B: Áreas marinas dedicadas al baño (contacto directo) y en la existencia de arrecifes de coral.
	• Fósforo Total (TP)	TN= 20; TP= 7	Clase C: Áreas marinas donde se realiza la pesca.
		TN= 40; TP= 10	Clase D: Áreas marinas cuyas aguas son para uso industrial, como la generación de energía.
		TN= 20; TP= 5	Clase E: Áreas marinas en bahías donde se desarrolla actividad marítimo-portuaria.
		TN= 40; TP= 10	Clase F: Áreas marinas para la navegación y otros usos.

3.2.4 REPÚBLICA DOMINICANA

La Ley 64:2000 "Sobre el Medio Ambiente y los Recursos Naturales" es el instrumento legal general que regula el uso sostenible de los recursos naturales en el país y protege la biodiversidad de los ambientes sensibles en la República Dominicana.

Bajo la responsabilidad del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se ha establecido una serie de normativas, incluyendo mecanismos y procedimientos para la aplicación de esta Ley. Además, existe un grupo de leyes sectoriales, normas de calidad del agua, aire, suelo, energía, turismo, entre otras. Actualmente existen dos proyectos de ley: una Ley Sectorial de Recursos Costeros y Marinos y otra denominada Ley de Aguas, que de una u otra forma servirán como instrumentos para la conservación y uso sostenible de los recursos hídricos y en particular de los recursos marinos costeros.

En República Dominicana, la norma que establece las características de los residuos líquidos o vertidos de aguas residuales a cuerpos de agua superficiales, alcantarillados sanitarios y aguas costeras es la NACDAS: 2012 "Norma ambiental sobre control de descargas a aguas superficiales, alcantarillado sanitario y aguas costeras". Esta norma define los valores máximos permisibles de un grupo de indicadores de calidad ambiental, incluidos los nutrientes, para los vertidos de aguas residuales municipales (domésticas) en aguas costeras sin distinción de los usos o clasificación del cuerpo receptor (Tabla 9). Se muestra el LMP para el vertido de aguas residuales municipales para localidades de más de 10.000 habitantes. En las localidades de menos de 10.000 habitantes no se establecen límites de nutrientes.

Para las aguas residuales de origen industrial, la norma establece límites máximos permisibles según el tipo de industria, igualmente sin distinción de la clasificación de las zonas costeras. No obstante, aclara que para los vertidos de aguas residuales de cualquier origen que requieran estudios exhaustivos de sus vertidos en aguas costeras, se deberán cumplir los límites máximos permisibles, los cuales se definen según los tipos o clasificación de aguas costeras en la NA-CACS:2012. "Norma ambiental de calidad de aguas superficiales y costeras".

Tabla 12 Límites máximos permisibles de nutrientes para las aguas residuales municipales e industriales vertidas en las aguas costeras de la República Dominicana

Normas o reglamentos para el vertido de aguas residuales a zonas costeras y/o cuerpos de aguas interiores.	Nutrientes incluidos	Límites o valores máximos permisibles para los nutrientes (mg/L)	Comentarios
NA-CDAS-2012 "Norma Ambiental sobre control de descargas a aguas superficiales, alcantarillado sanitario y aguas costeras" (2012)	<ul style="list-style-type: none"> • Nitrógeno amoniacal (N-NH₄) • Nitrógeno amoniacal (N-NH₄) más nitratos (NO₃) • Ortofosfato de fósforo (P-PO₄) 	<p>N-NH₄ = 30</p> <p>N-NH₄ + NO₃ = 50</p> <p>P-PO₄ = 8</p>	En el caso de los vertidos de aguas residuales municipales a las aguas costeras procedentes de poblaciones superiores a 10.000 habitantes. Para poblaciones de menos de 10.000 habitantes, no se establecen límites de nutrientes.

3.2.5 GUATEMALA

El marco jurídico para la protección del medio ambiente en Guatemala es la "Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente" (Decreto Ley 68:1986), que tiene como objetivo asegurar el mantenimiento del equilibrio ecológico y la protección del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país. A partir del Decreto Ley 68:1986 han surgido diversas normas y reglamentos ambientales, sin embargo, aún existen brechas, duplicidad de competencias, dispersión temática y geográfica entre las instituciones rectoras de los elementos ambientales y los recursos naturales (IARNA-URL, 2012). Las políticas, normas y leyes ambientales, también tienen escasos recursos para su aplicación, es decir, "sin dientes", o políticas "con dientes romos y nada fuertes" (Acuerdo Ambiental en Guatemala 2016-2020, 2016).

Guatemala cuenta con la "Política para el Manejo Integral de las Zonas Marino Costeras" aprobada mediante Acuerdo Gubernativo 328:2009. Esta política constituye un primer paso para apoyar el progreso socioeconómico de las poblaciones costeras, así como el desarrollo sostenible y la conservación de los recursos costero-marinos, orientando la creación de instrumentos y herramientas que garanticen el mantenimiento y buen uso de estos recursos a largo plazo.

En la zona caribeña de Guatemala no existe una legislación departamental ni ordenanzas locales dirigidas específicamente a la Gestión Integrada de Costas (ICM), más allá de las dirigidas al mantenimiento de playas, la gestión de residuos sólidos y el agua urbana (Caviedes, Arenas y Barragán, 2021).

Guatemala cuenta con dos Acuerdos Gubernativos donde se deben cumplir los siguientes criterios y requisitos para el vertido y el reuso de aguas residuales:

- Acuerdo Gubernativo 236:2006. "Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos". Rectificado en 2019 mediante Acuerdo Gubernativo 254 en el que se modificó su artículo 24, debido a sucesivas modificaciones y prórrogas de los plazos establecidos, acreditando nuevas fechas de cumplimiento según corresponda para los años 2024, 2028 y 2032.
- Acuerdo Gubernativo 12:2011. "Reglamento de vertidos para cuerpos receptores en la cuenca del lago de Atitlán". Este Acuerdo considera este reglamento, que tiene como objetivo establecer los parámetros y límites máximos permisibles, para el vertido de aguas residuales a los cuerpos receptores de la cuenca del Lago de Atitlán, ya sea directa o indirectamente, con el fin de rescatar, proteger y prevenir la contaminación del sistema hídrico.

El Acuerdo Gubernativo 236:2006 define las aguas residuales ordinarias como las producidas por las actividades domésticas realizadas a través del sistema de alcantarillado y define las aguas residuales especiales como aquellas de origen industrial, agrícola u hospitalario (en general todas aquellas que no califican como ordinarias). También clasifica como "cuerpos receptores" los embalses naturales, lagos, lagunas, ríos, arroyos, manantiales, humedales, estuarios, manglares, pantanos, aguas costeras y aguas subterráneas. Sin embargo, ni en el Acuerdo 236:2006 ni en el Acuerdo Gubernativo 254:2019 actualizado, los límites máximos

permisibles (concentraciones) están asociados al uso del cuerpo receptor o al tipo de aguas residuales, sino que están vinculados a los términos de presentación (fechas máximas para el cumplimiento de estos límites).

El lago de Atitlán es especialmente emblemático e importante en el país. En los últimos años se han observado importantes problemas de eutrofización debido al aumento de la presión en su cuenca. Debido a la importancia que tiene el Lago de Atitlán para Guatemala, se estableció una norma específica para regular los vertidos de aguas residuales. En este caso, la limitación se refiere a los vertidos directos al lago y a la cuenca, que es mucho más rigurosa que las de la norma general, con límites especialmente estrictos de nutrientes. Por estas razones, aunque no es el objeto de este estudio, los niveles de concentración permisibles para los nutrientes expresados como TN (Nitrógeno Total) y TP (Fósforo Total) aparecen como se reporta en el Acuerdo Gubernativo 12:2011. Por lo tanto, con respecto a estos dos indicadores, para las entidades que emiten vertidos de aguas residuales directamente a este cuerpo receptor, las concentraciones de TN no deben exceder los 25 mg/L y para el TP no deben exceder los 15 mg/L.

Para los vertidos indirectos al Lago de Atitlán, se establecieron los siguientes límites en el Acuerdo Gubernativo 12:2011: Ríos, arroyos, quebradas y acequias - TN 25mg/L, TP 15mg/L. Subsuelo - TN 25mg/L, TP 15mg/L. Alcantarillado - TN 35mg/L, TP 20mg/L.

En la Tabla 13 se muestran las concentraciones máximas de nitrógeno y fósforo, según el Decreto 254:2019, las cuales no deben exceder las aguas residuales tratadas por las empresas encargadas para tales fines o por los municipios, para ingresar a los cuerpos receptores, delimitados para los años 2024, 2028 y 2032.

Tabla 13 - Límites máximos permisibles para los nutrientes vertidos en los cuerpos receptores en Guatemala

Normas o Reglamentos para el vertido de aguas residuales en zonas costeras y/o continentales.	Nutrientes incluidos	Límites o valores máximos permisibles para los nutrientes (mg/L)	Comentarios
Acuerdo Gubernativo 254:2019 Reforma al Acuerdo Gubernativo 236:2006: "Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos".	<ul style="list-style-type: none"> • Nitrógeno total (TN) • Fósforo total (TP) 	TN = 150 TP = 40	El reglamento establece el año 2024 como fecha de cumplimiento. Para el año 2023, todos los municipios (incluidas las <i>aguas residuales domésticas</i>) deberán cumplir con tener en funcionamiento sistemas completos de tratamiento, al menos para los dos (2) vertidos principales que se reportan en el inventario sin tratamiento.
		TN = 70 TP = 20	El reglamento establece el año 2028 como fecha de consecución. En el año 2027, todos los municipios deberán cumplir con tener en funcionamiento sistemas de tratamiento para el sesenta por ciento (60%) del total de los vertidos descritos en el inventario.

Criterios y Normas Regionales para las Cargas de N y P en los Vertidos de Aguas Residuales Domésticas e Industriales

		TN = 20 TP = 10	El reglamento establece el año 2032 como fecha de cumplimiento. En el año 2031, todos los municipios deberán cumplir con tener en funcionamiento sistemas de tratamiento para el cuarenta por ciento (40%) del total de los vertidos descritos en el inventario.
--	--	--------------------	--

3.2.6 HONDURAS

La Ley General del Ambiente de Honduras (Decreto 104:1993) establece los presupuestos adecuados para la gestión ambiental que permita el desarrollo de una conciencia nacional y la participación de todos los ciudadanos hondureños. Este decreto dará seguimiento al avance de las leyes generales y especiales en materia de saneamiento básico y contaminación del aire, agua y suelos, con el fin de garantizar un medio ambiente adecuado para la población.

En Honduras, el Acuerdo 058:1996 "Normas técnicas de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario" es el único reglamento que controla los vertidos de aguas residuales a cuerpos receptores. Este Acuerdo tiene lineamientos técnicos simples que solo establecen restricciones generales de vertido en el medio receptor, sin hacer distinciones de situaciones singulares. No especifica el tipo de cuerpo receptor, ni la clase de aguas residuales. Determina los parámetros de calidad y el valor máximo permisible de cada uno, que debe incluir los vertidos de aguas residuales a un cuerpo receptor directa o indirectamente; estableciendo grupos de parámetros según sus características. Los grupos están ordenados de A a G; El grupo D incluye los LMP para los nutrientes Kjeldahl Nitrógeno Total (TKN), Nitrógeno Amoniacal (N-NH₃) y Fósforo Total (TP) (Tabla 14).

