UNICA

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

DOTTORATO DI RICERCA IN

Scienze giuridiche

Ciclo XXXV

TITOLO TESI

LA ACIDIFICAZIONE DEGLI OCEANI E IL DIRITTO INTERNAZIONALE

Settore/i scientifico-disciplinare/i di afferenza

IUS/13 DIRITTO INTERNAZIONALE

Presentata da Adriana Fillol Mazo

Supervisore/a Professore Francesco Seatzu

Esame finale anno accademico 2021/2022
Tesi discussa nella sessione d'esame di aprile 2025

ABREVIATURAS Y SIGLAS……6

INTRODUCCIÓN CIENTÍFICA……8

PARTE I: ANÁLISIS CONCEPTUAL Y CIENTÍFICO DEL FENÓMENO DE LA ACIDIFICACIÓN DE LOS OCÉANOS

CAPÍTULO I. LA ACIDIFICACIÓN OCEÁNICA EN EL CONTEXTO JURÍDICO INTERNACIONAL: CAUSAS, EFECTOS E INTERÉS DEL DERECHO INTERNACIONAL……17

1.1. El proceso y la causa de la acidificación de los océanos……18

1.2. Los efectos de la acidificación y su impacto en el ecosistema marino……24

1.3. La acidificación oceánica como un fenómeno emergente en la agenda internacional……34

1.4. La superposición de regímenes jurídicos en derecho internacional para abordar la acidificación oceánica……48

1.5. La necesidad de una respuesta integrada para el tratamiento jurídico de un problema sistémico……53

PARTE II: EL TRATAMIENTO JURÍDICO DE LA ACIDIFICACIÓN DE LOS OCÉANOS EN EL MARCO UNIVERSAL

CAPÍTULO II. LA REGULACIÓN JURÍDICA INTERNACIONAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU RELACIÓN CON LA MITIGACIÓN DE LA ACIDIFICACIÓN OCEÁNICA……58

2.1. La acidificación como un desafío emergente en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático……59

2.1.1. La acidificación de los océanos como un efecto adverso del cambio climático e indicador de interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático……63

2.1.2. Las obligaciones de los Estados Partes a la luz de la evolución en la comprensión del cambio climático……67

2.1.3. La protección y conservación de los sumideros oceánicos en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.....68

2.2. El enfoque limitado del Protocolo de Kioto para frenar la acidificación oceánica.....72

2.3. El Acuerdo de París como instrumento jurídico para mitigar la acidificación oceánica.....76

2.3.1. La inexistencia de normas primarias y secundarias para vincular los objetivos de temperatura con el cambio en el nivel del pH de los océanos.....77

2.3.2. La escasa respuesta frente a la acidificación de los océanos en las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC).....82

CAPÍTULO III. LAS RESPUESTAS JURÍDICAS PARA REDUCIR EL FENÓMENO DE LA ACIDIFICACIÓN EN EL RÉGIMEN DE LA PROTECCIÓN DEL MEDIO MARINO.....91

3.1. La naturaleza jurídica de la obligación general de proteger y preservar el medio marino en la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.....91

3.2. El desarrollo sectorial de la obligación de prevenir, reducir y controlar la acidificación del medio marino.....98

3.2.1. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático como lex specialis y su relación con la obligación de diligencia debida para prevenir, reducir y controlar la acidificación oceánica.....99

3.2.2. Los otros instrumentos sectoriales de control de aquella contaminación marina que puede exacerbar la acidificación y sus efectos: remisión a reglas externas y convenidas internacionalmente.....110

3.3. La adopción de un acuerdo de aplicación independiente: el Nuevo Instrumento Internacional para la Conservación de la Diversidad Biológica Marina en zonas situadas más allá de la jurisdicción nacional.....119

CAPÍTULO IV. LA ACIDIFICACIÓN DE LOS OCÉANOS Y EL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA.....125

4.1. La acidificación como acelerador de la pérdida de biodiversidad marina.....125

4.2. La Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica y el seguimiento de la acidificación de los océanos……130

4.2.1. Los objetivos y metas del nuevo marco global de biodiversidad y su relación con la acidificación de los océanos……135

4.3. El abordaje de la acidificación de forma integral e integrada: necesidad de colaboración entre la CMNUCC, la CONVEMAR y el CDB……141

PARTE III: EL TRATAMIENTO JURÍDICO DE LA ACIDIFICACIÓN DE LOS OCÉANOS EN EL MARCO REGIONAL

CAPÍTULO V: EL ENFOQUE REGIONAL EN LA PROTECCIÓN DE ECOSISTEMAS MARINOS Y LA MITIGACIÓN DE LA ACIDIFICACIÓN OCEÁNICA……145

5.1. Los programas de mares regionales y las medidas jurídico-políticas para abordar la acidificación oceánica……145

5.2. La contribución de los programas de mares regionales al ODS 14.3: minimizar y abordar los efectos de la acidificación……148

5.3. La acidificación y los espacios polares: especial referencia al Consejo Ártico y al Sistema del Tratado Antártico ……162

5.3.1. La mitigación y adaptación a la acidificación en el Consejo Ártico……164

5.3.2 La acidificación de los océanos y el Sistema del Tratado Antártico……175

CONCLUSIONES……188

BIBLIOGRAFÍA……198

Questo lavoro è stato realizzato nell'ambito della **Borsa di studio post-laurea per dottorati di ricerca (MIUR)**: Riferimento: A.A. 2019/2020 - fondi MIUR post lauream - Dottorati di Ricerca XXXV ciclo.

ABREVIATURAS Y SIGLAS

-AMAP: Programa de Vigilancia y Evaluación del Ártico.

-AMP: Área Marina Protegida.

-CCAMLR: Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos.

-CCRVMA: Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos.

-CDB: Convenio sobre Diversidad Biológica.

-CDI: Comisión de Derecho Internacional.

-CIJ: Corte Internacional de Justicia.

-CMNUCC: Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

-COI: Comisión Oceanográfica Intergubernamental.

-CONVEMAR: Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.

-COP: Conferencias de las Partes.

-CPA: Comité para la Protección del Medio Ambiente.

-EPANDB: Estrategias y Planes de Acción Nacionales en materia de Diversidad Biológica.

-GBF: Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal.

-HELCOM: Comisión de protección del medio marino de la zona del Mar Báltico.

-IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

-NDC: Contribución Determinada a nivel Nacional.

-ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible.

-OMI: Organización Marítima Internacional.

-OMM: Organización Meteorológica Mundial.

-OSACT: Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico.

-PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

-RCTA: Reunión Consultiva del Tratado Antártico.

-SCAR: Comité Científico para la Investigación en la Antártida.

-SPREP: Programa Ambiental Regional del Pacífico.

-STA: Sistema del Tratado Antártico.

-TIDM: Tribunal Internacional del Derecho del Mar.

-UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

-UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

-WIOMSA: Asociación de Ciencias Marinas del Océano Índico Occidental.

INTRODUZIONE SCIENTIFICA

Gli oceani assorbono circa il 30% delle emissioni globali di anidride carbonica (CO_2), agendo come serbatoi di carbonio insieme alle foreste. Tuttavia, questo ruolo di serbatoio di carbonio ha delle conseguenze, poiché gli oceani stanno diventando sempre più acidi a causa di un'interazione chimica tra le molecole d'acqua (H_2O) e la CO_2, che produce acido carbonico (H_2CO_3) e riduce il pH delle loro acque. L'acido carbonico, inoltre, diminuisce la quantità di ioni carbonato presenti nell'acqua, causando una serie di effetti negativi sulla catena trofica marina che incidono su numerosi organismi marini e, di conseguenza, anche sulle risorse ittiche da cui dipende l'alimentazione umana.

L'acidificazione degli oceani è un fenomeno globale, sebbene il suo impatto, in termini di regioni e specie, possa variare. Tuttavia, la questione chiave non è se la vita marina nel suo complesso possa adattarsi e/o evolversi in risposta all'acidificazione degli oceani, ma se sia in grado di rispondere con sufficiente rapidità a un ritmo di acidificazione accelerato e senza precedenti. Infatti, l'attuale acidificazione indotta dalle attività umane rappresenta un evento unico nella storia geologica del nostro pianeta, poiché i cambiamenti chimici nelle acque oceaniche stanno avvenendo a una velocità mai registrata in milioni di anni, superando la capacità naturale di compensazione del sistema climatico.

La recente letteratura scientifica ha evidenziato dati e prove su come l'aumento dell'acidità oceanica stia causando effetti dannosi sugli organismi marini, in particolare su quelli che costruiscono scheletri, conchiglie e carapaci in carbonato di calcio. Va inoltre sottolineato che l'acidificazione degli oceani non è l'unico fattore di stress per l'ecosistema marino: il riscaldamento degli oceani, la pesca eccessiva, l'inquinamento marino e la deossigenazione agiscono sinergicamente con l'acidificazione, aggravandone gli effetti nocivi e determinando una crescente perdita di biodiversità marina.

In questo contesto, l'acidificazione degli oceani può essere considerata una sfida emergente nell'agenda internazionale[1], a causa del suo significativo impatto

[1] L'acidificazione degli oceani ha impiegato del tempo per occupare una posizione di rilievo nell'agenda internazionale. Solo nel 2015, con l'adozione dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, è stata chiaramente identificata come una priorità globale. L'Agenda 2030 stabilisce 17 Obiettivi di Sviluppo

sull'ambiente marino e sulle numerose attività umane che dipendono dalla salute degli oceani. Ci troviamo dunque di fronte a un problema globale destinato a intensificarsi con le continue emissioni di CO_2 nell'atmosfera, modificando la dinamica degli ecosistemi marini (e delle risorse da essi derivate) così come le conosciamo oggi. Inoltre, occorre considerare che la capacità dell'oceano di assorbire CO_2 si riduce con la diminuzione del pH delle sue acque. Questa riduzione della capacità è motivo di preoccupazione per la stabilizzazione delle emissioni di CO_2, in quanto impone una drastica riduzione delle emissioni per rispettare gli obiettivi di mitigazione dei cambiamenti climatici stabiliti dagli strumenti internazionali. Per questo motivo, è necessario adottare misure giuridico-politiche efficaci per arrestare l'aumento delle emissioni e mitigarne le conseguenze.

Data l'interconnessione tra cambiamenti climatici e oceani, nonché gli impatti ambientali e socioeconomici derivanti dall'acidificazione, è essenziale adottare un approccio multisettoriale per affrontare le conseguenze del cambiamento climatico e dell'acidificazione sugli oceani. Cooperazione, coordinamento e azione integrata a tutti i livelli sono elementi essenziali per pianificare e attuare misure efficaci in grado di fronteggiare questa sfida globale.