Tabla 14 - Límites máximos permisibles para los nutrientes vertidos de las aguas residuales en Honduras.

Normas o Reglamentos para el vertido de aguas residuales en zonas costeras y/o cuerpos de aguas interiores	Nutrientes incluidos¹²	Límites o valores máximos permisibles para los nutrientes (mg/L)	Comentarios
Acuerdo 058: 1997 "Normas técnicas de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario".	<ul style="list-style-type: none"> • Kjeldahl Nitrógeno Total (TKN) • Nitrógeno Amoniacal (N-NH₃)¹³ • Fósforo total (TP) 	TKN= 30,0 N-NH ₃ = 20,0 TP= 5,0	Para el vertido en cuerpos receptores (no especifica el tipo de cuerpo receptor ni el origen de las aguas residuales, por lo que se supone que se aplica a todas las aguas residuales y para el vertido en zonas costeras).

¹² Los nombres y expresiones (fórmula química) de los diferentes nutrientes aparecen de la misma manera, tal y como se incluyen en la norma o reglamentos especificados en la columna anterior.

¹³ Este acuerdo sí especifica la formulación química del elemento referido. El nitrógeno amoniacal corresponde al nitrógeno en forma de amoníaco soluble (N-NH₃).

En el año 2009 se aprobó la Ley General de Aguas (Decreto 181:2009), en la que se establece que los vertidos directos o indirectos de aguas residuales pueden realizarse en un cuerpo de agua receptor, siempre y cuando los vertidos no contengan insecticidas, fertilizantes y cualquier otro producto o sustancia tóxica o contaminante. Los requisitos de esta ley son de orden público y observancia obligatoria.

La Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente publicó en el Diario Oficial el Acuerdo 003:2020 en mayo de 2021, que aprueba el Reglamento Nacional de Descarga y Reutilización de Aguas Residuales, controlando el vertido de aguas residuales y lodos de los sistemas de tratamiento. La prevención, control y reducción de la contaminación generada por los vertidos de aguas residuales a los cuerpos receptores es el objetivo principal de este acuerdo, para garantizar la salud humana y la protección del medio ambiente. No establece los LMP de nutrientes; solo presenta las eficiencias de eliminación de Fósforo (P), Nitrógeno Orgánico (N_{org}) y Nitrógeno Amoniacal (N_{amon}) de algunas instalaciones de tratamiento de aguas residuales primarias y secundarias.

3.2.7 MÉXICO

México, a través de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) de 1998, estableció la base para el uso sustentable, la gestión del agua y de otros recursos naturales. Esta Ley estipula que el gobierno federal es responsable de establecer los reglamentos ambientales federales para los proyectos principales. Los gobiernos estatales y locales tienen responsabilidades en la regulación y supervisión de la contaminación del agua en las áreas protegidas creadas por el gobierno federal y en la aplicación ordinaria de los reglamentos y normas relativos a la contaminación del agua por los sistemas de alcantarillado municipales.

Por otro lado, en la Ley de Aguas Nacionales (DOF 06-01:2020), se requiere un permiso de la Comisión Nacional del Agua (CNA) para verter aguas residuales de cualquier tipo en todos los cuerpos de agua, incluidas las aguas marinas, en coordinación con la Secretaría de Marina, cuando los vertidos se realicen desde fuentes móviles o plataformas en el mar. La CNA establece las concentraciones máximas de indicadores de calidad mediante la determinación de la capacidad de asimilación de los cuerpos de agua o de dilución de contaminantes, las normas de emisión, así como los objetivos de calidad y las disposiciones de consecución. Generalmente, en México los requisitos normativos de la Ley de Aguas Nacionales en materia de manejo y control de la calidad del agua también se aplican a las aguas marinas, las cuales se definen como tales en el artículo 3 de la Ley Federal del Mar (DOF 08 -01:1986).

Por su parte, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) publicó en enero de 1997 la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT:1996, que estableció los límites máximos permisibles de contaminantes en los vertidos de aguas residuales a aguas y bienes nacionales, con el fin de proteger la calidad del agua y posibilitar sus usos. En este documento aparece una clasificación de los cuerpos receptores de aguas residuales, incluyendo las aguas costeras y define tres clases: operaciones de pesca, navegación y otros usos, recreación y estuarios.

Criterios y Normas Regionales para las Cargas de N y P en los Vertidos de Aguas Residuales Domésticas e Industriales

La Norma Oficial Mexicana, NOM-001-SEMARNAT:2021 publicada por SEMARNAT en marzo de 2022 derogó la norma antes mencionada con el fin de proteger, conservar y mejorar la calidad de las aguas y bienes nacionales. Sin embargo, este instrumento jurídico entró en vigor el 3 de abril de 2023, de acuerdo con lo establecido en los artículos transitorios y publicado en el Diario Oficial de la Federación.

La norma NOM-001-SEMARNAT:1996 no difiere de los límites permisibles según el tipo de aguas residuales; de hecho, usualmente se clasifica como "*agua de composición variada de vertidos comerciales, agrícolas, ganaderos, domésticos así como la mezcla de estos*". En la norma actualizada (NOM-001-SEMARNAT:2021), los límites tampoco se diferencian según el tipo de aguas residuales.

Entre las modificaciones realizadas a esta última norma se encuentran la clasificación de los cuerpos receptores de vertidos de aguas residuales (en la anterior, "aguas costeras" se definía como el cuerpo receptor con 3 subdivisiones según el uso y ahora aparece como "zona marina mexicana" sin distinciones de uso) y los límites permisibles de contaminantes, entre ellos, los indicadores de calidad de nutrientes en estudio (Tabla 15).

Tabla 15 - Límites máximos permisibles de nutrientes para los vertidos de aguas residuales en México

Normas o Reglamentos para el vertido de aguas residuales en zonas costeras y/o cuerpos de agua continentales	Nutrientes incluidos	Límites o valores máximos permisibles para los nutrientes (mg/L)	Comentarios
Norma oficial mexicana NOM-001-SEMARNAT: 2021, que establece los límites permisibles de contaminantes en los vertidos de aguas residuales en cuerpos receptores. Entró en vigor de forma progresiva a partir del 3 de abril de 2023.	• Nitrógeno total (TN)	TN = 25 (P.M.) 30 (P.D.) 35 (V.I.)	Para vertidos en áreas marinas mexicanas.
	• Fósforo total (TP)	TP = 15 (P.M.) 18 (P.D.) 21 (V.I.)	P.M.: Promedio Mensual P.D.: Promedio Diario V.I.: Valor Instantáneo

3.2.8 NICARAGUA

En Nicaragua, la Ley General de Aguas (Ley 620:2007) regula el marco jurídico nacional de todos los recursos hídricos del país: superficiales, subterráneos, aguas residuales, marinos, con el propósito de establecer el marco jurídico institucional para la administración, conservación, desarrollo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos.

A su vez, en el año 2009 se aprobó la Ley para el Desarrollo de las Zonas Costeras (Ley 690:2009) que tiene como objetivo describir la gestión legal para su administración, protección, conservación, reglamento de uso y aprovechamiento sostenible y garantizar a la población el acceso a las zonas costeras del Océano Pacífico y el Mar Caribe.

Para la protección de los recursos naturales en Nicaragua se aprobó la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley 217:2014) que constituye una responsabilidad para el Estado y todos los ciudadanos. Esta ley formula las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente en el país y tiene como principio básico la gestión.

El país cuenta con un instrumento jurídico para la clasificación de los cuerpos de agua (Norma Técnica Obligatoria, NTON 05007-98:2000), que establece los parámetros necesarios para determinar los niveles de calidad de los cuerpos de agua (lagos, lagunas, lagos artificiales, manantiales, ríos, aguas subterráneas, estuarios y mares), de acuerdo con los usos previstos. En esta norma se reconocen seis categorías para clasificar a los cuerpos receptores.

Según la clasificación, la Categoría 3 se refiere específicamente a las aguas marinas o ambientes costeros destinados a la cría y explotación de moluscos para el consumo humano. Sin embargo, se reconoce que las categorías 4, 5 y 6, de acuerdo con los usos propuestos, también pueden asociarse con las aguas marinas costeras en una u otra medida.

En el año 2017 se formuló un reglamento que establece las determinaciones para el vertido de aguas residuales en Nicaragua (Decreto 21:2017). En este documento se describen las disposiciones de vertido de aguas residuales provenientes de actividades domésticas, industriales, comerciales, agroindustriales y de servicios a los cuerpos receptores y alcantarillados sanitarios, mediante el establecimiento de límites o rangos máximos permisibles de vertidos para diferentes indicadores de calidad expresados en términos de concentración.

La norma define el cuerpo receptor como "*depósito actual o natural de agua en embalses, canales, zonas marinas o bienes de dominio público, donde se vierten aguas residuales, así como los terrenos donde se infiltran o inyectan dichas aguas residuales*". Si bien no establece los límites o rangos de vertido según el cuerpo receptor, sino según el origen o fuente de las aguas residuales, sí prevé en su artículo 5 que los vertidos no podrán introducir en el cuerpo receptor efluentes que modifiquen y alteren las características de la calidad del agua para los distintos usos a los que se destinen.

Con base en lo anterior, se infiere que los límites o rangos de vertido definidos en el Reglamento (Decreto 21:2017) deben ser lo suficientemente precisos para no modificar los

Criterios y Normas Regionales para las Cargas de N y P en los Vertidos de Aguas Residuales Domésticas e Industriales

niveles de calidad requeridos de los cuerpos de agua de acuerdo con su uso (NTON 05007 - 98:2000), pero la relación entre ambos instrumentos jurídicos no está claramente definida.

Si bien no es el objeto de este estudio, también es importante mencionar que en su capítulo VI, el Decreto 21:2017 incluye las disposiciones sobre los vertidos de la industria a los cuerpos receptores, estableciendo más de 30 tipos diferentes de actividades industriales con sus respectivas limitaciones. A esto hay que sumar también la distinción que se hace para las actividades agroindustriales. En la Tabla 6 se muestran los valores de los LMP para vertidos de nutrientes según el Decreto 21 de 2017 (capítulo VII).

Tabla 16 Límites máximos permisibles de nutrientes para las aguas residuales vertidas en los cuerpos receptores (incluidas las aguas marinas) para Nicaragua.

Normas o Reglamentos para el vertido de aguas residuales en zonas costeras y/o cuerpos de agua continentales	Nutrientes incluidos	Límites o valores máximos permisibles para los nutrientes (mg/L)	Comentarios
Decreto 21:2017. "Reglamento en el que se establecen las disposiciones para el vertido de aguas residuales"	<ul style="list-style-type: none"> • Fósforo total (TP). • Nitrógeno total (TN). • Kjeldahl Nitrógeno total (TKN) 	TN= 45 TP= 15	Para vertidos de sistemas de tratamiento de alcantarillado sanitario.
	<ul style="list-style-type: none"> • Nitrógeno Amoniacal (N-NH₃)¹⁴ 	TN= 30 TP= 10	Para vertidos de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas.

¹⁴ Este acuerdo sí especifica la formulación química del elemento referido. El nitrógeno amoniacal corresponde al nitrógeno en forma de amoníaco soluble (N-NH₃).

3.2.9 PANAMÁ

Panamá aprobó la Ley General de Ambiente (Ley 41:1998), que establece los principios y las normas básicas para la protección, conservación y recuperación del medio ambiente, promoviendo el uso sostenible de los recursos naturales. También regula la gestión ambiental y establece la integración con objetivos sociales y económicos, con el fin de lograr el desarrollo humano sostenible en el país. Esto forma un marco principal sobre los datos y la participación en cuestiones ambientales y crea responsabilidad por el daño ambiental.

Dentro del marco regulatorio panameño se encuentra la norma de gestión relacionada con los vertidos de aguas residuales. La Dirección General de Normas y Tecnología Industrial (DGNTI) revisó el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35:2000 "Agua. Descarga de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de agua superficiales y subterráneas"; y luego de diversas reuniones, adaptaciones y modificaciones por parte de miembros del sector público y privado, aprobó la sustitución del nombre del Reglamento Técnico a DGNTI-COPANIT 35:2019 "Medio ambiente y protección de la salud. Seguridad. Calidad del agua. Descarga de efluentes líquidos a cuerpos y masas de agua continentales y marinas", con el fin de cumplir con la Clasificación Internacional de Normas (ICS) y ampliar el ámbito de aplicación de acuerdo con las condiciones geográficas del territorio panameño.

El Reglamento DGNTI-COPANIT 35:2019 establece los límites máximos permisibles que deben cumplir los vertidos de efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales, industriales e institucionales, a cuerpos y masas de aguas continentales y marinas. También permite la protección de la salud de la población, el medio ambiente y la preservación de los recursos hídricos, continentales y marinos, ya sean superficiales o subterráneos, naturales o artificiales, contra la contaminación de origen antrópico derivada de las actividades antes mencionadas, dentro de la República de Panamá. Este reglamento tiene en cuenta los LMP del fósforo total, nitratos, nitrógeno total y nitrógeno amoniacal para los vertidos de aguas residuales en su totalidad. En la Tabla A1 del Anexo A se presenta una lista de parámetros controlados por la actividad económica, y basados en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), que reconoce 307 actividades industriales diferentes.

En la Tabla 17 se muestran los LMP de los nutrientes que se incluyen en el citado Reglamento DGNTICOPANIT 35:2019.

Criterios y Normas Regionales para las Cargas de N y P en los Vertidos de Aguas Residuales Domésticas e Industriales

Tabla 17 - Límites máximos permisibles para los nutrientes vertidos en las aguas continentales y marinas en Panamá

Normas o Reglamentos para el vertido de aguas residuales en las zonas costeras y/o cuerpos de aguas continentales.	Nutrientes incluidos ¹⁵	Límites o valores máximos permisibles para los nutrientes (mg/L)	Comentarios
Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35:2019. Medio ambiente y protección de la salud. Seguridad. Calidad del agua. Descarga de efluentes líquidos a cuerpos y masas de aguas continentales y marinas	<ul style="list-style-type: none"> • Fósforo total (P) • Nitrógeno (N) total • Nitrógeno amoniacal (N-NH₃) • Nitrato (NO₃⁻) 	P = 10,0 N = 15,0 N-NH ₃ = 3,0 NO ₃ = 10,0	Todos los efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales, industriales e institucionales que viertan a cuerpos y masas de aguas marinas y continentales o pozos de infiltración, deberán cumplir con los LMP establecidas en el presente Reglamento.

3.2.10 VENEZUELA

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, ha establecido la naturaleza de todas las aguas como bienes de dominio público de la Nación, instruyendo además que una ley debe establecer las disposiciones para garantizar la protección, uso y recuperación, respetando las fases del ciclo hidrológico y los criterios de ordenación territorial, entendido como gestión integral del agua. En su acción estratégica para los usos del agua, se creó el Ministerio del Poder Popular de Atención de las Aguas (MINAGUAS) mediante el Decreto 3466 del 15 de junio de 2018. Este Decreto figura en la Gaceta Oficial Extraordinaria N° 6382.

La creación de este órgano ministerial llevó a la creación de una nueva Autoridad Nacional de las Aguas y con ella al ejercicio de políticas públicas y de una institucionalidad que responda estratégicamente a la protección, tratamiento, vigilancia y gestión de los recursos hídricos (agua potable, alcantarillado, cuencas hidrográficas y embalses) en su conjunto, con la ineludible necesidad de establecer un régimen jurídico único y uniforme para el uso del agua.

Con la creación de este órgano rector se combinan las diferentes disposiciones jurídicas dispersas en leyes y decretos, lo que permite el control orgánico y soberano de los diferentes usos del agua. La eliminación de conflictos y de la fragmentación sectorial y de tierras en cuanto al manejo integral del recurso, de tal manera que se garanticen las herramientas necesarias para cumplir con los principios establecidos. Las autoridades del MINAGUAS utilizan diversos reglamentos para proteger los recursos hídricos y entre ellos se encuentra el Decreto 883 formulado en 1995 para clasificar el agua según sus usos. Este Decreto, a través de consulta pública fue revisado y aprobado ese mismo año, y sigue vigente.

¹⁵ Los nombres y expresiones (fórmula química) de los diferentes nutrientes que aparecen se incluyen en la Norma Técnica o reglamentos especificados en la columna anterior.

El Decreto 883:2005 tiene como objetivo establecer normas con el objetivo de conservar y mejorar la calidad del cuerpo de agua a través del control de los vertidos de efluentes líquidos. Los criterios observados para la clasificación, control de calidad y vertidos de efluentes líquidos de los cuerpos de agua aparecen en este decreto. Asimismo, sugiere acciones para el correcto manejo del recurso que están dirigidas principalmente a la reducción o prevención de efluentes para elevar la calidad ambiental. Del mismo modo, el uso de tecnologías de producción más limpias y el establecimiento de límites máximos contaminantes para los elementos en los vertidos, así como la aplicación de prácticas de reciclaje y reutilización.

Todo lo anterior debe tener la aprobación y control del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARN), con el objetivo de no comprometer los usos actuales y potenciales, y establecer las normas específicas a las que se sujetará su manejo en cada caso. Este órgano rector podrá diseñar planes maestros de control y gestión de la calidad de las aguas específicas para cada cuenca hidrográfica del territorio nacional, con el fin de mejorar la calidad de un determinado cuerpo de agua o tramos del mismo.

Tabla 18 - Límites máximos permisibles de nutrientes para los vertidos de aguas residuales en Venezuela

Normas o reglamentos para el vertido de aguas residuales a zonas costeras y/o cuerpos de aguas continentales.	Nutrientes incluidos	Límites o valores máximos permisibles para los nutrientes (mg/L)	Comentarios
Decreto 883:2005 Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos.	<ul style="list-style-type: none"> • Fósforo total (TP) • Nitrógeno total (TN) 	TP = 10 TN = 40	Realizar los vertidos al medio marino-costero únicamente en zonas donde se produzca una rápida mezcla del vertido con el cuerpo receptor.

3.3 Análisis del Marco Regulatorio de Nutrientes para el Vertido de Aguas Residuales Domésticas en la WCR

El análisis de los países dentro de la WCR ha demostrado que cada uno de los países evaluados posee algún tipo de legislación establecida que prohíbe el vertido no reglamentado de aguas residuales en aguas costeras. Los instrumentos jurídicos de los países de habla hispana de la WCR, relacionados con los vertidos de aguas residuales de origen doméstico afirman que todos tienen reglamentos, leyes, decretos, entre otros, para limitar el vertido de nutrientes (nitrógeno y fósforo y/o compuestos asociados) directo o indirectamente en cuerpos de agua receptores terrestres o marinos. Sin embargo, solo en seis de los 10 países de habla hispana evaluados (Colombia, Panamá, México, Venezuela, Cuba y República Dominicana), los reglamentos aclaran o especifican la aplicación de valores numéricos (concentraciones máximas) para limitar el vertido de aguas residuales domésticas en aguas marinas costeras. En el resto de los países (Honduras, Nicaragua y Guatemala), las limitaciones en el vertido se dirigen por igual a todos los cuerpos receptores y se mencionan las aguas marinas entre ellas.

Con respecto a los países de habla inglesa analizados, a pesar de que cada país tiene legislación vigente en materia de protección ambiental, solo seis (Antigua y Barbuda, Belice, Jamaica, Santa Lucía, Trinidad y Tobago y Estados Unidos de América) han establecido reglamentos adicionales que incluyen límites máximos permisibles (de concentración) o valores umbral para el vertido de aguas residuales. Además, sólo cuatro de estos países (Antigua y Barbuda, Barbados, Jamaica y Santa Lucía) han establecido límites específicos para los vertidos de aguas residuales domésticas. Por otra parte, EE.UU. utiliza sus criterios de calidad del agua para los cuerpos de agua, que se componen de cargas contaminantes.

Una observación importante de la revisión de las normas nacionales es la disparidad de los compuestos de nitrógeno y fósforo que están representados como parámetros de vigilancia en la legislación de los países de la WCR. Se observa muy poca uniformidad en los parámetros de nutrientes de los países con límites existentes para los compuestos de N y P. Se encontró que los compuestos predominantes en todos los países fueron el Fósforo Total y el Nitrógeno Total (Tabla 19). Si bien solo hay tres (3) especies diferentes de compuestos de fósforo, hay 9 especies diferentes de compuestos de nitrógeno que se están evaluando entre todos los países en una selección esporádica de estos parámetros. Como resultado, existe una marcada dispersión en términos del rango de valores de los límites máximos permisibles para diferentes compuestos de nutrientes en toda la región, incluso para los cuerpos de agua receptores con una clasificación similar. Por ejemplo, en lo que respecta a los vertidos de aguas residuales domésticas, la distribución en el rango de valores en los países de habla inglesa en comparación con los países de habla hispana se ejemplifica con el nitrógeno total, donde el valor dado para Santa Lucía es (5 mg/L) y es (30 mg/L) Nicaragua.

Un aspecto particularmente importante es que las normas de vertido se expresan principalmente en términos de concentración de contaminantes y no de carga contaminante a nivel regional. Por lo tanto, el caudal no se mide al evaluar el impacto de sustancias o compuestos que pueden causar daños al cuerpo de agua receptor. Si se midieran los caudales, se permitiría determinar la carga (caudal x concentración), lo que permite conocer la masa del contaminante por unidad de tiempo. Al evaluar las cargas, se logra una comprensión más

holística de los impactos de los contaminantes en las aguas receptoras, lo que permite la comparación de diferentes fuentes de contaminación (Tosic et al., 2018) y permite establecer objetivos para la reducción de la carga contaminante durante un período de tiempo determinado (Tosic et al., 2019). Una contabilidad precisa de la carga de contaminantes que entran en un cuerpo de agua permite juzgar y predecir las tendencias actuales y futuras de la contaminación del agua y la posible reacción del ecosistema (por ejemplo, floraciones de algas), proporcionando así una base científica para la toma de decisiones y la gestión gubernamentales, y proporcionando apoyo de datos para la protección de los recursos hídricos y la prevención de la contaminación del agua (Han, 2021). En este caso, el potencial del control de la carga contaminante es extremadamente valioso y debe ser considerado como un punto de referencia futuro para los países a la hora de revisar y actualizar sus límites de efluentes. Sin embargo, el uso de concentraciones de contaminantes para los LMP representa un avance significativo en el control de la contaminación y destaca la importancia de establecer normas para los compuestos de N y P en las aguas residuales domésticas e industriales.