L'Assemblea Generale delle Nazioni Unite ha riconosciuto l'importanza di fornire informazioni sugli effetti negativi dei cambiamenti climatici sull'ambiente marino e sulla sua biodiversità, nonché la necessità di affrontare questi problemi in modo integrato, e non settoriale, al fine di migliorare la cooperazione e il coordinamento. In questo senso, l'acidificazione degli oceani è stata identificata, dal 2007, come un problema sistemico di grande preoccupazione nelle risoluzioni che l'Assemblea Generale adotta annualmente sugli oceani e il diritto del mare. Considerando che l'acidificazione degli

Sostenibile (OSS), accompagnati da specifici traguardi e indicatori. L'obiettivo rilevante per l'acidificazione oceanica è l'OSS 14, che impegna gli Stati a "conservare e utilizzare in modo sostenibile gli oceani, i mari e le risorse marine". Per attuare l'OSS 14, sono stati individuati una serie di traguardi relativi agli oceani, tra cui il traguardo 14.3, che impone di "minimizzare e affrontare gli effetti dell'acidificazione degli oceani, anche attraverso una maggiore cooperazione scientifica a tutti i livelli". L'indicatore per il raggiungimento di questo traguardo si basa sulle "misurazioni della media di acidità del mare (pH) effettuate in un insieme concordato di stazioni di campionamento rappresentative". Anche altri traguardi dell'OSS 14 sono collegati all'acidificazione degli oceani, in quanto mirano a ridurre l'inquinamento e altri fattori di stress per l'ambiente marino, che aggravano gli effetti dell'acidificazione, e a promuovere risposte di adattamento, come la creazione di aree marine protette.

oceani è una delle numerose minacce cumulative all'ambiente marino[2], il Segretario Generale, nel suo rapporto del 2017 sugli oceani e il diritto del mare, ha sottolineato la necessità di creare sinergie e collegare gli strumenti giuridici con mandati relativi ai cambiamenti climatici, agli oceani, alla biodiversità e allo sviluppo sostenibile, al fine di contrastare gli effetti dell'acidificazione[3].

Tale esigenza nasce dal fatto che attualmente non esiste alcun strumento giuridico internazionale specifico per affrontare l'acidificazione degli oceani o i suoi effetti sull'ambiente marino. Al contrario, la problematica dell'acidificazione ha implicazioni in diversi settori del diritto internazionale, rendendo complessa la sua articolazione giuridica. Alcuni autori sostengono che l'acidificazione degli oceani sia una questione regolata da un complesso di regimi giuridici, mentre altri qualificano il quadro normativo che disciplina l'acidificazione come un ordine policentrico. Questo significa che le risposte giuridiche adottate finora sono state frammentate in diversi regimi e, in assenza di un trattato unificante o di uno strumento giuridico specifico sull'acidificazione degli oceani, manca un nodo di coordinamento che guidi la governance dell'acidificazione oceanica in un panorama caratterizzato da iniziative diverse e non coordinate.

-Oggetto della ricerca-

Alla luce di quanto esposto in precedenza, si può affermare che l'attuale regime giuridico relativo all'acidificazione degli oceani risulta confuso, frammentato e privo di un quadro normativo unitario, in quanto non esiste alcun strumento giuridico internazionale specificamente dedicato a questa problematica. Diversi settori del diritto internazionale risultano coinvolti nella regolamentazione di questa materia, tra cui la protezione dell'atmosfera, il cambiamento climatico, il diritto del mare, l'inquinamento marino, la tutela ambientale e la protezione della diversità biologica. Di conseguenza, **l'oggetto della ricerca** della presente tesi è l'analisi della regolamentazione

[2] A72/95, Report on the Work of the United Nations Open-ended Informal Consultative Process on Oceans and the Law of the Sea at its Eighteenth Meeting, 16 June 2017, para. 21.
[3] Secretary General, Report of the Secretary General "Oceans and the Law of the Sea", A/72/70, Seventy-second sesión, 6 March 2017, para. 50.

dell'acidificazione degli oceani nel diritto internazionale, il che giustifica il titolo selezionato.

Considerato che l'acidificazione oceanica, quale sfida sistemica, non è attualmente affrontata in modo completo all'interno di un unico regime giuridico, la ricerca giuridica assume un ruolo cruciale. In questo contesto, affinché l'applicazione di una molteplicità di regimi risulti efficace nella regolamentazione di problemi complessi, è necessario creare connessioni e collegamenti significativi tra i diversi strumenti normativi, al fine di sviluppare una rete coerente di controllo giuridico[4]. Pertanto, l'interpretazione sistemica degli strumenti giuridici rilevanti alla luce delle nuove pratiche e circostanze rappresenta un compito fondamentale per i giuristi. La ricerca non deve solo mirare a individuare le lacune e i conflitti derivanti dalla sovrapposizione dei regimi giuridici, ma anche proporre soluzioni che promuovano l'interazione tra tali regimi e il rafforzamento delle loro sinergie per affrontare questioni di natura multilivello.

-Obiettivi della ricerca-

Tenendo conto di quanto sopra esposto, **l'obiettivo generale** di questo lavoro è analizzare, a livello universale e regionale, quegli strumenti giuridici che possono essere utilizzati nella lotta contro l'acidificazione degli oceani, al fine di offrire risposte giuridico-politiche per mitigare questo fenomeno. A tal fine, si procederà all'esame e allo studio dell'applicazione di diversi settori giuridici del diritto internazionale per affrontare il fenomeno dell'acidificazione degli oceani.

Nell'ambito di questo quadro generale, **gli obiettivi specifici** perseguiti in questa tesi sono:

- Analizzare e comprendere il processo di acidificazione degli oceani, comprese le sue cause e i suoi effetti;
- Descrivere gli effetti dell'acidificazione oceanica sull'ecosistema marino e il suo impatto sulla sicurezza alimentare;

[4] JAKOBSEN, I.U., et. al, "The Law of the Sea as Part of the Climate-Change Regime Complex", en JOHANSEN, E., et. al. (Eds.), *The Law of the Sea and Climate Change: solutions and constraints*, Cambridge University Press, 2021, pp. 374-385.

- Esaminare la regolamentazione giuridica internazionale in materia di cambiamento climatico e la sua relazione con la mitigazione dell'acidificazione degli oceani;

- Valutare il trattamento dell'acidificazione degli oceani nell'ambito della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici, del Protocollo di Kyoto e dell'Accordo di Parigi;

- Analizzare l'evoluzione degli obblighi degli Stati Parte in relazione al cambiamento climatico e all'acidificazione;

- Indagare le risposte giuridiche per ridurre il fenomeno dell'acidificazione nel quadro del Diritto del Mare attraverso le disposizioni della Convenzione delle Nazioni Unite sul Diritto del Mare;

- Analizzare la natura giuridica dell'obbligo di proteggere e preservare l'ambiente marino nell'ambito di tale Convenzione;

- Esaminare lo sviluppo settoriale dell'obbligo di prevenire, ridurre e controllare l'inquinamento dell'ambiente marino e la sua relazione con l'acidificazione oceanica;

- Approfondire l'impatto dell'adozione di un nuovo accordo di attuazione indipendente per la conservazione della diversità biologica marina nelle zone al di là della giurisdizione nazionale;

- Valutare la relazione tra l'acidificazione degli oceani e la Convenzione sulla Diversità Biologica;

- Analizzare la minaccia rappresentata dall'acidificazione per la biodiversità marina e la salute degli oceani;

- Indagare il contributo dei programmi dei mari regionali alla mitigazione dell'acidificazione e la loro relazione con gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile;

- Esaminare la relazione tra l'acidificazione degli oceani e le aree polari, compreso il Consiglio Artico e il Sistema del Trattato Antartico.

-Struttura-

In considerazione dell'oggetto, dell'obiettivo generale e degli obiettivi specifici, al fine di conferire un senso logico e ordinato alla ricerca, il lavoro è stato strutturalmente suddiviso in cinque grandi capitoli:

In primo luogo, viene fornito un quadro teorico preliminare che consente di comprendere il fenomeno dell'acidificazione degli oceani, ossia le cause che lo determinano, le principali conseguenze per l'ecosistema marino e il crescente interesse che tale fenomeno sta suscitando nell'agenda internazionale. Pertanto, uno degli obiettivi specifici del lavoro è analizzare il processo chimico che provoca l'acidificazione degli oceani e spiegare gli effetti che essa produce sull'ambiente marino.

In secondo luogo, si esamina il regime giuridico del cambiamento climatico, composto da diversi strumenti giuridici universali, al fine di verificare se tale regime contenga obblighi pertinenti ed efficaci, sia nelle norme primarie che secondarie, applicabili alla mitigazione dell'acidificazione degli oceani, nonostante l'assenza di un esplicito riferimento a tale fenomeno nelle sue disposizioni. Poiché la riduzione delle emissioni di CO_2 rappresenta la strategia di mitigazione più ovvia ed efficace contro l'acidificazione degli oceani, risulta opportuno analizzare il quadro giuridico stabilito dagli strumenti che regolano le emissioni di CO_2 come gas a effetto serra. In questo senso, un altro obiettivo specifico della ricerca è verificare se gli impegni assunti nell'ambito del regime sui cambiamenti climatici siano sufficienti per contrastare l'acidificazione.

In terzo luogo, considerando che l'acidificazione degli oceani esplica i suoi effetti sull'ambiente marino, è opportuno analizzare l'estensione dell'obbligo generale di proteggere e preservare l'ambiente marino ai sensi della Convenzione delle Nazioni Unite sul Diritto del Mare (CONVEMAR), per valutare come il rispetto di tale obbligo da parte degli Stati contraenti possa contribuire a contrastare l'incremento dell'acidificazione degli oceani. A tal fine, sarà altresì necessario identificare i meccanismi per rendere operative le obbligazioni sancite dalla Convenzione attraverso le regole, le norme e le pratiche concordate a livello internazionale e pertinenti all'acidificazione, cui la Convenzione stessa rinvia. Tale analisi costituisce un ulteriore obiettivo specifico del lavoro.

In quarto luogo, si esamina l'acidificazione degli oceani come una sfida per la protezione della biodiversità marina, tenendo in considerazione il quadro di tutela fornito dalla Convenzione sulla Diversità Biologica (CDB) e il trattamento riservato all'acidificazione oceanica in tale regime giuridico. In questo contesto, risulta altresì pertinente correlare i nuovi obiettivi del recentemente adottato Quadro Mondiale sulla Biodiversità, al fine di individuare quelli specificamente applicabili al contrasto dell'acidificazione.

In quinto luogo, vengono analizzati alcuni ambiti che possono influire sulle risposte giuridiche regionali volte alla mitigazione e/o all'adattamento all'acidificazione, come i programmi sui mari regionali o il trattamento riservato all'acidificazione nelle regioni polari, particolarmente vulnerabili agli effetti del cambiamento climatico, attraverso il Consiglio Artico e il Sistema del Trattato Antartico. L'obiettivo è esplorare, in particolare, la relazione tra il trattamento regionale delle zone marine e l'acidificazione degli oceani, ponendo attenzione all'impatto di quest'ultima sulle regioni polari e ai principali ostacoli alla protezione dei loro ecosistemi unici dagli effetti di questo problema ambientale.

-Ipotesi di ricerca e metodo scientifico impiegato-

L'ipotesi di partenza di questo lavoro è che nella regolamentazione dell'acidificazione degli oceani non esistano norme vincolanti a livello universale, oppure che tali norme non siano adattate in modo efficace per affrontare questo problema. La tesi che sosteniamo è che, a causa di ciò, l'acidificazione degli oceani sia regolata da una sovrapposizione di regimi applicabili, situazione che ha creato una limitazione strutturale significativa, impedendo una risposta efficace.