Uno de los desafíos para definir los límites máximos efectivos de vertido es la falta de información disponible sobre los procesos de mezcla de las zonas costeras. Para comprender si un límite de vertido protegerá efectivamente las aguas receptoras al mantener la calidad del agua dentro de normas de calidad ambiental predeterminadas, se requiere el conocimiento de las características hidrodinámicas de la zona costera que determinarán la dispersión y dilución de un contaminante dado. Por ejemplo, Tosic (2019) desarrolló un método novedoso para establecer objetivos de política para los límites máximos de carga en la zona costera utilizando un enfoque de modelización científica basado en el ecosistema (véase también Tosic et al., 2019). Dichos métodos pueden permitir la aplicación de ejercicios precisos de fijación de objetivos a medida que la implementación de modelos hidrodinámicos en la región continúa surgiendo en el futuro.

Tabla 19 - Límites máximos permisibles de vertidos domésticos para los parámetros de nutrientes en la WCR

País	Fuente de aguas residuales	Cuerpo receptor	Parámetros (mg/L)											
			P o TP	PO ₄ ³⁻	P-PO ₄ ³⁻	N o TN	TKN	NO ₃ ⁻	N-NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	N-NO ₂ ⁻	N-NH ₃	N-NH ₄ ⁺	N-NH ₄ ⁺ + NO ₃
Antigua y Barbuda	Aguas residuales	Aguas costeras						50		3				
Barbados	Aguas residuales domésticas	Clase 1 - Costera	1			5								
		Clase 2 - Marino	10			45								
Jamaica	Efluentes de aguas residuales de plantas de tratamiento existentes	Aguas costeras		10						30				
	Efluentes de aguas residuales de plantas distintas de las existentes				4	10								
Santa Lucía	Aguas residuales domésticas	Aguas costeras y recreativas	1			5								
Colombia	Aguas residuales domésticas y actividades industriales, comerciales y de servicios.	Aguas marinas	0,4		0,3	1			0,1		0,02	0,3		
Cuba	Aguas residuales (No especifica la tipología).	Áreas marinas de zonas de conservación ecológica o áreas protegidas. (Clase A).	5					10						

		Áreas marinas donde se pesca (Clase C).	7				20						
		Áreas marinas cuyas aguas son de uso industrial (Clase D).	10				40						
		Áreas marinas en bahías donde se desarrolla actividad marítimo-portuaria (Clase E).	5				20						
		Áreas marinas en bahías donde se desarrolla actividad marítimo-portuaria (Clase F).	10				40						
República Dominicana	Aguas residuales municipales para poblaciones de más de 10.000 habitantes. Para menores de edad no determinados.	Aguas costeras			8							30	50

Criterios y Normas Regionales para las Cargas de N y P en los Vertidos de Aguas Residuales Domésticas e Industriales

Guatemala	Aguas residuales municipales con sistemas completos de tratamiento, al menos, para los dos (2) vertidos principales que se reportan sin tratamiento en el inventario.	Cuerpos receptores, no especificados.	40			150							
	Aguas residuales municipales con sistemas de tratamiento para el 60% del vertido		20			70							
	Aguas residuales municipales con sistemas de tratamiento para el 40% de los vertidos		10			20							
Honduras	Aguas residuales (no se especifica su origen)	Cuerpo receptor	5			30					20		
México	Aguas residuales (no se especifica su origen)	Zonas marinas	15			25							
Nicaragua	Vertidos de los sistemas de tratamiento de alcantarillado sanitario	Cuerpos receptores	15			45							

	Vertidos de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas		10			30								
Panamá	Todos los efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales, industriales e institucionales.	Aguas continentales y marinas	10			15		10					3	
Venezuela	Para todos los vertidos de aguas residuales. (No especifica su tipo).	Medio marino y costero	10			40								

3.4 Análisis del marco regulatorio de nutrientes para el vertido de aguas residuales industriales en la WCR

La revisión de la legislación y los reglamentos en este estudio ha revelado una menor presencia de los límites establecidos para las aguas residuales industriales. Solo tres (3) países de habla inglesa (Belice, Jamaica, Trinidad y Tobago) y 4 países de habla hispana (Colombia, Costa Rica, República Dominicana y Nicaragua) cuentan con dichos reglamentos. Es importante destacar que, con respecto a los nutrientes, Jamaica, República Dominicana y Nicaragua son los únicos países, en este estudio, con límites distintos definidos para los vertidos domésticos e industriales. Belice y Nicaragua han definido límites de N y P para varias industrias existentes, sin embargo, se entiende que cada país tendrá una actividad industrial diferente. Colombia y Costa Rica han establecido límites de nutrientes para menos industrias, mientras que los países restantes parecen haber adoptado un enfoque general, en el los reglamentos son inespecíficos y se aplican a todos los vertidos industriales. En comparación con los límites de vertido de aguas residuales domésticas (Tabla 19), se observa que hay menos formas de compuestos de nitrógeno y fósforo para los vertidos industriales. Se puede inferir que el tratamiento de aguas residuales realizado por las industrias antes del vertido minimizaría o eliminaría efectivamente la presencia de algunos nutrientes. En la Tabla 20 se incluyen los límites de efluentes industriales para los compuestos de N y P en estos países.

Es importante señalar la inclusión del programa de pretratamiento industrial en el Anexo III del Protocolo LBS, en el que se describen los requisitos para su posible aplicación por las partes contratantes. Este programa se ocupa en particular de la recogida de los vertidos industriales en los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas nuevos o existentes y de la forma en que deben protegerse de posibles contaminaciones, daños u otras limitaciones operativas. En consecuencia, el vertido industrial se recogería en instalaciones de tratamiento que también recogen aguas residuales domésticas, el pretratamiento realizado antes del vertido debería producir efluentes de composición y niveles contaminantes similares a las aguas residuales domésticas. El establecimiento de un programa de un programa de pretratamiento se basa en la capacidad económica de la parte contratante. Otros factores probables relacionados con la implementación pueden incluir la infraestructura de alcantarillado existente en el país, la ubicación de la industria y la proximidad de los cuerpos de agua receptores.

Idealmente, el establecimiento de un programa de pretratamiento industrial dentro de las partes contratantes podría introducirse potencialmente a través de la enmienda del marco regulatorio existente. Sin embargo, es imperativo que la autoridad o agencia responsable de la protección del medio ambiente dentro de cada país garantice que se adopte un enfoque holístico en el desarrollo y la implementación. En los países donde aún no se han establecido los límites de efluentes industriales, el proceso de pretratamiento debe dar como resultado niveles de efluentes con contaminantes (incluidos nutrientes) que cumplan con los límites de vertido establecidos para las aguas residuales domésticas en los cuerpos de agua receptores o los respectivos criterios de calidad del agua existentes. Sin embargo, el vertido de múltiples industrias en el mismo cuerpo de agua receptor puede dar lugar a una acumulación de

nutrientes que provoquen efectos nocivos (eutrofización), aunque cada industria pueda estar en cumplimiento.

Tabla 20 - Límites de efluentes industriales para los parámetros de nutrientes en la WCR

País	Fuente de aguas residuales	Cuerpo receptor	Parámetros (mg/L)										
			P o TP	PO ₄ ³⁻	P-PO ₄ ³⁻	N o TN	TKN	NO ₃ ⁻	N-NO ₃ ⁻	N-NO ₂ ⁻	N-NH ₃	N-NH ₄ ⁺	
Belice	Procesamiento de alimentos, Servicio, Cítricos, Prendas de vestir, Fabricación de baterías, Aves de corral, Industria cervecera, Procesamiento de azúcar	Aguas costeras		5					10				
	Procesamiento de pescado			30					10				
	Industria láctea			5					30				
	Refinería de ron, Procesamiento de camarones, Embotellado de refrescos			1					10				
	Para otras Industrias o Actividades comerciales			3					5				1
Jamaica	Efluentes comerciales	Aguas costeras		5					10				1
Trinidad y Tobago	Industrias o Actividades comerciales	Costero Cercano a la costa Marino Mar adentro	5									10	

Colombia	Agricultura y Ganadería	Aguas marinas	2		1,5	10			1	0,5	5		
	Industrias alimentarias		2			10							
	Bebidas		15			30							
Costa Rica	Ganadería, Avicultura, Piscicultura, Industria textil y del cuero	No especificado		25		50							
República Dominicana	Aguas residuales industriales generales	Aguas costeras	2									10	
Nicaragua	Mataderos de animales, Ganadería, Procesamiento de café	Aguas marinas				50							
	Industria láctea					45							
	Manufactura Textil		2								10		
	Centrales Termoeléctricas		5										
	Refinación de petróleo y petroquímica										15		
	Industria siderúrgica										12		
	Granjas de cerdos y cabras			20			50						
	Industria de jabones y detergentes		15										

4. MARCOS REGULATORIOS PARA LOS VERTIDOS DE NITRÓGENO Y FÓSFORO EN OTRAS REGIONES

4.1 AUSTRALIA

Las Directrices de Australia y Nueva Zelandia para Aguas Dulces y Marinas (ANZECC 2000) se establecieron con el fin de proporcionar un marco para reconocer, proteger y gestionar los usos de los recursos hídricos del medio ambiente que son importantes para un ecosistema saludable o para el beneficio público, el bienestar, la seguridad o la salud que requieren protección contra la contaminación. La ANZECC estableció directrices para los ecosistemas acuáticos y la calidad de las aguas recreativas de las zonas costeras.

La ANZECC forma parte de la Estrategia Nacional Australiana de Gestión de la Calidad del Agua (NWQMS; ANZECC y ARMCANZ 1994), cuyo objetivo principal se basa en el desarrollo ecológicamente sostenible de los recursos hídricos. Como parte de un marco más amplio de gestión de la calidad del agua, las directrices de calidad del agua se elaboran a través de objetivos que tienen en cuenta las preocupaciones sociales, culturales, políticas y económicas cuando sea necesario. Es importante tener en cuenta que las directrices no se consideran Normas debido a una amplia gama de tipos de ecosistemas, entornos y sistemas de producción de alimentos en los que se adopta un enfoque crítico y exigente para aplicar los objetivos de calidad del agua. En consecuencia, las directrices son valores numéricos y descriptivos que apuntan hacia una gestión eficaz de los recursos hídricos ambientales. Los valores se denominan "valores de activación" que incurren en una respuesta predeterminada que maximiza la protección del ecosistema. Un ejemplo de ello se da en la Tabla 21, que incluye los valores orientativos para proteger los ecosistemas acuáticos en Australia Septentrional. Esta zona se denomina Australia "Tropical" y se caracteriza especialmente por las elevadas temperaturas estacionales, los ecosistemas de arrecifes de coral y la importante variabilidad estacional de las precipitaciones. También en esta tabla, se encuentran las directrices de calidad del agua recreativa para los nutrientes que se utilizan en el monitoreo y la gestión de los cuerpos de agua para determinar la idoneidad para ese fin.

Tabla 21 - Directrices de Australia sobre los parámetros de nutrientes para las aguas marinas

Medio Ambiente	Parámetros (mg/L)					
	Nitrato-N	Nitrito -N	Amoníaco-N	Nitrógeno total	Fósforo reactivo	Fósforo total
Ecosistemas Acuáticos - Marinos						
Costero			0,001 – 0,01	0,1	0,005	0,015
Mar adentro			0,001 – 0,006	0,1	0,002 – 0,005	0,01
Calidad del agua recreativa	10	1	0,01			

Es de particular importancia señalar que las directrices de ANZECC se desarrollan específicamente para un ecosistema en particular en función de los factores de estrés físico y químico existentes, que son factores que pueden causar efectos adversos en los ecosistemas acuáticos. Los problemas causados por estos factores de estrés se correlacionan con los

efectos potenciales para crear un sistema escalonado basado en el riesgo. Para cada tema, los valores guía se "empaquetan" con los correspondientes protocolos específicos del ecosistema para minimizar los efectos ambientales nocivos. Aunque las directrices para cada problema se especifican generalmente como concentraciones, se recomendó la elaboración de directrices basadas en la carga para los nutrientes, la materia orgánica biodegradable y las partículas en suspensión.

4.2 UNIÓN EUROPEA

En 1991 se pronunció la Directiva 271:1991 para la CEE (91/271/CEE), que posteriormente fue modificada por la Directiva 15:1998 (98/15/CEE) con el fin de mejorar los problemas de interpretación y adaptación por parte de otros estados miembros. La presente Directiva define los sistemas de recogida, tratamiento y vertido de las aguas residuales urbanas generadas en los países que componen la Comunidad.

En el caso concreto de España, esta Directiva ha sido transpuesta a través del Real Decreto-ley 11:1995, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas generadas en el país, incorporando a la legislación interna aquellos preceptos de la Directiva 271:1991. Las modificaciones desarrolladas en el Real Decreto-ley español fueron tomadas del Real Decreto 509:1996, cuyas modificaciones están amparadas por el Real Decreto 2116:1998.

A través del Real Decreto 509:1996, los vertidos de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas realizados en zonas sensibles propensas a la eutrofización deben cumplir los requisitos de vertido para DBO5, DQO, total de sólidos en suspensión (TSS) y para los nutrientes mostrados en la Tabla 19, adoptados de los reportados en la Directiva Marco 271:1991 de la CEE. El método de establecer límites según el tamaño de la población es muy útil para mejorar el control de los impactos, que son proporcionales a la magnitud de la contaminación. Además, las inversiones en sistemas de tratamiento de aguas residuales para poblaciones pequeñas son menos comunes, como se requiere en una población grande.

Tabla 22 - Requisitos de la UE para los vertidos de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas

Parámetros (mg/L) ¹⁶	Concentraciones		Porcentajes mínimos de reducción (%) ¹⁷
	De 10 000 a 100 000 h-e ¹⁸	> 100 000 h-e	
Fósforo total (P)	2	1	80
Nitrógeno (N) total ¹⁹	15	10	70-80

¹⁶ Valores de concentración constituyentes medias anuales

¹⁷ Los porcentajes de reducción dependen del caudal de entrada al sistema de tratamiento

¹⁸ h-e – Equivalentes-habitantes

¹⁹ El nitrógeno total incluye nitrógeno Kjeldahl, nitrato (NO₃) y nitrito (NO₂).

5. PROPUESTAS DE NORMAS REGIONALES PARA EL VERTIDO DE NITRÓGENO Y FÓSFORO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

Con el fin de presentar recomendaciones para los vertidos regionales de nitrógeno y fósforo (N y P), es importante analizar cuidadosamente y comprender de manera integral los tipos de desafíos que se pueden enfrentar en el proceso de solicitud. Las normas de vertido observadas para los países en este estudio ilustran una gama muy amplia de valores para los límites máximos permisibles de vertido de nutrientes. Existe una mayor disparidad evidente en las formas o compuestos de N y P.

En el caso de los compuestos de fósforo, el fósforo total (TP) predomina ampliamente en los países de habla hispana ya que está incluido en las normas de ocho (8) de los nueve (9) países evaluados. En las normas de República Dominicana solo se incluye el ortofosfato fosfórico (P- P-PO_4^{3-}), y en el caso de Colombia, ambos compuestos están incluidos. De los países de habla inglesa, sólo Barbados y Santa Lucía han incluido el fósforo total en sus normas nacionales. Los EE.UU. difieren a medida que sus estados desarrollan y se someten a la EPA de los EE.UU. para la aprobación de las Cargas Diarias Máximas Totales (TMDL), un cálculo de la cantidad máxima de un contaminante que puede ingresar a un cuerpo de agua para que el cuerpo de agua cumpla y continúe cumpliendo con las normas de calidad del agua para ese contaminante en particular.

Con respecto a los compuestos de nitrógeno, las normas de vertido son más complejas en términos de uniformidad. Se observa que los diferentes compuestos parecen ser evaluados indistintamente. Por ejemplo, el nitrógeno total (TN) se evalúa en seis (6) de los países de habla hispana, el nitrógeno Kjeldahl total (TKN) en tres (3), el nitrógeno amoniacal (como amoníaco soluble, NH_3 o como ion amonio, NH_4^+) en cuatro (4) países y el nitrato (NO_3^-) y el nitrógeno nítrico (N- NO_3^-) en un (1) país cada uno. En los países de habla inglesa, el nitrógeno total se evalúa en tres (3) países: Barbados, Jamaica y Santa Lucía. La vigilancia de los compuestos de nitrógeno adicionales es mínima, ya que sólo Antigua y Barbuda analiza el nitrato (NO_3^-) y el nitrito (NO_2^-), y sólo Jamaica analiza el nitrógeno nítrico (N- NO_3^-).

Además, varias normas o reglamentos de vertido mencionan los compuestos de nitrógeno sin especificar claramente sus formas químicas y, en algunos casos, las formulaciones proporcionadas son incorrectas, lo que puede generar confusión. Por ejemplo, el nitrógeno amoniacal podría describirse como el ion amonio (NH_4^+) o como amoníaco soluble (NH_3). De manera similar, algunas normas o criterios de vertido se refieren al nitrito y al nitrato como el ion completo (NO_2^- y NO_3^- , respectivamente), mientras que otros informan sobre el contenido de nitrógeno dentro del nitrito o nitrato (N- NO_2 o N- NO_3 , respectivamente). Cabe destacar que esta ambigüedad no se plantea con el nitrógeno total (TN), que se entiende universalmente como la suma de todas las formas de nitrógeno (tanto orgánico como inorgánico), ni con el nitrógeno Kjeldahl total (TKN), que incluye específicamente el nitrógeno orgánico y el ion amonio (NH_4^+).

Se ha observado que los compuestos de N y P son factores colimitantes en el enriquecimiento de nutrientes de los ecosistemas acuáticos, lo que provoca efectos nocivos como las

floraciones de algas (Esler, 2007). Después de revisar las normas nacionales existentes para el vertido de aguas residuales en toda la región, analizar las formas predominantes de compuestos de nitrógeno y fósforo y considerar las posibles imprecisiones con respecto a las formulaciones químicas en los marcos jurídicos, particularmente con compuestos de nitrógeno, se propone que el nitrógeno total (TN) y el fósforo total (TP) deben incluirse como los parámetros de nutrientes a evaluar en los criterios o límites regionales para los vertidos de aguas residuales domésticas en zonas marinas y costeras. Se ha comprobado que las concentraciones de TN y TP son parámetros muy útiles y básicos para la evaluación de la calidad del agua, especialmente con respecto a la eutrofización (Yang, 2008). Además, debido a la importancia de determinar el TKN para los sistemas de tratamiento de aguas residuales y reconociendo la importancia del método analítico para su determinación, también se propone como un indicador apropiado para su inclusión en criterios o normas regionales.

Tabla 23 - Normas regionales propuestas para el nitrógeno y el fósforo en los vertidos de aguas residuales domésticas a las aguas marinas

Límites máximos permisibles	Parámetros (mg/L)		
	TP	TN	TKN
Clase I	0,1 - 5	1 - 10	5 - 10
Clase II	5 - 10	10 - 50	10 - 40

Aunque a nivel regional se observa una amplia gama de valores límite máximos permisibles en las zonas marinas y costeras en lo que respecta a las concentraciones de compuestos de nitrógeno y fósforo, al proponer límites para N y P se tiene en cuenta lo siguiente:

- Los indicadores potenciales de nutrientes deben considerarse inicialmente como una gama de valores para las aguas de Clase I y Clase II.
- Se pretende que las gamas estén alineadas con cada clasificación de agua según la designación actual del Protocolo LBS, es decir, se proponen límites más estrictos para la Clase I, que está en consonancia con la protección de los ecosistemas sensibles y los usos del agua dentro de esta clasificación.
- El objetivo principal de esta recomendación es que estos valores sirvan de guía para las partes contratantes en la WCR.
- Con referencia a las gamas propuestas, las partes contratantes pueden optar por adoptar límites que estén dentro de la gama o incluso tener límites más estrictos.

La premisa de estos límites propuestos es capacitar mejor a las autoridades ambientales regionales en la gestión y protección de los cuerpos de agua costeros que actualmente o potencialmente podrían verse afectados por los contaminantes de las aguas residuales domésticas. De acuerdo con las directrices revisadas, como EPA WQS y ANZECC, el uso de un cuerpo de agua debe ser proporcional a los límites respectivos. En consecuencia, se recomiendan valores conservadores para la Clase I y sus usos inherentes, mientras que se han ofrecido valores menores para la Clase II. En última instancia, los límites propuestos deben considerarse alcanzables, pero estar sujetos a cambios a lo largo de un período de tiempo en el que estos umbrales puedan ser gradualmente más estrictos, si es necesario y requerido.

Criterios y Normas Regionales para las Cargas de N y P en los Vertidos de Aguas Residuales Domésticas e Industriales

Por último, en la mayoría de los países, se observa que las normas o reglamentos nacionales utilizan un sistema de límites máximos permisibles de vertido de compuestos de N y P en forma de concentración de contaminantes y no de carga contaminante. A la luz de esto, se consideró más prudente recomendar inicialmente límites de vertido para estos compuestos como concentraciones. De esta manera, sería posible una alineación más suave y la implementación de los límites recomendados podría facilitarse fácilmente debido a las similitudes de los datos existentes. Sin embargo, la importancia y necesidad de incluir límites como cargas contaminantes en el futuro no pasa desapercibida.

Con respecto al desarrollo de normas de nutrientes para efluentes industriales, también se recomienda que esto se haga mejor por separado. En la actualidad, los límites de vertido existentes en virtud del Protocolo LBS son definitivamente para vertidos domésticos. Por lo tanto, los límites industriales para los parámetros existentes deben desarrollarse en sintonía con N y P. Como se mencionó anteriormente, el proceso de pretratamiento es fundamental para el vertido de aguas residuales industriales que pueden recogerse en los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas. A este respecto, el establecimiento de normas industriales dependería de la capacidad de las partes contratantes para hacer de este proceso un requisito.