I temi trattati nella tesi sono complessi e multidisciplinari, e pertanto possono essere affrontati da diverse prospettive. Tuttavia, per circoscrivere l'oggetto di studio, prenderemo in considerazione il filo conduttore e la base dell'acidificazione oceanica nel contesto del diritto internazionale pubblico. A tal fine, il metodo scientifico che utilizzeremo sarà il metodo sistemico. Il metodo sistemico di ricerca si riferisce a un approccio integrato che mira a comprendere e risolvere i problemi giuridici associati all'acidificazione oceanica nell'ambito del sistema giuridico internazionale. Riteniamo che questo metodo sia il più appropriato per la ricerca, considerando che il trattamento

giuridico per affrontare l'acidificazione coinvolge vari regimi di trattati, poiché la causa di questo fenomeno è l'eccesso di CO_2, ma i suoi effetti si manifestano direttamente sull'ambiente marino, con potenziali conseguenze per la biodiversità marina e la sicurezza alimentare derivante dai prodotti che otteniamo dagli oceani. Pertanto, verranno esaminati, in questo contesto, i trattati e gli accordi internazionali rilevanti, come la Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare, la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, o la Convenzione sulla biodiversità, e le connessioni tra di essi e con altri strumenti, vincolanti particolari o con aspirazioni normative, che possano promuovere un'azione sinergica verso la riduzione dell'acidificazione nel quadro del diritto internazionale. Ad esempio, la necessità di adottare un approccio integrato per adempiere agli obblighi derivanti dai regimi sui cambiamenti climatici e sugli oceani è stata ribadita in particolare dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite nelle sue risoluzioni annuali sugli oceani.
In questo senso, la dottrina deve investigare non solo per identificare le aree grigie e le contraddizioni che emergono dalle sovrapposizioni degli strumenti giuridici, ma anche per proporre soluzioni che promuovano la collaborazione e le sinergie tra questi nel sistema giuridico, sfruttando le loro sinergie per affrontare problemi complessi che coinvolgono più livelli giurisdizionali.

Per la redazione di questo lavoro è stato anche necessario l'impiego di **tecniche metodologiche** molto varie, come l'analisi sociale e giuridica, la deduzione e induzione giuridica, la descrizione e l'interdisciplinarità. Ad esempio, attraverso la tecnica analitica si estrae informazioni preziose da diversi strumenti o fonti. Questa è stata frequentemente utilizzata per questo lavoro. Le tecniche induttive consentono, attraverso l'analisi pratica, di formulare misure più generiche e concrete per risolvere diverse situazioni di elementi relativamente simili. La tecnica descrittiva consente di studiare diversi concetti legati a una stessa idea e di estrarre la nozione più appropriata per lo studio. L'interdisciplinarità si osserva nelle distinzioni semplici e nelle relazioni esistenti tra diverse categorie o rami.

-Fonti-

Nel presente lavoro si è fatto ricorso a una vasta gamma di fonti primarie, tra cui trattati internazionali, atti normativi delle organizzazioni internazionali, giurisprudenza

e principi generali del diritto internazionale. Sono state inoltre consultate fonti secondarie, che comprendono documenti non giuridicamente vincolanti adottati da attori internazionali, nonché la letteratura dottrinale, alla quale si è prevalentemente avuto accesso tramite le biblioteche dell'Università di Cagliari e del Max Planck Institute for Comparative Public Law and International Law, durante i soggiorni di ricerca effettuati nel 2019 e nel 2020.

Nel corso di questo studio, si intende riflettere in maniera approfondita sugli aspetti sopra esposti, con particolare attenzione allo sviluppo di un'analisi sistemica finalizzata a creare sinergie e a collegare gli strumenti giuridici ai mandati relativi ai cambiamenti climatici, agli oceani e alla biodiversità, al fine di affrontare adeguatamente l'acidificazione oceanica. Il lavoro si conclude con una sezione finale di conclusioni, nella quale vengono sintetizzati i principali aspetti analizzati, con l'obiettivo di contribuire dottrinalmente a una tematica che ha ricevuto limitata attenzione da parte della dottrina spagnola, soprattutto per quanto concerne la sua configurazione giuridica internazionale.

CAPÍTULO I. LA ACIDIFICACIÓN OCEÁNICA EN EL CONTEXTO JURÍDICO INTERNACIONAL: CAUSAS, EFECTOS E INTERÉS DEL DERECHO INTERNACIONAL

En este capítulo, se pretende ofrecer una visión introductoria del objeto de estudio, para ofrecer una comprensión sobre en qué consiste la acidificación oceánica, porqué se produce, cuáles son sus principales consecuencias sobre el medio marino y cómo este fenómeno está suscitando un interés cada vez mayor, en aras de afrontarlo en la agenda internacional.

La acidificación de los océanos se refiere a la disminución del pH del agua de mar como resultado del aumento de la absorción de dióxido de carbono atmosférico (CO_2) por el océano. El océano actúa como sumidero de CO_2, absorbiendo aproximadamente un tercio de la cantidad total de CO_2 liberada a la atmósfera. Este proceso provoca un aumento de la concentración de ácido carbónico en el agua de mar, lo que, a su vez, disminuye su pH. Los efectos potenciales de la acidificación de los océanos sobre los ecosistemas marinos son amplios y significativos. La acidificación de los océanos puede alterar el equilibrio químico del agua de mar, afectando al crecimiento, la reproducción y la supervivencia de muchas especies marinas. La acidificación de los océanos puede ser considerada como un reto emergente en la agenda internacional debido a su impacto potencialmente sustancial sobre el medio marino y las numerosas actividades humanas que dependen de la salud de los ecosistemas oceánicos. En los últimos años, se ha prestado cada vez más atención a este problema habida cuenta de las crecientes pruebas científicas que denotan los efectos dañinos que el aumento del dióxido de carbono atmosférico, resultante de las actividades humanas, está provocando en la química de los océanos.

Se pretende, por tanto, ofrecer en este capítulo un marco teórico previo que nos permitirá estudiar y profundizar las cuestiones formuladas inicialmente en los objetivos específicos de este trabajo, así como presentar un análisis secuencial lógico de investigación atendiendo a las partes en las que está estructurada la presente obra.

1.1. EL PROCESO Y LA CAUSA DE LA ACIDIFICACIÓN DE LOS OCÉANOS

Desde sus orígenes, el clima de la Tierra se ha ido desarrollando en un estado de equilibrio a través de complejas interacciones. En este sistema climático global, los océanos han jugado y juegan un papel esencial. A medida que liberamos grandes cantidades de dióxido de carbono (CO2), derivadas de las actividades antropogénicas, alteramos ese equilibrio natural entre las interacciones del sistema climático[5].

La quema de combustibles fósiles, así como el cambio de los usos de la tierra (deforestación, agroindustria, etc.), han provocado un aumento desproporcional de la concentración de CO2 en la atmósfera, y, como consecuencia de ello, la Tierra se está calentando. La mayor parte del dióxido de carbono se distribuye por la atmósfera, pero casi una cuarta parte de las emisiones globales anuales son absorbidas por los océanos[6]. A primera vista, la extracción por parte de los océanos del CO2 de la atmósfera podría parecer algo positivo, toda vez que mitiga los impactos nocivos del cambio climático. No obstante, en las últimas décadas se ha observado que este aumento desmesurado del dióxido de carbono absorbido en la capa superficial del océano[7] despliega un efecto perjudicial en la química de sus aguas. Se produce, así, la llamada acidificación del océano.

[5] En 2021, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) publicó un informe detallado, elaborado por expertos y titulado "Investigación integrada sobre carbono oceánico", en el que se presenta una síntesis explicativa sobre el papel que tienen los océanos en el ciclo del carbono. En dicho informe, se pone de manifiesto la importancia del conocimiento científico para la toma de decisiones informadas dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) con el fin de lograr los objetivos del Acuerdo de París, al entenderse que la humanidad está alterando el ciclo del carbono oceánico, y que esto puede repercutir en la capacidad del océano como sumidero de CO2. Al absorber el CO2, los océanos juegan un papel crucial en la regulación del clima. Sin embargo, la capacidad de los océanos para contribuir a la regulación del clima puede disminuir e incluso revertirse en el futuro debido a la alteración químicas de sus aguas, conocida como acidificación del océano. Estos cambios químicos afectarán el papel futuro del océano como reservorio de CO2 atmosférico y alterarán los ecosistemas marinos de formas que aún se encuentran bajo investigación. Véase: INTERGOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION OF UNESCO (UNESCO-IOC), "Integrated ocean carbon research: a summary of ocean carbon research, and vision of coordinated ocean carbon research and observations for the next decade", IOC Technical series, Paris, 2021, disponible en: *https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376708*

[6] IPCC, "Climate Change 2013: The Physical Science Basis", Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, 2013.

[7] La capa superficial de los océanos desempeña una función esencial en el ciclo del carbono, puesto que hay un intercambio constante de CO2 en la interfaz atmósfera-océano debido a la diferencia en la presión parcial del CO2. Cuanto más CO2 se emite a la atmósfera procedente de actividades antropógenas, más CO2 se disuelve en la capa superficial de los océanos.

Desde una perspectiva histórica, tras el comienzo de la revolución industrial, se calcula que el océano ha absorbido aproximadamente un 29% de todo el CO2 liberado a la atmósfera por los humanos[8], lo que ha supuesto un aumento del 30% de la acidez del océano[9] respecto del valor registrado con anterioridad a la revolución industrial. Nos podemos, entonces, preguntar qué efectos químicos provoca en las aguas oceánicas esta absorción del CO2 desde la atmósfera.

El CO2 absorbido por el océano entra en reacción con las moléculas de agua (H2O) formando un ácido débil conocido como ácido carbónico (H2CO3). Este ácido es inestable y se disocia en iones de bicarbonato (HCO3-), iones de hidrógeno (H+) y en iones de carbonato (CO3-2). Cuantos más iones de hidrógeno hay, más bajo es el pH del agua marina, y más ácido se vuelve el océano[10]. Esto genera una serie de reacciones químicas que disminuyen la disponibilidad de carbonato de calcio (CaCO3)[11], perjudicando, de este modo, la formación de conchas y esqueletos de multitud de organismos marinos. El motivo es el siguiente: los iones de carbonato son esenciales para la construcción de conchas y esqueletos de muchos organismos marinos, incluyendo corales, crustáceos, moluscos y ciertos tipos de plancton marino. Estos organismos utilizan los iones de carbonato para producir carbonato de calcio (CaCO3), que es el componente principal de sus estructuras duras[12]. Sin embargo, la acidificación oceánica reduce la concentración de iones de carbonato disponibles en el agua de mar,

[8] ASAMBLEA GENERAL, "Los océanos y el derecho del mar", Informe del Secretario General, A/68/71, 8 de abril de 2013, para. 14.

[9] Ibídem, para. 16.

[10] La acidificación del océano se expresa en términos del pH de sus aguas. El pH es una medida de la acidez o la alcalinidad. Un pH por debajo de 7 se considera ácido, y un pH superior a 7 se considera alcalino o básico. El agua marina debería ser ligeramente básica o alcalina, con un pH alrededor de 8,2 cerca de la superficie. Hasta ahora, las emisiones de CO_2 han reducido el pH del agua superficial marina unas 0,1 unidades (pasando de 8,2 a 8,1). No obstante, al igual que la escala de Richter, la escala de pH es logarítmica, por lo que incluso los cambios numéricos más pequeños representan efectos de grandes proporciones. Por ejemplo, un pH 5 es diez veces más ácido que un pH 6 y 100 veces más ácido que un pH 7. Si las tendencias actuales se mantienen, el pH del agua marina superficial caerá a 7,8 unidades para el año 2100. Véase: UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA), "Understanding the Science of Ocean and Coastal Acidification", 2019, disponible en: *https://www.epa.gov/ocean-acidification/understanding-science-ocean-and-coastal-acidification#:~:text=Today%2C%20average%20ocean%20pH%20is,and%20acidity%20is%20not%20direct.*

[11] ASAMBLEA GENERAL, "Los océanos y el derecho del mar", Informe del Secretario General, A/68/71, 8 de abril de 2013, paras. 15-16.