6. CONSIDERACIONES FINALES

Existen brechas en las normas nacionales vigentes en toda la región en relación con los compuestos de nitrógeno y fósforo. Incluso con los desafíos inherentes, está implícito que las áreas costeras y marinas categorizadas como Clase I según el Protocolo deben protegerse mediante el establecimiento de normas para N y P, ya que estos compuestos son la causa de la contaminación por nutrientes, la eutrofización y la desoxigenación, y se encuentran entre las principales causas de la degradación de los arrecifes de coral, la pérdida de biodiversidad marina y la pérdida de hábitat del ecosistema marino. Aunque algunos países han hecho grandes progresos en este sentido, queda mucho por hacer en estas esferas para mantener eficazmente el medio marino y los beneficios respectivos.

Dada la importancia de los nutrientes para los ecosistemas acuáticos, es necesario diferenciar las normas para las aguas residuales domésticas y los efluentes industriales. Los países que carecen de esta distinción deberían considerar la posibilidad de revisar las leyes vigentes para facilitar mejor la gestión de las aguas costeras. Para los países que aún no han incorporado tales normas o criterios, es importante hacer esta distinción desde el principio y crear una base sólida para la vigilancia de la contaminación por nutrientes.

En conclusión, para establecer límites regionales para los vertidos de nutrientes, los países pueden deliberar sobre la inclusión de los parámetros propuestos, fósforo total (TP) y nitrógeno total (TN) y/o TKN (nitrógeno Kjeldahl total), para ser vigilados como indicadores de contaminación por nutrientes. Asimismo, utilizando la gama de valores recomendados, se pueden proponer límites diferenciados para los vertidos en aguas de Clase I y Clase II según la clasificación incluida en el Anexo III (Aguas residuales domésticas) del Protocolo LBS. Por último, los límites de nutrientes propuestos se definen en forma de concentración de contaminantes y no de carga contaminante, aunque se reconoce que, en última instancia, el factor de flujo de los contaminantes debe incluirse en la evaluación del impacto potencial.

7. REFERENCIAS

1. Gobierno de Antigua y Barbuda, Informe de Evaluación para Determinados Países con respecto al Protocolo relativo a la Contaminación procedente de Fuentes y Actividades Terrestres.
2. Gobierno de Antigua y Barbuda, Ley de Protección y Gestión Ambiental, 2015 No. 11 de 2015
3. Gobierno de Antigua y Barbuda, Ley de Protección y Gestión Ambiental, 2019 No. 10 de 2019
4. Estrategia para la Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible de Antigua y Barbuda 2017 – 2018
5. Política Ambiental Nacional del Commonwealth de Las Bahamas (2005), Gobierno de Las Bahamas
6. Informe de Evaluación Nacional de Las Bahamas para el Examen Decenal de la Aplicación del Programa de Acción de Barbados (2004), Gobierno de Las Bahamas
7. Gobierno de Las Bahamas, Ley del Ministerio del Medio Ambiente (2019)
8. Gobierno de Las Bahamas, Ley de Planificación y Protección Ambiental (2019)
9. UNEP 2010, Resumen Ambiental Nacional Barbados
10. Gobierno de Barbados, Informe sobre el Estado del Medio Ambiente (2000)
11. Gobierno de Barbados, Ley de Control de la Contaminación Marina (1998)
12. Gobierno de Barbados, Ley de Ordenación de las Zonas Costeras (2000)
13. Gobierno de Barbados, Tabla de Concentraciones Prohibidas (2023)
14. Gobierno de Barbados, Ley de Planificación y Desarrollo (Enmendada) (2020)
15. UNEP 2011, Resumen Ambiental Nacional Belice
16. Gobierno de Belice, Ley de Protección del Medio Ambiente (2011)
17. Gobierno de Belice, Reglamento de Protección Ambiental (Limitaciones de Efluentes) (Enmienda) (2009)
18. Gobierno de Belice, Ley de Ordenación de las Zonas Costeras (1998)
19. Gobierno de Granada, Ley de la Autoridad Nacional de Agua y Alcantarillado (Enmienda) (2008)
20. Gobierno de Granada, Política de Gestión Integrada de las Zonas Costeras para Granada, Carriacou y Pequeña Martinica (2015)
21. Gobierno de Granada, Ley de Gestión Integrada de las Zonas Costeras (2019)
22. Gobierno de Granada, Reglamento de Pesca (Áreas Marinas de Protección) (2013)
23. Gobierno de Granada (2020), Política Nacional del Agua de Granada (2020)
24. Gobierno de Guyana, Informe sobre el Estado del Medio Ambiente (2016)
25. Gobierno de Guyana, Ley de Protección del Medio Ambiente (1996)
26. Prudent-Phillip 2013 - Informe de Evaluación para Determinados Países con respecto al Protocolo relativo a la Contaminación procedente de Fuentes y Actividades Terrestres
27. Gobierno de Guyana, Reglamento de Protección Ambiental (Calidad del Agua) (2000)
28. Gobierno de Guyana, Ley de Áreas Protegidas (2011)
29. Autoridad Nacional de Conservación de los Recursos, Informe Nacional sobre la Integración de la Gestión de las Cuencas Hidrográficas y las Zonas Costeras en Jamaica (2001)

30. Gobierno de Jamaica, Ley de la Autoridad de Conservación de los Recursos Nacionales (1991)
31. Gobierno de Jamaica, Reglamento de Conservación de Recursos Nacionales (Aguas Residuales y Lodos) (2013)
32. Gobierno de Jamaica, Ley de Pesca (2018)
33. Gobierno de Santa Lucía, Perfil Ambiental de Santa Lucía (2005)
34. UNEP 2010, Resumen Ambiental Nacional Santa Lucía
35. Gobierno de Santa Lucía, Ley de la Autoridad Nacional de Conservación (1999)
36. Oficina de Normas de Santa Lucía, Directrices para la calidad del agua recreativa (SLNS 83: 2016)
37. Gobierno de Santa Lucía, Reglamento de Salud Pública (Control de la Calidad del Agua) (1978)
38. Gobierno de Trinidad y Tobago, Ley de Gestión Ambiental (2000)
39. Gobierno de Trinidad y Tobago, Normas sobre la Contaminación del Agua (2019)
40. Autoridad de Recursos Hídricos, 2001 - Informe Nacional sobre la Integración de la Gestión de las Cuencas Hidrográficas y las Zonas Costeras en Trinidad y Tobago
41. Gobierno de Trinidad y Tobago, Política y Plan de Acción de Gestión Integrada de las Zonas Costeras (2024)
42. Departamento de Protección Ambiental de Florida, <https://floridadep.gov/rcp/rcp/content/floridas-coral-reefs>, <https://floridascoralreef.org/>
43. Gobierno de los Estados Unidos de América, Ley de Agua Limpia, Título 33 Navegación y Aguas Navegables
44. Gobierno de los Estados Unidos de América, Ley de Agua Potable Segura
45. Gobierno de los Estados Unidos de América, Ley de Protección, Investigación y Santuarios Marinos (Ley de Vertidos en los Océanos)
46. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Manual de Calidad del Agua
47. Estado de Florida, Capítulo 62-302, Normas de Calidad de Aguas Superficiales
48. Unión Europea, DIRECTIVA DEL CONSEJO de 21 de mayo de 1991 relativa al tratamiento de las aguas residuales urbanas (91/271/CEE)
49. ANZECC y ARMCANZ 2000, Directrices de Australia y Nueva Zelanda para la Calidad del Agua Dulce y Marina, Consejo de Medio Ambiente y Conservación de Australia y Nueva Zelanda y Consejo de Agricultura y Gestión de Recursos de Australia y Nueva Zelanda, Canberra.
50. Han, Z., Zhang, J., Su, J., Zheng, Z., Lu, S., Zhou, W., Fu, J., 2021. Estudio sobre la contabilización de la cantidad total de contaminantes que ingresan a la cuenca del río Qinghe. E3S Web de Conferencias 271, 1–5. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127102001>
51. Nura Bello, Nor Rohaizah Jamil, Ley Juen Looi, Keng Yap Ng, Estimación de la carga contaminante y proyección del objetivo de reducción de la carga (LRT) para la asignación de la carga diaria máxima total (TMD) en los ríos tropicales, Indicadores ambientales y de sostenibilidad, Volumen 22, 2024
52. Acuerdo 058: 1997. Normas técnicas de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario.

http://www.chmhonduras.org/phocadownloadpap/regional_sps/LEGISLACION/normas-tecnicas-de-las-descargas-de-aguas-residuales.pdf

53. Acuerdo Ejecutivo 003: 2020. Reglamento Nacional de Descarga y Reutilización de Aguas Residuales. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. <https://www.tsc.gob.hn/biblioteca/index.php/reglamentos/1016-reglamento-nacional-de-descarga-y-reutilizacion-de-aguas-residuales>
54. Acuerdo Gubernativo 12: 2011. Reglamento de descargas de aguas residuales en la cuenca del lago de Atitlán. <http://www.copresam.gob.gt/wp-content/uploads/2021/01/Acuerdo-Gubernativo-12-2011-1.pdf>
55. Acuerdo Gubernativo 236: 2006. "Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos". Presidencia de la República. Guatemala. 17 págs.
56. Acuerdo Gubernativo 254: 2019. Reformas del Acuerdo Gubernativo 236-2006. Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y la disposición de lodos. Guatemala. 4 págs. <https://sgp.gob.gt/wp-content/uploads/2019/11/AG-254-2019.pdf>
57. Acuerdo Gubernativo 328: 2009. Política para el Manejo Integral de las Zonas Marino Costeras de Guatemala. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. ISBN:978-9929-554-05-4. http://www.segeplan.gob.gt/downloads/clearinghouse/politicas_publicas/Recursos%20Naturales/Pol%C3%ADtica%20Marino%20Costera.pdf
58. Caviedes, V., Arenas, P. y Barragán, J. M. (2021). Avances para el manejo costero integrado en el Caribe de Guatemala. Revista de Ciencias Ambientales (Trop. J. Environ. Sci.) e-ISSN: 2215-3896. (Julio-Diciembre, 2021). Vol 55(2): 271-294.
59. Decreto 21: 2017. Reglamento que establece las disposiciones para el vertido de aguas residuales. Nicaragua. 48 págs. <http://www.inaa.gob.ni/sites/default/files/inline-files/Decreto%2021-2017.pdf>
60. Decreto 29: 2019. Reglamento Especial de Aguas Residuales y Manejo de Lodos Residuales. https://www.ilo.org/dyn/natlex/docs/ELECTRONIC/108999/135096/F745287760/29_2019_EL_SALVADOR.pdf
61. Decreto 50: 2018. modifica parcialmente el Decreto 1076 de 2015, Decreto único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible en relación con los Consejos Ambientales Regionales de la Macrocuencas (CARMAC), el Ordenamiento del Recurso Hídrico y Vertimientos y se dictan otras disposiciones. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=85084
62. Decreto 104: 1993. Ley General del Ambiente <https://observatoriop10.cepal.org/es/instrumento/ley-general-ambiente-decreto-no-104-1993>
63. Decreto 109: 2015. Reglamento de Vertidos al Dominio Público Hidráulico y al Dominio Público Marítimo-Terrestre de Andalucía. <https://vlex.es/vid/decreto-109-2015-17-569409846>
64. Decreto 181:2009. Ley General de Aguas. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/ley-general-de-aguas-2009.pdf