[12] RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, A., *El efecto de la acidificación del océano en la alimentación, crecimiento y depredación de las fases tempranas de los erizos de mar Paracentrotuslividusy Diadema africanum*, Tesis Doctoral, Universidad de la Laguna, 2015, p. 22.

ya que estos iones se combinan con los iones de hidrógeno para formar bicarbonato. Esto hace más difícil para los organismos marinos obtener los iones de carbonato necesarios para producir carbonato de calcio y, por lo tanto, construir sus conchas y esqueletos. Este proceso es una muestra del impacto negativo de la acidificación oceánica en la vida marina, y cómo los cambios químicos en el océano pueden afectar negativamente a las comunidades de organismos marinos y al equilibrio ecológico en el océano[13].

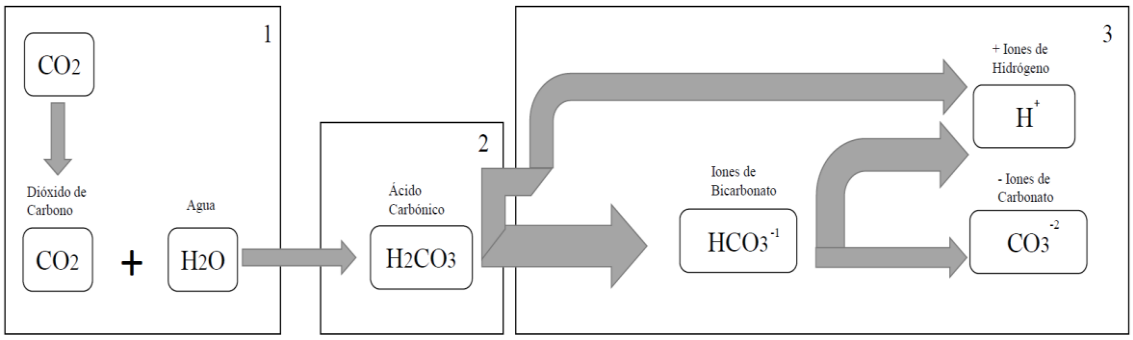
Por tanto, a mayor acidez, menor saturación[14] de los minerales de carbonato de calcio que son imprescindibles para la formación de las conchas y esqueletos de los organismos marinos[15], lo que plantea problemas para la supervivencia, el crecimiento y reproducción de dichos organismos. Podemos apreciar cómo esto supone no sólo una amenaza para algunas especies marinas, sino, también, para las comunidades costeras que dependen de la pesca y el marisqueo para sus ingresos y su dieta, vía por la cual la seguridad alimentaria queda afectada.

En el siguiente esquema se presenta de una forma simplificada cuál es el proceso químico que provoca la acidificación de los océanos.

[13] Véase: STEPHENS, T., "Ocean Acidification", *Legal Studies Research Paper No. 13/72*, Sydney Law School, Sydney, 2013.

[14] El exceso de iones de hidrógeno (H+) reacciona con los iones de carbonato (CO3-2), los cuales reducen el "estado de saturación" del agua de mar con respecto a los minerales de carbonato de calcio. Los caparazones de muchos organismos marinos están formados por carbonato de calcio, que se presenta en dos formas: calcita y aragonito. La escala utilizada para describir el nivel de saturación de carbonato de calcio en el agua de mar es el "estado de saturación", Omega (Ω), donde Ω <1 indica que las aguas están subsaturadas (aguas corrosivas), y Ω>1 que las aguas están sobresaturadas. Véase: COMISIÓN OCEANOGRÁFICA INTERGUBERNAMENTAL (COI-UNESCO), "La acidificación del océano. Resumen para responsables de políticas", Programa Internacional para la Geosfera y la Biosfera, Estocolmo, 2013.

[15] La mayoría de los estudios demuestran que la calcificación, es decir, la capacidad de algunos organismos de producir caparazones o esqueletos, disminuye con la acidificación del océano. Entre ellos, se encuentran los planctónicos (como los foraminíferos, los cocolitóforos y los pterópodos), los corales y moluscos, así como los equinodermos (tales como los erizos de mar) y los crustáceos (como, por ejemplo, los cangrejos). Los estudios sobre acidificación oceánica indican que en muchos organismos calcáreos también disminuyen las cifras de supervivencia, crecimiento, desarrollo y abundancia. En muchos grupos de dichos organismos, las primeras fases de la vida son las más sensibles a los cambios inducidos por el CO2 en las características químicas del agua de mar. Véanse por ejemplo: LAFFOLEY, D., BAXTER, J.M., JEWETT, E.B., BROOKS, M.T., LAGOS, N.A., "Ocean acidification: scientific understanding and challenges", en VANDERZWAAG, D.L., ORAL, N., STEPHENS, T. (Eds.), *Research Handbook on Ocean Acidification Law and Policy*, Edward Elgar Publishing, Massachusetts, 2021, pp. 13-15; DONEY, S.C., et al., "The impacts of ocean acidification on marine ecosystems and reliant human communities", *Annual Review of Environment and Resources*, vol. 45, 2020, pp. 83-112.



1. El CO2 liberado hacia la atmósfera es absorbido por los océanos.
2. El CO2 disuelto en el agua marina se convierte en ácido carbónico, disminuyendo el pH del agua y volviéndola más ácida.
3. Esta reacción química aumenta la concentración de iones de hidrógeno, lo que limita el acceso de los organismos marinos a los iones de carbonato necesarios para formar sus conchas y esqueletos.

Fuente: elaboración propia[16].

Por tanto, la acidificación de los océanos, atendiendo a lo expuesto, puede ser definida como el fenómeno en virtud del cual, tras una serie de procesos químicos impulsados por el aumento de la cantidad de absorción de CO2 por el océano, las aguas marinas se vuelven cada vez menos alcalinas, alterándose el estado de su pH natural.

Como se ha comentado anteriormente, la acidificación del océano provoca cambios en los ecosistemas y en la biodiversidad marina. Puede afectar a la seguridad alimentaria y limita la capacidad del océano de absorber el CO2 procedente de las emisiones antropogénicas[17]. De hecho, la actual acidificación inducida por las actividades humanas es un acontecimiento único en la historia geológica de nuestro planeta debido a su intenso ritmo de cambio. A tal respecto, los cambios químicos en

[16] Para elaborar este esquema se ha procedido a la consulta del siguiente trabajo: THOR, P., DUPONT, S., "Ocean Acidification", en SALOMON, M., MARKUS, T. (Eds.), *Handbook on Marine Environment Protection: Science, Impacts and Sustainable Management*, Springer International Publishing, Switzerland, 2018, pp. 377-378.

[17] ASAMBLEA GENERAL, "Los océanos y el derecho del mar", Informe del Secretario General, A/72/70, 6 de marzo de 2017, para. 31.
El océano representa un inmenso sumidero para las emisiones antropogénicas de CO2. Alrededor de una cuarta parte de las emisiones anuales de CO2 derivadas de las actividades humanas acaban en el océano. No se podrían garantizar estas tareas de absorción en el futuro. El CO2 atmosférico crece más rápidamente de lo que puede afrontar el océano. La capacidad del océano de absorber CO2 disminuye conforme disminuye el pH del agua de mar. Esta merma de capacidad es motivo de preocupación cuando se trata de estabilizar las emisiones de CO2 e implica que habrá que reducir aún más las emisiones, si se quieren cumplir las metas de mitigación del cambio climático.

las aguas oceánicas se están produciendo a un ritmo nunca visto en millones de años, superando la capacidad natural de la Tierra para amortiguarlos[18]. Atendiendo a los estudios, el ritmo actual de este cambio es diez veces superior al experimentado en los últimos 55 millones de años[19]. Así, pues, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) advierte que en los últimos 200 años, la acidez de las aguas marinas ha aumentado un 30% y según las previsiones, si las emisiones de CO2 no disminuyen, en 2060 la acidez del agua del mar podría haber aumentado un 120%[20], cambiando significativamente la química del océano, y provocando una acidificación global. Es más, incluso en el caso de que las misiones antropogénicas de CO2 cesasen hoy mismo, el pH del océano tardaría varios siglos en recuperar su valor de la época preindustrial[21].

Si bien las investigaciones recientes han puesto de manifiesto que otros gases de efecto invernadero, como los Óxidos de Azufre (SOx), Óxidos de Nitrógeno (NOx) y el Amoniaco (NH3), también pueden contribuir a la acidificación de los océanos[22], la acidificación se produce en gran medida como consecuencia del aumento de los niveles de CO2 en la atmósfera. Por tanto, si bien la reducción de las concentraciones de otros gases de efecto invernadero pueden contribuir a reducir el aumento de la temperatura global, no tendrá efectos significativos para mitigar la acidificación.

Atendiendo a ello, la mitigación de la acidificación de los océanos, que depende, como se ha indicado, principalmente de las concentraciones atmosféricas de CO2, puede requerir objetivos distintos de los objetivos de mitigación del cambio climático, ya que los impactos de la acidificación oceánica pueden producirse en umbrales diferentes de los de los efectos climáticos más amplios en la atmósfera. Del mismo modo, las propuestas de geoingeniería para alterar el balance de radiación de la

[18] FEELY, R, A., et al., "Evidence for upwelling of corrosive acidified water onto the continental shelf", *Science*, Vol. 320, No. 5882, 2008, pp. 1490-1492.
[19] HÖNISCH, B., et al., "The geological record of ocean acidification", *Science*, 2012, Vol. 335, No. 6072, pp. 1058-1063.
[20] Véase: IPCC, Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, Chapter 5: Changing Ocean, Marine Ecosystems, and Dependent Communities, Summary for Policymakers, en IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, 2019.
[21] JOOS, F., FRÖLICHER, T. L., STEINACHER, M., PLATTNER, G. K., "Impact of climate change mitigation on ocean acidification projections", en GATTUSO, J.P., HANSSON, L. (Eds.), *Ocean acidification*, Oxford University Press, Oxford, 2011, pp. 272-273.
[22] HUNTER KEITH, A., "Impacts of anthropogenic SOx, NOx and NH3 on acidificationof coastal waters and shipping lanes", *Geophysical Research Letters*, Volume 38, 2011, p. 13602.

atmósfera, haciéndola más reflectante, por ejemplo, introduciendo partículas de sulfato en la atmósfera superior, podrían no tener ningún impacto en los niveles atmosféricos de CO2, y no ayudarían a paliar la acidificación de los océanos.

Así y todo, aunque la acidificación de los océanos es un fenómeno mundial, su impacto, en términos de regiones y especies, puede variar[23]. Por ejemplo, la velocidad a la que el agua marina absorbe el CO2 disminuye a medida que aumenta la temperatura del agua (ya que el aumento de la temperatura del agua de mar reduce la solubilidad del CO2). Esto significa que las regiones polares, donde el agua del océano es relativamente más fría, pueden absorber más CO2 que los trópicos, más cálidos[24]. Como resultado, las aguas superficiales polares generalmente se están acidificando más rápidamente que las de otras latitudes. Las regiones polares son puntos de especial vulnerabilidad, incluidos el océano Ártico y el casquete glaciar ártico, particularmente afectados por los efectos adversos del cambio climático y la acidificación de los océanos[25]. Asimismo, cabe esperar que a medida que el pH del agua del mar y los niveles de carbonato sigan descendiendo, habrá "ganadores" y "perdedores" en los ecosistemas oceánicos[26], siendo inevitable el cambio de las comunidades marinas. Los organismos marinos con más probabilidades de verse afectados en primer lugar son los que tienen caparazones o esqueletos a base de carbonato cálcico[27]. Por otra parte, los organismos pueden responder a los cambios perjudiciales de su entorno marino de cuatro formas: migrando, adaptándose, evolucionando o muriendo[28]. La cuestión clave

[23] Véase: LAFFOLEY, D., BAXTER, J.M., TURLEY, C., LAGOS, N.A., "Introducción a la acidificación oceánica: lo que es, lo que sabemos y lo que puede suceder", Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Suiza, 2017.