65. Decreto 883: 2005. Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos. www.scribd.com/document/261599762/Decreto-883-Version-2005#. 23 págs.
66. Decreto 1076: 2015. Modificaciones introducidas al Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible a partir de la fecha de su expedición. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>
67. Decreto 1541: 1978. Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1250>
68. Decreto 1594:1984. Reglamenta parcialmente el Decreto 2811:1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=18617
69. Decreto 1640:2012. Se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos y se dictan otras disposiciones. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=49987
70. Decreto 3466. Mediante el cual se crea el Ministerio del Poder Popular de Atención de las Aguas dice que Este documento se encuentra en proceso de transcripción...
71. Decreto 3930:2010. Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS." <https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/1096%20-%202000.pdf>
72. Decreto 4728:2010. Modifica parcialmente el Decreto 3930:2010. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=41009
73. Decreto 34431-MINAE-S: 2008. Reglamento del Canon Ambiental por Vertidos. <https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Decreto%20N%C2%BA%2034431-MINAE-S%20Reglamento%20del%20Canon%20Ambiental%20por%20Vertidos.pdf>
74. Decreto Ejecutivo 33601-MINAE-S: 2007. Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales. <http://www.regenciaquimica.ucr.ac.cr/sites/default/files/33601-s-minae.pdf>
75. Decreto Ejecutivo 36304 S-MINAET: 2010. Reforma Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales y Reglamento General para el Otorgamiento de Permisos de Funcionamiento del Ministerio de Salud. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=69337&nValor3=83248&strTipM=TC
76. Decreto Ley 68: 1986. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. República de Guatemala. https://www.preventionweb.net/files/27701_gtleyproteccionmedioambiente6886%5B1%5D.pdf
77. Decreto Ley 212:2000. Gestión de la zona costera. Publicado en: Gaceta Oficial Ordinaria No. 68. Cuba.
78. Decreto Ley 2811: 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Decreto-2811-de-1974.pdf>
79. Decreto Nacional 2667: 2012. Reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras

determinaciones.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=51042#0>

80. Decreto Supremo 90: 2000. Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Manual de Aplicación. <https://vlex.cl/vid/contaminantes-liquidos-continentales-243331074> y http://www.ingeachile.cl/descargas/normativa/residuos_industriales_liquidos/manual_aplicacion_DS_90.pdf
81. Directiva 15: 1998/CEE. Por la que se modifica la Directiva 91/271/CEE del Consejo en relación con determinados requisitos establecidos en su anexo I. <https://www.boe.es/doue/1998/067/L00029-00030.pdf>
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1998-80424>
82. Directiva 60: 2000 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2000-82524>
83. Directiva 271: 1991/CEE. Sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas. CEE, 133 págs.
84. https://www.miteco.gob.es/es/agua/publicaciones/03_Manual_Directiva_91_271_CEE_tcm30-214069.pdf
85. Directiva 676: 1991 de la CEE. Sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias. https://www.miteco.gob.es/es/agua/publicaciones/04_Manual_Directiva_91_676_CEE_tcm30-214070.pdf
86. DOF 06-01: 2020. "Ley Nacional de Aguas". Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión Secretaría General, Secretaría de Servicios Parlamentarios, Centro de Documentación, Información y Análisis. México. 112 págs.
87. DOF 08-01: 1986. "Ley Federal del Mar". Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión Secretaría General, Secretaría de Servicios Parlamentarios, Centro de Documentación, Información y Análisis. México, 11 págs.
88. IARNA/URL: 2012. "Perfil ambiental de Guatemala 2010 – 2012. Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo". Guatemala. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente/Universidad Rafael Landívar e Instituto de Incidencia Ambiental.
89. Ley 23: 1973. Por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=9018
90. Ley 41: 1998. Ley General del Ambiente.
91. https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28131_A/GacetaNo_28131a_20161004.pdf
92. Ley 64: 2000. Ley General sobre medio ambiente y recursos naturales. República Dominicana, 119 págs. <https://ambiente.gob.do/wp-content/uploads/2016/09/Ley-No-64-00.pdf>
93. Ley 99:1993. Ley General Ambiental de Colombia. <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/marcos-regulatorios/ley-general-ambiental-de-colombia-ley-99-de-1993>

94. Ley 150:2022. (GOC-2022-625-058). "Ley del Sistema de los Recursos Naturales y Medio Ambiente". Gaceta Oficial 58 Ordinaria de 2022. Acuerdo IX-129 de 2022 de Asamblea Nacional de Poder Popular.
95. <https://www.boe.es/buscar/pdf/1986/BOE-A-1986-10638-consolidado.pdf>. 172 págs.
96. Ley 217:2014. Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. <https://www.ilo.org/dyn/natlex/docs/ELECTRONIC/92445/107678/F810378355/NIC92445.pdf>
97. Ley 620:2007. Ley General de Aguas Nacionales. Publicada en: La Gaceta Núm. 169. Nicaragua, 86 págs. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/reglamento-ley-de-agua-ni.pdf
98. Ley 690:2009. Desarrollo de las Zonas Costeras. Nicaragua. <https://www.ilo.org/dyn/natlex/docs/ELECTRONIC/92484/107780/F-981652206/NIC92484.pdf>
99. Ley 5395: 1973. Ley General de Salud. <https://www.ucr.ac.cr/medios/documentos/2015/ley-395.pdf>
100. Ley 7554:1995. Ley Orgánica del Ambiente.
101. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=27738&nValor3=93505&strTipM=TC
102. Ley 7788:2010. Ley de Biodiversidad.
103. <https://cidicer.so.ucr.ac.cr/sites/default/files/content/Ley%20de%20Biodiversidad.pdf>
104. Ley 8839:2010. Gestión Integral de Residuos. Costa Rica. 42 págs. <https://www.ucr.ac.cr/medios/documentos/2015/LEY-8839.pdf>
105. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (LGEEPA) de 1998. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/148.pdf>
106. Lucha contra la eutrofización en el mar Báltico. Informe especial.
107. https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR16_03/SR_BALTIC_ES.pdf
108. NA-CACS: 2012. Norma Ambiental de calidad de aguas superficiales y costeras. <https://ambiente.gob.do/files/Norma-Ambiental-de-Calidad-de-Aguas-Superficiales-y-Zonas-Costeras.pdf>
109. NA-CDAS (2012). Norma Ambiental sobre control de descargas a aguas superficiales, alcantarillados sanitarios y aguas costeras. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. República Dominicana, 27 págs. <https://ambiente.gob.do/files/Norma-Ambiental-sobre-Control-de-Descargas-a-Aguas-Superficiales-alcantarillado-sanitario-y-aguas-costeras.pdf>
110. NC 27:2012. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y alcantarillado. Especificaciones. Norma Cubana. Oficina Nacional de Normalización, Cuba. 14 págs.
111. NC 521: 2007. Vertimiento de aguas residuales a la zona costera y aguas marinas. Especificaciones. Norma Cubana Oficina Nacional de Normalización, Cuba. 14 págs.
112. NOM-001-SEMARNAT: 1996. "Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales". Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 35 págs. <https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3290/1/nom-001-semarnat-1996.pdf>.

113. NOM-001-SEMARNAT: 2021. Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores. México 19 págs. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2022/03/DOF-NOM-001-SEMARNAT-2021.pdf>
114. NTON 05007-98: 2000. Norma para la clasificación de los recursos hídricos. Publicada en: La Gaceta Núm. 30. Nicaragua.
115. [http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/\(\\$All\)/1A3A99B77290B980062573DF00594022? Abrir documento](http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/($All)/1A3A99B77290B980062573DF00594022? Abrir documento)
116. Real Decreto 509:1996. Establece las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas. <https://www.murciasalud.es/docume>
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1995-27963nts/20124/3475143/A12038-12041.pdf/8f1e743e-63d3-8669-c6e0-2031169711d0?t=1651951445245>
117. Real Decreto 849:1986. Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminares I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de Aguas. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1986-10638>
<https://www.boe.es/eli/es/rd/1986/04/11/849>
118. Real Decreto 2116:1998. Por el que se modifica el Real Decreto 509:1996. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1998-24166>
119. Real Decreto Ley 11:1995. Por el cual se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
120. Reglamento DGNTI-COPANIT 35: 2019. Medio ambiente y protección de la salud. Seguridad. Calidad del agua. Descarga de efluentes líquidos a cuerpos y masas de aguas continentales y marinas https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/dgnti_35-2019.pdf
121. Reglamento RTS 13.05.01:2018. Reglamento Técnico Salvadoreño. Agua. Aguas residuales. Parámetros de calidad de aguas residuales para descarga y manejo de lodos residuales. 45 págs. 18_6510_00_s.pdf.
122. Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35: 2000. Agua. Descarga de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de aguas superficiales y subterráneas. https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/dgnti_35-2000.pdf
123. Resolución 0883: 2018. Establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas marinas, y se dictan otras disposiciones. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/resolucion-0883-de-2018.pdf>
124. Resolución 222: 2002. Por la cual se establece el Padrón de Calidad de las Aguas en el Territorio Nacional. Paraguay. 6 págs. https://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2019/05/Resolucion_222_02-Padr%C3%B3n-de-calidad-de-las-aguas.pdf
125. Resolución 255: 2006. Por la cual se establece la clasificación de las aguas superficiales de la República del Paraguay. 1 págs. https://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2019/05/9-RESOLUCION-255_06-POR-LA-CUAL-SE-ESTABLECE-LA-CLASIFICACION-DE-LAS-AGUAS-SUPERFICIALES.pdf
126. Resolución 501: 2022. Modifica y adiciona la Resolución 0883 de 2018. https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/pdf/resolucion_minambienteds_0501_2022.pdf

127. Resolución 0631: 2015. Establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. https://www.redjurista.com/Documents/resolucion_631_de_2015_ministerio_de_ambiente_y_desarrollo_sostenible.aspx#/
128. Totic M, Martins F, Lonin S, Izquierdo A, Restrepo JD (2019) Un método práctico para establecer objetivos de calidad del agua costera: armonización de los límites de vertido terrestre con los umbrales del ecosistema marino. *Política Marina* 108 (103641).
129. Totic M, Restrepo JD, Izquierdo A, Lonin S, Martins F, Escobar R (2018) Un enfoque integrado para la evaluación de las cargas de contaminación terrestres en la zona costera demostrado en la Bahía de Cartagena, Colombia. *Ciencia de la Costa y la Plataforma Estuarina* 211: 217-226.
130. Totic M (2019) Modelización hidrodinámica y de calidad del agua en la Bahía de Cartagena, Colombia, como método de establecimiento de objetivos para la política de vertidos terrestres en la zona costera. Tesis doctoral, Universidad de Cádiz, España, Departamento de Física Aplicada, 156 págs.
131. Elser, J.J., Bracken, M.E.S., Cleland, E.E., Gruner, D.S., Harpole, W.S., Hillebrand, H., Ngal, J.T., Seabloom, E.W., Shurin, J.B. y Smith, J.E. (2007), Análisis global de la limitación de nitrógeno y fósforo de los productores primarios en ecosistemas de agua dulce, marinos y terrestres. *Cartas de Ecología*, 10: 1135-1142. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01113.x>
132. Yang XE, Wu X, Hao HL, He ZL. Mecanismos y evaluación de la eutrofización del agua. *J Zhejiang Univ Sci B*. 2008 Mar; 9(3):197-209. doi: 10.1631/jzus. B0710626. PMID: 18357622; PMCID: PMC2266883.

ANEXO I

CUESTIONARIO ACTIVIDAD 2

SECCIÓN C: MARCO LEGISLATIVO NACIONAL PARA LOS CRITERIOS Y NORMAS DE NUTRIENTES PARA LAS CARGAS DE NITRÓGENO Y FÓSFORO PROCEDENTES DE VERTIDOS INDUSTRIALES Y DOMÉSTICOS

1. (a) ¿Tiene su país reglas/criterios/normas para los vertidos de aguas residuales en cuerpos de agua interiores?
- Sí No En preparación No sé
- (b) En caso afirmativo,
- i. ¿Incluye los límites máximos permisibles y/o la carga de nutrientes (en particular de nitrógeno y fósforo)? Por ejemplo, nitrógeno total, nitratos, nitritos, amoníaco, fósforo total, fosfatos reactivos, etc. Marque las casillas correspondientes a continuación.
- Sí No Solo límites máximos permisibles Solo cargas
- ii. Indíquese si en las reglas/criterios/normas de vertido existe una distinción/diferenciación entre los límites máximos permisibles y/o la carga para los diferentes indicadores de acuerdo con:
- El uso o la clasificación del cuerpo receptor
 - El tipo de aguas residuales que se van a verter
 - Otras distinciones o clasificaciones. Sírvase especificar:

2. (a) ¿Tiene su país reglas/criterios/normas para los vertidos de aguas residuales en las zonas marinas costeras?
- Sí No En preparación No sé

- (b) En caso afirmativo,
- i. ¿Incluye los límites máximos permisibles de nutrientes y/o la carga (en particular de nitrógeno y fósforo)? Por ejemplo, nitrógeno total, nitratos, nitritos, amoníaco, fósforo total, fosfatos reactivos, etc. Marque las casillas correspondientes a continuación.

Sí No Solo límites máximos permisibles No sé

- ii. Indique si en las normas/criterios de vertido existe una distinción/diferenciación entre los límites máximos permisibles y/o la carga para los diferentes indicadores de acuerdo con:

- El uso o la clasificación de los cuerpos de agua marino costera
- El tipo de aguas residuales que se van a verter
- Otras distinciones o clasificaciones. Sírvase especificar:

- (a) Por favor, envíe el sitio web o referencias bibliográficas donde pueda encontrar las reglas/criterios/normas referidos anteriormente (también puede adjuntarlo a la encuesta en formato digital).

Nombre del documento	Sitio web o referencia bibliográfica donde se pueda acceder al documento

3. Si la respuesta es "No" a 1. o 2., sírvase especificar (puede incluir más de una opción).

- Se utilizan reglas/criterios/normas de vertido de otros países o regiones
Indique el país _____

- Los nutrientes de gran interés no están regulados en las reglas/criterios/normas para vertidos.

4. ¿Tiene su país reglas/directrices/reglamentos para el uso de fertilizantes inorgánicos en la agricultura?

Sí No En preparación No sé

Criterios y Normas Regionales para las Cargas de N y P en los Vertidos de Aguas Residuales Domésticas e Industriales

- a) Si la respuesta es "Sí" por favor envíe el sitio web de la institución responsable en su país de la regulación del uso de fertilizantes inorgánicos en la agricultura, así como otras referencias bibliográficas de documentos nacionales relacionados con el tema (también puede adjuntarlo a la encuesta en formato digital)

Nombre de la institución / documento	Sitio web o referencia bibliográfica donde se pueda acceder a la institución/documento

- b) Si la respuesta es "No", sírvase especificar (puede incluir más de una opción).
- Se utilizan normas/directrices/reglamentos de otros países o regiones para el uso de fertilizantes inorgánicos
 - El uso de fertilizantes inorgánicos en el país no se considera significativo
 - No es prioridad del país reglamentar el uso de fertilizantes inorgánicos en el país.

ANEXO II

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis estadístico simple de los datos acumulados en este estudio para los límites de vertido de aguas residuales domésticas en áreas costeras cercanas a la costa y marinas. Los datos seleccionados en la siguiente Tabla están alineados con los nutrientes propuestos, Nitrógeno total y Fósforo total, mencionados anteriormente y consisten en al menos un valor para esos parámetros.

País	P o TP (mg/L)	N o TN (mg/L)
Barbados (Clase 1)	1	5
Barbados (Clase 2)	10	45
Jamaica (otras plantas)	-	10
Santa Lucía	1	5
Colombia	0,4	1
Cuba (Clase A)	5	-
Cuba (Clase C)	7	-
Guatemala (2024)	40	150
Honduras	5	-
México	15	25
Nicaragua (Sanitario)	15	45
Nicaragua (Doméstico)	10	30
Panamá	10	15
Venezuela	10	40

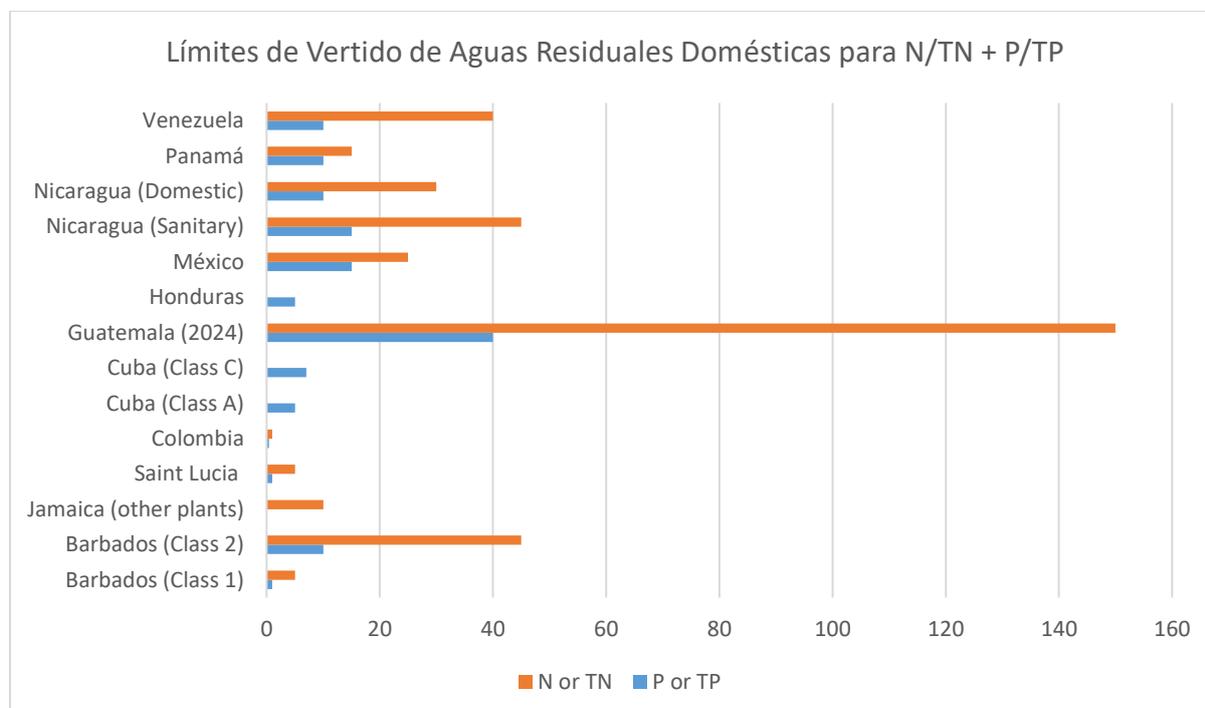


Figura 2 - Gráfico de barras de los límites de vertido de aguas residuales domésticas para los nutrientes propuestos

Criterios y Normas Regionales para las Cargas de N y P en los Vertidos de Aguas Residuales Domésticas e Industriales

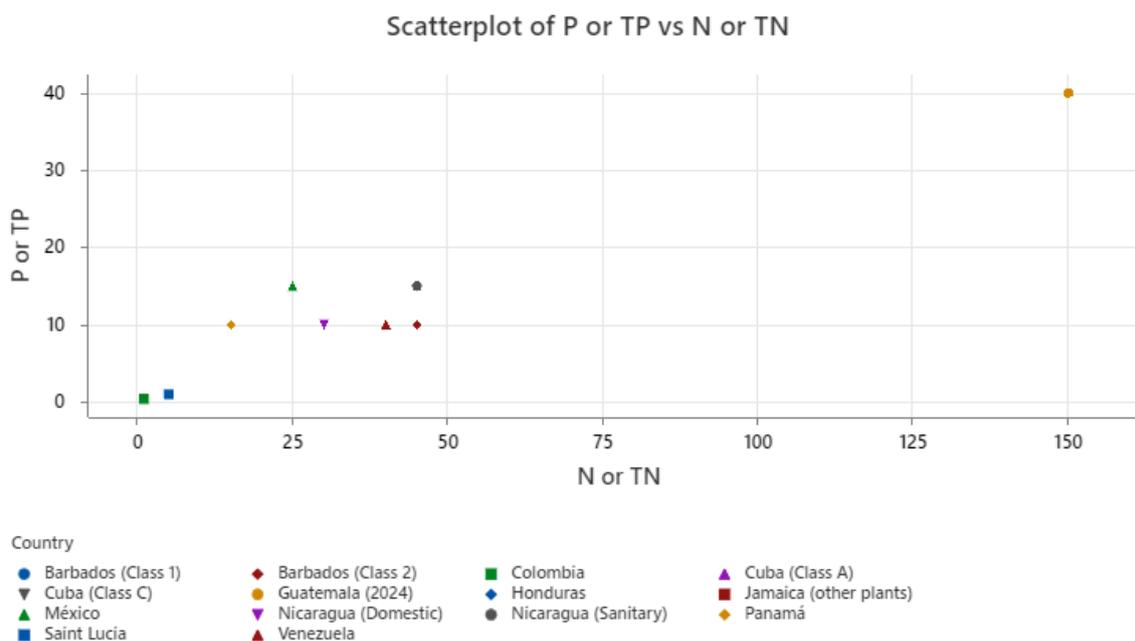


Figura 3 - Gráfico de dispersión de los límites de vertido de aguas residuales domésticas para los nutrientes propuestos

Estadísticas

Variable	Suma total	N	N*	Media	DesEst	Mínimo	Mediana	Máximo
N o TN	14	11	3	33,7	41,9	1,0	25,0	150,0
P o TP	14	13	1	9,95	10,26	0,40	10,00	40,00

A partir de los datos anteriores, se observa que la media (promedio) del TN es de 33,7 y del TP es de 9,95, lo que refleja que generalmente hay valores más altos de nitrógeno que de fósforo. La Desviación Estándar mide la dispersión de los datos en relación con la media. Los valores de esta estadística muestran que para TN 41,9 y TP 10,26, hay una mayor dispersión entre el valor medio del Nitrógeno total en comparación con el Fósforo total. Esto también se ejemplifica con los valores mínimo, mediano (medio) y máximo. Hay una gama mucho más amplia de valores en TN (1 a 150) que en TP (0,4 a 40). En general, en los países con límites de vertido de aguas residuales domésticas para los parámetros de nutrientes propuestos para su inclusión en el Anexo III, se observa que los valores de Fósforo total son muy similares, con una gama más pequeña. Sin embargo, los valores de Nitrógeno total varían más y poseen una gama significativamente más amplia.