[24] Véase: KATZ, C., "Why Rising Acidification Poses a Special Peril for Warming Arctic Waters", *Yale School of the Environment Explore Search*, October 2019, disponible en: *https://e360.yale.edu/features/why-rising-acidification-poses-a-special-peril-for-warming-arctic-waters*.

[25] Véase: HARRISON, J., "Addressing the Marine Environmental Impacts of Climate Change and Ocean Acidification", en HARRISON, J. (Ed.), *Saving the Oceans Through Law: The International Legal Framework for the Protection of the Marine Environment*, Oxford Scholarly Authorities on International Law, 2017.

[26] Por ejemplo, algunos organismos presentan respuestas positivas a los aumentos de CO2 en el océano. Las algas carnosas, ciertos organismos del fitoplancton y algunas plantas marinas pueden beneficiarse de una mayor disponibilidad de carbono en el océano. Véase: KROEKER, K. J., et al., "Impacts of ocean acidification on marine organisms: quantifying sensitivities and interaction with warming", *Global change biology*, Vol. 19, No. 6, 2013, pp. 1884-1896.

[27] ASAMBLEA GENERAL, "Los océanos y el derecho del mar", Informe del Secretario General, A/72/70, 6 de marzo de 2017, para. 30.

[28] SUNDAY, J. M., et al., "Evolution in an acidifying ocean", *Trends in ecology & evolution*, Vol. 29, No. 2, 2014, pp. 117-125.

no es si la vida oceánica en su conjunto puede migrar, adaptarse y/o evolucionar en respuesta a la acidificación de los océanos, sino si tiene la capacidad de responder con suficiente rapidez ante el ritmo acelerado de un proceso de aumento sin precedentes de la acidificación en el océano.

Por otro lado, aunque se disponen de conocimientos científicos asentados sobre los efectos de la acidificación del océano en organismos individuales[29], se desconocen en gran medida las posibles respuestas a nivel de los ecosistemas[30]. Así pues, si bien se prevén consecuencias nocivas para el marisco y los arrecifes de coral y la pesca, resulta difícil cuantificar cómo cambiarán los ecosistemas y de qué manera las sociedades se adaptarán y harán frente a los cambios derivados de la acidificación oceánica. Es por ello que investigar en esta línea es una necesidad urgente para reducir las incertidumbres. Las respuestas de las especies clave y los ecosistemas en su conjunto, especialmente a largo plazo, deben constituir los ámbitos prioritarios de investigación, aspectos éstos que desde 2013 se están teniendo en consideración a través de ciertas redes científicas creadas a nivel global, y que serán comentadas en el epígrafe 1.3.

1.2. LOS EFECTOS DE LA ACIDIFICACIÓN Y SU IMPACTO EN EL ECOSISTEMA MARINO

La acidificación oceánica es un desafío global y transfronterizo que afecta a la salud de los ecosistemas marinos y la biodiversidad. Se produce, como se ha comentado, debido a la absorción de dióxido de carbono por los océanos[31], lo que provoca un

[29] El aumento de las publicaciones sobre acidificación oceánica (y del número de países e investigadores implicados) ha ido incrementándose exponencialmente desde 2008. Véase: YANG, Y., HANSSON, L., GATTUSO, J.P., "Data compilation on the biological response to ocean acidification: an update", *Earth System Science Data*, Vol. 8, No. 1, 2016, pp. 79-87.

[30] Casi todos los conocimientos acumulados sobre la respuesta de los organismos a la acidificación del océano se han obtenido en experimentos, a corto plazo, en laboratorio, utilizando una única especie. Estos experimentos reproducen versiones simplificadas del medio natural, pero dan pistas sobre las posibles respuestas en el medio oceánico. Los resultados obtenidos a partir de una gran variedad de especies muestran la existencia de diversas respuestas, entre las que se destacan la disminución de la supervivencia, el crecimiento, el desarrollo y la abundancia. Se produce, también, una considerable variación de la sensibilidad y la tolerancia de los organismos marinos ante la acidificación, a veces incluso dentro de una misma especie. Los organismos más activos, como los crustáceos móviles y los peces, parecen ser menos sensibles a la acidificación de las aguas. No obstante, los efectos en las especies individuales, independientemente de que para ellos la acidificación implique retrocesos o avances, pueden originar perturbaciones en cascada en otras partes de la red alimentaria marina.

[31] Hasta ahora, los océanos del mundo han absorbido aproximadamente el 30% de todas las emisiones antropogénicas de CO2 de la atmósfera desde que comenzó la era industrial. Visto de forma aislada, esto es positivo, en el sentido de que la alternativa sería peor para la vida en la Tierra. Sin embargo, en el caso de los océanos, dicha absorción del CO2 ha provocado una disminución media del pH oceánico superficial en unas 0,11 unidades con respecto al pH medio preindustrial de 8,17. Se estima que si las emisiones de

aumento de la acidez y una disminución de la concentración de carbonato, que es un componente clave para la formación de conchas y esqueletos de bastantes organismos marinos[32]. El aumento de la emisión de CO2 ha sido identificado como la principal causa de la acidificación oceánica. Por lo tanto, es necesario abordar este problema de manera integral y coordinada a nivel internacional, tomando en cuenta las dimensiones ambiental, económica y social.

Como hemos establecido anteriormente, el proceso de acidificación está teniendo impactos significativos en los ecosistemas marinos, particularmente en las poblaciones de crustáceos y en los arrecifes de coral que juegan un papel importante en la cadena alimentaria. La reducción de carbonatos del agua del mar (por el problema de la acidificación) afecta a la formación de los esqueletos, a la composición calcárea de muchas especies marinas (como a cangrejos, caracoles marinos[33], mejillones[34], erizos de mar, conchas, pequeños crustáceos, como el Krill) y a los productores primarios, como el fitoplancton (por ejemplo, los cocolitóforos) y el plancton[35].

El impacto y debilitamiento por la acidificación de los organismos marinos que se sitúan en la base de la cadena alimentaria marina inevitablemente afectará a los animales situados más arriba, como los peces o los mamíferos. Esto repercute directamente en diversos componentes importantes de la cadena alimentaria marina y, por ende, también en la seguridad alimentaria de millones de personas que obtienen

---

CO2 continúan al ritmo actual, el pH oceánico superficial disminuirá de 0,1 a 0,4 unidades para el año 2100, junto con una disminución del 50% en la concentración de iones de carbonato (CO32) en comparación con los niveles preindustriales. Véanse: IPCC, *Climate Change 2014 Impacts, Adaptation, and Vulnerability Part A: Global and Sectoral Aspects*, Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, 2014, pp. 411-484; GATTUSO, J.P., et al., "Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO2 emissions scenarios", *Science*, Vol. 349, No. 6243, 2015.

[32] Véase: DONEY, S. C., BUSCH, D.S., COOLEY, S.R., KROEKER, K.J., "The impacts of ocean acidification on marine ecosystems and reliant human communities", *Annual Review of Environment and Resources*, Vol. 45, 2020, pp. 83-112.

[33] La acidez de las aguas marinas podría eliminar por completo a animales como el Pterópodo, un tipo de caracol marino, que sirve como fuente de alimento clave para los peces pequeños, que a su vez alimentan a los peces comerciales como el salmón y el atún.

[34] Zhao y otros coautores han demostrado cómo la acidificación debilita la capacidad de defensa de las conchas de los mejillones, lo que, a su vez, aumenta su susceptibilidad a los depredadores y patógenos, reduciendo, así, su supervivencia. Véase: ZHAO, L., et al., "Trace elemental alterations of bivalve shells following transgenerational exposure to ocean acidification: Implications for geographical traceability and environmental reconstruction", *Science of the Total Environment*, Vol. 705, 2020.

[35] THOR, P., DUPONT, S., "Ocean Acidification", en SALOMON, M., MARKUS, T. (Eds.), *Handbook on Marine Environment Protection. Science, Impacts and Sustainable Management*, Springer International Publishing, 2018, p. 383.

sus alimentos del mar[36]. Por ejemplo, la acidificación de los océanos podría afectar drásticamente a las especies de calamar en todo el mundo, según un estudio financiado por "Woods Hole Oceanographic Institution" (WHOI), en Estados Unidos. El calamar está en el centro del ecosistema del océano, es decir, casi todos los animales comen o son comidos por el calamar. Los calamares utilizan cristales de carbonato de calcio para fabricar órganos de equilibrio, llamados estatolitos, que les proporcionan la capacidad de orientarse al nadar. Los calamares son ecológica y comercialmente importantes, por lo que este impacto puede tener efectos de largo alcance sobre el medio ambiente marino y las economías costeras[37].

En Europa, se espera que para el final de siglo, los grandes productores de moluscos de las costas atlánticas, como Francia, Italia, España y Reino Unido, sufran en mayor medida el impacto de la acidificación[38]. La información del "Copernicus Marine Service", que incorporó recientemente el pH marino a sus indicadores de monitorización oceánica[39], es utilizada por los investigadores para alcanzar un mejor entendimiento de cómo evoluciona la acidificación en las aguas europeas.

Presentan una especial vulnerabilidad a la acidificación los ecosistemas de arrecifes de coral. Desde la revolución industrial, la acidificación del océano se ha incrementado en un 30% y esto daña a los corales, que son el hogar de distintas especies marinas y una zona importante de pesca. Por ejemplo, aunque los ecosistemas de los arrecifes coralinos tropicales ocupan menos del 0,1 % del suelo oceánico, en ellos y a su alrededor viven entre uno y nueve millones de especies[40]. Los científicos pronostican que el carbonato cálcico disminuirá para final de siglo hasta reducir a la mitad sus concentraciones de la era preindustrial en los trópicos, por lo que les preocupa que los

[36] DOWNING, Y., "Ocean Acidification and Protection under International Law from Negative Effects: A Burning Issue amongst a Sea of Regimes?", *Cambridge Journal of International and Comparative Law* (2)2, 2013, p. 247.

[37] Véase: KAPLAN MAXWELL, B., MOONEY, T.A., MCCORKLE, D.C., COHEN, A., "Adverse Effects of Ocean Acidification on Early Development of Squid (Doryteuthis pealeii)", *PLoS ONE 8(5)*, 31, 2013.

[38] Véase: NARITA, D., REHDANZ, K., "Economic impact of ocean acidification on shellfish production in Europe", *Journal of Environmental Planning and Management*, Vol. 60, Issue 3, 2017.

[39] Véase: Copernicus Marine Service pH indicator 2019, disponible en: *https://marine.copernicus.eu/news/new-ocean-monitoring-indicators-including-ocean-acidity*

[40] HOEGH-GULDBERG, O., POLOCZANSKA. E.S., SKIRVING, W., DOVE, S., "Coral Reef Ecosystems under Climate Change and Ocean Acidification", *Front. Mar. Sci. 4:158*, Global Change and the Future Ocean, 2017, p. 2.

corales empiecen a disolver sus estructuras en lugar de construirlas[41]. Aunque no lleguen a menguar, la acidificación oceánica por sí sola puede hacer que se reduzca la densidad de sus esqueletos hasta un 20 % para el año 2100. Esta acidificación debilita los arrecifes que se enfrentan a otras presiones derivadas de olas de calor que producen el blanqueamiento del coral, así como de las actividades económicas de explotación[42]. La acidificación también afecta a los corales de aguas profundas, como los del Atlántico Norte, que son importantes focos de biodiversidad y un hábitat crítico para miles de especies, incluyendo algunas de gran valor comercial, como gambas, langostas, cangrejos, meros y pargos[43].

Aunque el impacto de la acidificación oceánica sobre las especies de peces en general necesita de una mayor investigación científica, estudios incipientes han demostrado efectos negativos directos en la supervivencia de los huevos y las primeras etapas larvales de algunas especies de peces por el aumento de CO2[44]. Algunos experimentos indican que los bajos niveles de pH pueden dañar órganos clave en las larvas del atún de aleta amarilla, retrasar el desarrollo de embriones y afectar negativamente la capacidad de los peces para detectar a los depredadores[45]. También, por ejemplo, el pez payaso criado en aguas acidificadas no reconoce las señales químicas que lo guían hacia los tentáculos de una anémona. Algunos individuos, incluso, se sienten atraídos por el olor de los depredadores como consecuencia de un posible perjuicio en su sentido del olfato[46].

---

[41] MACKO, S. A., FANTASIA, C.M., "An Overview of Ocean Acidification: Relationships", en NORDQUIST, M. H., NORTON MOORE, J., RONÁN, L. (Eds.), *The Marine Environment and United Nations Sustainable Development Goal 14. Life below Water*, Brill Nijhoff, Leiden, 2018, p. 406.

[42] HOEGH-GULDBERG, O., POLOCZANSKA. E.S., SKIRVING, W., DOVE, S., "Coral Reef Ecosystems under Climate Change and Ocean Acidification", *Op.Cit*., p. 3.

[43] FAO, "Deep-ocean climate change impacts on habitat, fish and fisheries", FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 638, Rome, 2018, p. 26.

[44] Véase: SABA, G.K., GOLDSMITH, K. A., et al., "Recommended priorities for research on ecological impacts of ocean and coastal acidification in the U.S. Mid-Atlantic", *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Vol. 225, 2019.

[45] SILVA, C.S.E., NOVAIS, S.C. et al., "Effects of ocean acidification on the swimming ability, development and biochemical responses of sand smelt larvae", *Science of The Total Environment*, Vol. 563–564, 2016, pp. 89-98.

[46] Vélez y otros coautores, por ejemplo, han demostrado que la exposición a corto plazo a una elevada acidificación disminuye la sensibilidad olfativa en la dorada. VELEZ, Z., et al., "Short-and medium-term exposure to ocean acidification reduces olfactory sensitivity in gilthead seabream", *Frontiers in physiology*, Vol. 10, 2019, p. 731.

Igualmente, el descenso en el pH de las aguas de los océanos también dificulta la respiración de algunos peces, pues reduce la eficiencia del intercambio de oxígeno en sus branquias. Los océanos que son más cálidos y ácidos tienen menor capacidad para absorber y almacenar oxígeno. La hipoxia se ve, además, agravada por el problema de la proliferación de algas en crecimiento[47].

Hay que destacar también que un océano acidificado puede ser un lugar más ruidoso para mamíferos marinos tales como ballenas y delfines. Cuando el sonido se mueve a través del agua de mar, hace vibrar grupos de átomos, que absorben sonidos en frecuencias específicas. A medida que los océanos se hagan más ácidos, los sonidos viajarán más lejos por debajo del agua, particularmente, al parecer, aquellos sonidos de frecuencias por debajo de unos 3,000 ciclos por segundo[48]. Se incluyen a tal respecto muchos de los sonidos subacuáticos generados por la actividad industrial y militar, así como por embarcaciones y buques. Este ruido subacuático antropogénico ha aumentado durante los últimos 50 años a medida que las actividades humanas en el océano se han incrementado[49].

Pero los problemas derivados de la acidificación no sólo alteran la dinámica del ecosistema marino de diversas formas; también pueden afectar nuestra propia salud. Por ejemplo, la acidificación del océano puede, incluso, conducir a una reducción de los lípidos y de las proteínas presentes en los peces, incluidos los ácidos grasos esenciales omega-3[50]. Los productos alimenticios derivados del mar son una ingesta de proteínas fundamental para más de mil millones de personas en todo el mundo, la mayoría de ellos en áreas donde se encuentran las comunidades más vulnerables[51]. Asimismo, la

[47] Véase: GOBLER, C. J., BAUMANN, H., "Hypoxia and acidification in ocean ecosystems: coupled dynamics and effects on marine life", *Biology letters*, Vol. 12, No., 2016.

[48] Véase: European Project on Ocean Acidification (EPOCA), Ocean Acidification – The Facts: A special introductory guide for policy advisers and decision makers, Natural England Commissioned Report NECR034, 2009, p.4, disponible en: *https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/ocean_acidification_english.pdf.*

[49] United Nations Open-ended Informal Consultative Process on Oceans and the Law of the Sea, "Anthropogenic underwater noise", Nineteenth meeting 18 to 22 June 2018 (United Nations Headquarters), 2018, p. 25.

[50] FALKENBERG, L. J., et al., "Ocean Acidification and Human Health", International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(12), 4563, 2020, disponible en: *https://www.mdpi.com/1660-4601/17/12/4563/htm.*

[51] FAO, "The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action", Rome, 2020, disponible en: *http://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf.*

acidificación del océano también puede afectar a la propagación de contaminantes a través del medio marino, cambiando su biodisponibilidad e intensificando la exposición y la bioacumulación. Por ejemplo, el mercurio y algunos metales (como el aluminio, el hierro, el plomo o el cobre) a menudo están más biodisponibles en hábitats acuáticos acidificados. Por tanto, se puede poner en riesgo la inocuidad de los alimentos que se obtienen mediante la pesca, precisamente a través de esa contaminación por mercurio y otros metales pesados[52].

La acidificación también modifica la abundancia y la composición química de las floraciones de algas nocivas. Este efecto ya se ha demostrado con Karenia brevis, sobre todo en las costas de Florida. Se trata de una especie de alga nociva (dinoflagelado) que colorea la superficie del océano de un rojo intenso y provoca mortandades masivas en peces, también en mamíferos marinos (delfines y manatíes), aves y tortugas, así como intoxicaciones alimentarias en humanos (síndrome neurotóxico, o gastroenteritis por mariscos contaminados), irritaciones de la piel, picor en los ojos, problemas respiratorios (neumonía, bronquitis y asma) por inhalación del aerosol marino, etc. Las brevetoxinas de esta alga se liberan en agua y aire al romperse las frágiles células de Karenia debido al oleaje[53].

Resulta también interesante un estudio que analiza los nacimientos producidos entre 1972 y 2018 en 36 Estados en desarrollo en África, Asia y América Latina, comparándolos con el incremento del pH de los océanos. El estudio concluye que el deterioro de los mares afecta a la gestación y causa muertes de neonatos por malnutrición materna. Esto es, los efectos de la acidificación también pueden provocar la muerte prematura de los neonatos. El estudio The Ocean and Early-Childhood Mortality de los investigadores Alex Armand e Iván Kim ha descubierto precisamente

[52] FAO, "Deep-ocean climate change impacts on habitat, fish and fisheries", *Op.Cit*., p. xiv.
Si bien es cierto que los conocimientos sobre este aspecto son aún muy limitados, Su y otros coautores han demostrado cómo la acidificación es capaz de aumentar la acumulación de cloranfenicol y nitrofurazona, contaminantes cancerígenos, en almejas comestibles a través de una probable alteración de los procesos metabólicos de estos contaminantes. SU, W., et al., "The health risk for seafood consumers under future ocean acidification (OA) scenarios: OA alters bioaccumulation of three pollutants in an edible bivalve species through affecting the in vivo metabolism", *Science of the Total Environment*, Vol. 650, 2019, pp. 2987-2995.

[53] PIERCE, R.H., HENRY, M.S, BLUM, P.C. et al., "Brevetoxin composition in water and marine aerosol along a Florida beach: Assessing potential human exposure to marine biotoxins", *Harmful Algae*, Vol. 4, Issue 6. 2005. Véase también BURTON, R., "Red Tide: Karenia Brevis", Thompson Earth Systems Institute, 2018, disponible en: *https://www.floridamuseum.ufl.edu/earth-systems/blog/red-tide-karenia-brevis/.*

esta relación[54]. El pescado es la fuente de un 17% de la proteína animal que se toma en el mundo y su importancia es todavía mayor en países pobres, donde representa el 26%. Si no se obtiene esta fuente alimentaria a través de la pesca, la población no tiene alternativas de alimentación y deja de tener nutrientes vitales para el desarrollo humano como el hierro, calcio, zinc y omega-3. Estos efectos son vitales especialmente durante el embarazo, ya que la falta de elementos como el zinc o el hierro reducen la cantidad de sangre durante la gestación y frena el crecimiento apropiado del feto, incrementando las posibilidades de muerte prematura.

Después de lo expuesto, podemos observar que el fenómeno de la acidificación de los océanos afecta a las dimensiones de la seguridad alimentaria. Según la Declaración de la Cumbre Mundial sobre la Seguridad Alimentaria (2009), "existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico, social y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana. Los cuatro pilares de la seguridad alimentaria son la disponibilidad, el acceso, la utilización y la estabilidad". Los efectos de la acidificación reducen la disponibilidad de los productos alimenticios derivados del mar, ponen en riesgo la estabilidad del ecosistema marino y afectan a la inocuidad de los alimentos que se obtienen a través de la pesca[55].

Por tanto, los efectos socioeconómicos de la acidificación de los océanos incluyen repercusiones en la seguridad alimentaria y en los medios de subsistencia de las comunidades que dependen de la pesca y la acuicultura[56]. Muchas de esas comunidades son especialmente vulnerables porque tienen menos medios de vida alternativos[57]. La acidificación de los océanos es una de las mayores amenazas a los

[54] Véase: ARMAND, A., KIM, I., "The Ocean and Early-Childhood Mortality and Development", Working Paper No. 03/2020, Navarra Center for International Development, 2020, pp.2-3.
[55] Véase: FILLOL MAZO, A., "Ocean Acidification as a Risk to Food Derived From the Marine Ecosystem: In Search of International Legal Responses", en FILLOL MAZO, A., MARTIN LÓPEZ, M.A. (Eds.), *Food Security Issues and Challenges*, Nova Science Publishers, New York, 2021, pp. 277-314.
[56] Los efectos del aumento de las emisiones atmosféricas de CO2 y la disolución resultante en los océanos permean a través de las redes tróficas oceánicas, modificando la disponibilidad y el valor nutricional de los productores primarios y los consumidores por igual, lo que da lugar a pruebas directas y observables. JIN, P., et al., "Ocean acidification increases the accumulation of toxic phenolic compounds across trophic levels", *Nature Communications*, Vol. 6, No. 1, 2015, p. 8714.
[57] ASAMBLEA GENERAL, "Los océanos y el derecho del mar", Informe del Secretario General, A/72/70, 6 de marzo de 2017, para. 31.

organismos y los ecosistemas marinos. Se afirma con un alto grado de confianza que aumentará durante siglos si continúan las emisiones de dióxido de carbono, y que afectará con gran fuerza a los ecosistemas marinos[58]. A continuación, se presentan algunos datos, explicados y justificados anteriormente, que respaldan estas afirmaciones:

- Desde el inicio de la Revolución Industrial, los océanos han absorbido alrededor del 30% del dióxido de carbono (CO2) emitido por actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles. Como resultado, los océanos se han vuelto más ácidos, con una disminución del pH de aproximadamente 0,1 unidades desde el inicio de la era industrial.

- Se espera que la acidificación de los océanos continúe a medida que las emisiones de CO2 aumenten, con una disminución adicional del pH del océano de entre 0,3 y 0,4 unidades para finales del siglo XXI.

- La acidificación de los océanos puede tener consecuencias graves para los ecosistemas marinos, incluyendo la disminución de la producción de fitoplancton, el deterioro de los arrecifes de coral, la disminución de la calidad y cantidad de los mariscos y peces, y la alteración de los procesos biológicos en general.

- Además de los impactos en los ecosistemas marinos, la acidificación de los océanos también puede tener efectos negativos en la economía y la seguridad alimentaria de muchos Estados, especialmente aquellos que dependen de los recursos marinos.

La investigación muestra que las tasas de acidificación parecen variar de una región oceánica a otra, dependiendo de la presencia de otros factores que agravan su peligrosidad. Por ejemplo, las tasas observadas de cambio de pH en las regiones costeras parecen no depender únicamente de la absorción de CO2, sino, también, de los cambios en otros procesos biogeoquímicos, como la magnitud de la carga de nutrientes y los niveles de eutrofización presentes[59]. Asimismo, se ha demostrado que la acidificación

[58] Ibídem, para. 29.
[59] OMAR, A. M., et al., "Trends of ocean acidification and pCO2 in the northern North Sea, 2003–2015", *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, Vol. 124, No. 10, 2019, pp. 3088-3103; SREEUSH, M.G., et al., "Variability, trend and controlling factors of Ocean acidification over Western Arabian Sea upwelling región", *Marine Chemistry*, Vol. 209, 2019, pp. 14-24.

se ha acelerado en la capa superficial del océano, particularmente a lo largo de la zona subtropical del Pacífico Norte occidental. Ono y otros coautores muestran cómo la química del CO2 del agua superficial en esta zona ha estado respondiendo a la tasa acelerada de aumento del CO2 atmosférico a través de una mayor captación oceánica de CO2. En este sentido, la velocidad a la que el agua marina absorbe el CO2 disminuye a medida que aumenta la temperatura del agua (ya que el aumento de la temperatura del agua de mar reduce la solubilidad del CO2). Esto significa que las regiones polares, donde el agua del océano es relativamente más fría, pueden absorber más CO2 que los trópicos más cálidos[60]. Como resultado, y como se ha indicado anteriormente, las aguas superficiales polares generalmente se están acidificando más rápidamente que las de otras latitudes. Las regiones polares son puntos de especial vulnerabilidad, incluidos el océano Ártico y el casquete glaciar ártico, particularmente afectados por los efectos adversos del cambio climático y la acidificación de los océanos[61].

Recientemente, los estudios en curso se centran ahora en obtener una mejor comprensión de las causas que subyacen a la mayor captación espaciotemporal de CO2 por los océanos, tanto en la superficie del océano, como en el interior, a escalas tanto regionales como globales[62].

A este respecto, hay que tener en cuenta, como se ha indicado, que la acidificación de los océanos no es el único factor estresante que sufre el ecosistema marino. El calentamiento de los océanos, la contaminación marina y la desoxigenación actuarán sinérgicamente con la acidificación, agravando los efectos perjudiciales para dicho ecosistema. Entre ellos se incluyen[63]:

---

[60] Véase: KATZ, C., "Why Rising Acidification Poses a Special Peril for Warming Arctic Waters", *Yale School of the Environment Explore Search*, October 2019, disponible en: *https://e360.yale.edu/features/why-rising-acidification-poses-a-special-peril-for-warming-arctic-waters*.

[61] Véase: HARRISON, J., "Addressing the Marine Environmental Impacts of Climate Change and Ocean Acidification", en HARRISON, J. (Ed.), *Saving the Oceans Through Law: The International Legal Framework for the Protection of the Marine Environment*, Oxford Scholarly Authorities on International Law, 2017.

[62] ONO, H., et al., "Acceleration of ocean acidification in the western North Pacific", *Geophysical Research Letters*, Vol. 46, No. 22, 2019, pp. 13161-13169.

[63] Véase: FENNEL, K., VANDERZWAAG, D.L., "Ocean acidification: Scientific surges, lagging law and policy responses", en WARNER, R., KAYE, S. (Eds.) *Routledge handbook of maritime regulation and enforcement*, Routledge, 2015, pp. 346-349.

1. Aumento de la temperatura: el aumento de la temperatura de los océanos, como consecuencia del cambio climático, puede incrementar la tasa de acidificación oceánica.

2. Acidificación costera: los ecosistemas costeros son particularmente vulnerables a la acidificación de los océanos, ya que son más propensos a experimentar altas tasas de acidificación debido a la presencia de actividades humanas, como el vertido de aguas residuales, la escorrentía industrial y otras fuentes de emisiones de CO2. La acidificación costera puede tener impactos significativos en estos ecosistemas, incluyendo la muerte de los arrecifes de coral y otros hábitats importantes para las especies marinas.

3. Escorrentía de nutrientes: la escorrentía de nutrientes procedente de actividades humanas, como la agricultura y el tratamiento de aguas residuales, puede aumentar la tasa de acidificación en algunas zonas. El exceso de nutrientes en el agua de mar puede aumentar el crecimiento del fitoplancton y otros organismos microscópicos, que consumen CO2 y producen ácido carbónico. Esto puede hacer que el agua de mar sea más ácida y contribuir a la acidificación de los océanos.

4. Desoxigenación: la desoxigenación es el proceso por el cual disminuye la concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar. La desoxigenación puede deberse a varios factores, como el calentamiento global y el aumento de la escorrentía de nutrientes. La desoxigenación puede tener importantes repercusiones en los ecosistemas marinos.

5. Derretimiento de glaciares y casquetes polares: el deshielo de los glaciares y los casquetes polares está provocando la subida del nivel del mar, lo que puede tener importantes repercusiones en los ecosistemas marinos. El aumento del nivel del mar también puede alterar la circulación de las corrientes oceánicas y la distribución del agua del océano, lo que puede afectar a la tasa de acidificación de los océanos.

6. Circulación oceánica: los patrones de circulación oceánica también pueden afectar a la tasa de acidificación de los océanos. El movimiento del agua en el océano ayuda a distribuir el CO2 y otros nutrientes por todo dicho océano. Los cambios

en los patrones de circulación oceánica, como los que se producen como consecuencia del cambio climático, pueden afectar a la tasa de acidificación de los océanos y a sus repercusiones en los ecosistemas marinos.

En conclusión, la acidificación de los océanos es un problema complejo y polifacético que está afectando a los ecosistemas marinos y a los organismos que dependen de ellos. La causa principal de la acidificación de los océanos es el aumento de la concentración de CO2 en la atmósfera, que es absorbido por los océanos y modifica el pH del agua de mar. Sin embargo, hay otros factores que pueden contribuir al riesgo de acidificación de los océanos y agravar sus efectos, como el aumento de la temperatura, la acidificación de las costas, la escorrentía de nutrientes, la desoxigenación, el deshielo de glaciares y casquetes polares, y la circulación oceánica. El efecto acumulativo de esas repercusiones puede causar cambios a un ritmo tal que los ecosistemas marinos y las especies no tendrían tiempo suficiente para adaptarse. Además, esos efectos se suman a otros factores creados por la actividad humana, como el desarrollo insostenible de las zonas costeras, la sobreexplotación de los recursos marinos vivos, o la sobrepesca. En este marco, son necesarios más estudios de impacto en sectores socioeconómicos importantes.

1.3. LA ACIDIFICACIÓN OCEÁNICA COMO UN FENÓMENO EMERGENTE EN LA AGENDA INTERNACIONAL

La acidificación de los océanos puede ser considerada como un reto emergente en la agenda internacional debido a su impacto potencialmente significativo sobre el medio marino y las numerosas actividades humanas que dependen de la salud de los ecosistemas oceánicos. En los últimos años, se ha prestado cada vez más atención a este problema debido a las crecientes pruebas científicas que indican los efectos dañinos que el aumento del dióxido de carbono atmosférico, resultante de las actividades humanas, está provocando en la química de los océanos[64].

[64] La comprensión de la acidificación oceánica como amenaza global es relativamente reciente. En 1982, Broecker y Clark sugirieron por primera vez que el aumento de los niveles de CO2 atmosférico debido a las actividades humanas podría cambiar sustancialmente la química del océano. Sin embargo, no fue hasta finales de los años noventa cuando se empezaron a investigar las respuestas de los organismos calcificadores marinos a los cambios en el CO2 antropogénico. A finales de dicha década, los investigadores empezaron a comprender que la calcificación de los arrecifes de coral podría verse afectada por un descenso en la disponibilidad de iones de carbonato. Los trabajos de entonces fueron

Como se ha explicado anteriormente, cuando el CO2 se disuelve en el agua de mar, forma ácido carbónico, que aumenta la acidez del agua y reduce su pH. La acidificación de los océanos puede tener importantes repercusiones en los organismos marinos, especialmente en los que tienen un caparazón de carbonato cálcico, como los corales, los mariscos y ciertos organismos planctónicos. Estos organismos son vulnerables a la reducción de los iones de carbonato en el agua de mar como consecuencia de la acidificación, lo que puede dificultarles la construcción y el mantenimiento de sus conchas y esqueletos. Además de su impacto sobre los organismos marinos, la acidificación de los océanos también puede tener graves consecuencias económicas y sociales. Por ejemplo, el declive de los arrecifes de coral puede tener importantes repercusiones en la pesca, el turismo y la protección de las costas. Las comunidades costeras que dependen de estos recursos pueden sufrir pérdidas económicas e inseguridad alimentaria. También es importante señalar que la acidificación de los océanos no es el único factor estresante que sufre el ecosistema marino. El calentamiento de los océanos, la sobrepesca, la contaminación marina y la desoxigenación actuarán sinérgicamente con la acidificación, agravando los efectos perjudiciales para dicho ecosistema[65].

Atendiendo a los impactos que está provocando y puede provocar la acidificación de los océanos a largo plazo, esta se ha convertido en un tema de creciente

significativos, ya que ofrecieron la primera aproximación sobre cómo podrían responder los arrecifes de coral en general a la acidificación de los océanos. Sin embargo, los primeros informes sobre las posibles consecuencias de las emisiones antropogénicas de CO2 absorbidas por el océano suscitaron cierto escepticismo entre los científicos, ya que en general se daba por sentado que los sistemas naturales de amortiguación del océano serían capaces de neutralizar los cambios químicos derivados de este proceso. En 2003, Caldeira y Wickett cuantificaron los cambios en el pH oceánico que podrían producirse como consecuencia de las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono y compararon sus resultados con los cambios conocidos en el pasado geológico. Véase: CALDEIRA, K., WICKETT, M.E., "Anthropogenic carbon and ocean pH", *Nature*, Vol. 425, No. 6956, 2003, pp. 365-365. El estudio destacó por su papel en la popularización del término "acidificación oceánica", introducido por Broecker y Clark anteriormente. En 2005, la Royal Society publicó un informe de síntesis al que se atribuye el mérito de llamar la atención a una comunidad investigadora más amplia sobre la cuestión de la acidificación. Véase: The Royal Society, "Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide", Science Policy Section, London, 2005. Desde esa publicación, la investigación científica ha aumentado rápidamente y el IPCC viene considerando la cuestión en sus tres grupos de trabajo.

[65] EKARDT, F., ZORN, A., "Ozeanversauerung, Meeresumweltrecht, Klimavölkerrecht und die Menschenrechte", *JbUTR 2018, i.E,* 2018, disponible en: *http://www.sustainability-justice-climate.eu/files/texts/Bioacid-JbUTR.pdf*

preocupación para los responsables políticos, las organizaciones internacionales y las redes científicas.

En la reciente resolución de la Asamblea General, de 9 de enero de 2023, este órgano principal de Naciones Unidas "observa con preocupación que la acidez de las aguas de los océanos ha aumentado aproximadamente un 30 % desde el comienzo de la era industrial" y que "la continua y alarmante acidificación de los océanos del mundo tiene múltiples repercusiones". Es por ello que "insta a los Estados a que hagan esfuerzos importantes para enfrentar las causas de la acidificación de los océanos […] y mejoren la cooperación local, nacional, regional y mundial al respecto"[66].

Teniendo en cuenta también la importancia de preservar el papel del océano como sumidero de carbono, las resoluciones de la Asamblea vienen reiterando, desde 2007, su seria preocupación por la acidificación de los océanos sobre el medio y la biodiversidad marinos, poniendo de relieve la urgencia de hacer frente a este efecto adverso del cambio climático provocado fundamentalmente por el exceso de CO2 emitido. De hecho, en 2013, el Secretario General de Naciones Unidas dedicó al completo su informe, presentado a la Asamblea para su examen, a los efectos de la acidificación de los océanos en el medio marino[67]. Posteriormente en 2017, otro importante informe del Secretario General, sobre los Océanos y el Derecho del Mar, se dedicó a la cuestión del cambio climático y la acidificación de los océanos, haciéndose hincapié, en dicho documento, en la necesidad de crear sinergias y conectar los instrumentos jurídicos con mandatos relacionados con el cambio climático, los océanos y el desarrollo sostenible[68]. El informe fue concebido para facilitar los debates en la decimoctava reunión del Proceso Abierto de Consultas Oficiosas de las Naciones Unidas

[66] ASAMBLEA GENERAL, Los océanos y el derecho del mar, A/RES/77/248, 2023, para. 223.
[67] El Informe fue elaborado de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 272 de la resolución 67/78 de la Asamblea General con miras a facilitar los debates sobre el tema central de la 14ª reunión del proceso abierto de consultas oficiosas de las Naciones Unidas sobre los océanos y el derecho del mar. El informe se presentó también a los Estados partes en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de conformidad con su artículo 319. Véase: ASAMBLEA GENERAL, "Los océanos y el derecho del mar", Informe del Secretario General, A/68/71, 8 de abril de 2013.
[68] ASAMBLEA GENERAL, "Los océanos y el derecho del mar", Informe del Secretario General, A/72/70, 6 de marzo de 2017, para. 95.

sobre los Océanos y el Derecho del Mar, celebrada el 30 mayo de 2017, sobre el tema "los efectos del cambio climático en los océanos"[69].

Hay que destacar que la primera vez que la Asamblea General hizo mención expresa al fenómeno de la acidificación en una de sus resoluciones fue en el año 2007. Probablemente ello es porque la responsabilidad internacional en este sector está muy diluida. No hay un responsable directo ni una víctima directa. Y, también, por la fragmentación del derecho internacional del clima, si podemos llamarlo así, en relación con los espacios marinos. La Asamblea, por entonces, se pronunció en los siguientes términos:

> "Observa la labor del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático, incluida la conclusión de que, si bien los efectos de la acidificación observada en los océanos sobre la biosfera marina aún no están documentados, la acidificación gradual de los océanos ha de tener efectos negativos sobre los organismos marinos testáceos y crustáceos y sus especies dependientes, y a este respecto alienta a los Estados a realizar con urgencia nuevas investigaciones acerca de la acidificación de los océanos, especialmente programas de observación y medición"[70].

Cada año, la Asamblea General ha seguido tratando en sus resoluciones generales este preocupante fenómeno para que los Estados sean cada vez más conscientes de él y de sus consecuencias para los ecosistemas marinos. Asimismo, dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), aprobados por la Asamblea General, el ODS 14.3[71] se centra exclusivamente en el problema de la acidificación. Dentro del marco de la conservación y utilización sostenible de los océanos y los recursos marinos, se insta a los Estados a "minimizar y abordar los efectos de la acidificación de los océanos, incluso mediante una mayor cooperación científica a todos

[69] ASAMBLEA GENERAL, Informe sobre la labor realizada en la 18ª reunión del Proceso Abierto de Consultas Oficiosas de las Naciones Unidas sobre los Océanos y el Derecho del Mar, 16 de junio de 2017, paras. 31, 37. En esta reunión, los Estados subrayaron la importancia de cumplir los compromisos acordados en París en 2015 respecto al cambio climático, señalando que la acidificación de los océanos constituía una de las muchas amenazas acumuladas para el medio marino y abogaron por una fuerte coordinación interinstitucional, bajo los auspicios de ONU-Océanos, para promover la coordinación y la coherencia de los organismos de las Naciones Unidas con los mandatos relacionados con los océanos. Ibídem, paras. 112-114.

[70] ASAMBLEA GENERAL, "Los océanos y el derecho del mar", A/RES/62/215, 2008, para. 81.

[71] El establecimiento del Objetivo 14.3 deriva del llamamiento a la acción colectiva por la resolución 66/288 de la Asamblea General, "El futuro que queremos", para prevenir una mayor acidificación de los océanos y tomar medidas para promover la resiliencia de los ecosistemas marinos. ASAMBLEA GENERAL, "El futuro que queremos", A/RES/66/288*, 2012, paras. 165, 190.

los niveles"[72]. No debemos olvidar que la Asamblea General es un foro en el que se reúnen casi todos los Estados y en el que, después del correspondiente debate, los Estados pueden expresar sus opiniones y su voluntad colectiva respecto a los principios y normas jurídicas que han de regir la conducta de estos. La resolución de la Asamblea General por la que se adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible fue adoptada por unanimidad, aspecto éste que manifiesta el compromiso, al menos formal, de los Estados hacia la consecución de los ODS fijados en esa resolución, entre los cuales hay uno específico para reducir y abordar la acidificación de los océanos.

Asimismo, podemos destacar la creciente consideración hacia la acidificación de los océanos, en el marco de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), como una cuestión clave en sus esfuerzos de mitigación del cambio climático. Precisamente, en el marco de las Conferencias de las Partes (COP) de la CMNCC[73] se han tenido en consideración los efectos de la acidificación de los océanos por las emisiones de CO2, haciéndose hincapié en el importante papel que asumen los océanos en el sistema climático. Así, por ejemplo, en la Conferencia de las Partes de la CMNUCC de 2016 (COP22), el océano fue designado como uno de los nueve Eventos de Acción Climática Global. Por otro lado, los Estados Partes de la CMNUCC también adoptaron la iniciativa llamada *Roadmap to Oceans and Climate Action* (ROCA, por sus siglas en inglés)[74], en la que se fijaron siete recomendaciones políticas relacionadas con

[72] ASAMBLEA GENERAL, Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, A/RES/70/1, 2015, p. 27.

[73] En virtud de su naturaleza de Convención Marco, los Estados Partes han seguido debatiendo qué medidas son necesarias para cumplir sus compromisos y han adoptado una serie de medidas adicionales para desarrollar sus obligaciones jurídicas internacionales en el ámbito de la Convención. A este respecto, la Convención establece una institución internacional, la Conferencia de las Partes (COP), que proporciona un foro para debatir y revisar el marco jurídico a la luz de la evolución de los conocimientos científicos y tecnológicos. De hecho, las COP de la CMNUCC pueden crear obligaciones para los Estados Partes de la Convención y adoptar resoluciones que interpreten las disposiciones de ésta.

[74] Véase: Roadmap to Oceans and Climate Action (ROCA) Initiative, disponible en: *https://roca-initiative.com/*. En la Hoja de Ruta de la Acción Estratégica sobre los Océanos y el Clima, se abordaron seis áreas temáticas sobre el papel central de los océanos en la regulación del clima, presentando los fundamentos científicos al respecto y un conjunto de recomendaciones políticas relevantes. Los borradores de las recomendaciones políticas se debatieron por primera vez en el Día de los Océanos en la COP21 de la CMNUCC en París, donde se reunieron más de 400 participantes para destacar la importancia central de los océanos como componente esencial del bienestar humano. La Hoja de Ruta de la Acción Estratégica fue preparada por el Grupo de Trabajo de Expertos Internacionales sobre los Océanos y el Clima, compuesto por 37 expertos de las 46 organizaciones asociadas al Día de los Océanos en la COP21, incluidas la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO (COI-UNESCO) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Para cada uno de los temas principales de la Hoja de Ruta Estratégica, los miembros del Grupo de Trabajo Internacional de Expertos

el papel de los océanos en el sistema climático[75]. En 2017, en la COP23, se puso en marcha la *Oceans Pathway Partnership*, que respaldó otra estrategia para aumentar la consideración de los océanos en los procesos de la CMNUCC y aumentar la acción política en este sentido[76]. El propio Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) hace notar con preocupación sus conclusiones sobre la acidificación de los océanos, los riesgos considerables para los ecosistemas marinos y las consecuencias potencialmente nocivas para las pesquerías y los medios de vida. De hecho, el IPCC elaboró, en 2019, un informe dedicado a la atención de los océanos y los efectos de la acidificación en el sistema climático[77]. A la luz de lo indicado, podemos considerar que el papel de los océanos en el sistema climático y, por ende, en la acidificación de los océanos, están siendo reconocidos como una cuestión de emergente importancia para los Estados Partes de la CMNUCC.

Por otro lado, hay que hacer mención a la atención que está recibiendo la acidificación oceánica en el marco del Convenio de Diversidad Biológica (CDB) de 1992. En este sentido, la amenaza de la acidificación para la diversidad biológica marina se destaca periódicamente en las decisiones de la Conferencia de las Partes sobre la

presentaron: 1) la situación científica del fenómeno de la acidificación; 2) la situación actual del tema en el seno de la CMNUCC; 3) las oportunidades y vías que pueden existir en el marco de la CMNUCC para hacer frente a este efecto adverso del cambio climático; 4) las oportunidades y vías que pueden existir al margen de la aplicación de la CMNUCC para avanzar en la lucha contra este fenómeno; 5) las consideraciones financieras. Tras la elaboración de este informe, la Iniciativa de Acción Estratégica Global sobre los Océanos y el Clima (con la participación de las Partes, las organizaciones internacionales, las ONG, las instituciones académicas, los grupos del sector privado y las autoridades locales) se puso en marcha en la COP22 en Marrakech, el 15 de noviembre de 2016, para iniciar la aplicación de las recomendaciones contenidas en la Hoja de Ruta. La iniciativa, entre otras cosas, se encargó de desarrollar un mecanismo de gestión del conocimiento y de presentación de informes para informar a las COP anualmente.

[75] Véase: "Toward a Strategic Action Roadmap on Oceans and Climate: 2016 to 2021", p. 4, disponible en: *https://globaloceanforumdotcom.files.wordpress.com/2013/03/final-roadmap-summary-nov-7-2016.pdf*.

[76] Véanse: Ocean Pathway Launched at COP23, disponible en: *https://sdg.iisd.org/news/ocean-pathway-launched-at-cop-23/*; SCOTT KAREN, N., "Ocean Acidification", en JOHANSEN, E., BUSCH, S., JAKOBSEN, I. (Eds.), *The Law of the Sea and Climate Change: Solutions and Constraints*, Cambridge University Press, 2020, p. 116.

[77] IPCC, "El océano y la criosfera en un clima cambiante, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático", Suiza, 2019, disponible en: *https://www.ipcc.ch/srocc/*. Este Informe especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático insta a llevar a cabo una reducción urgente de las emisiones de gases efecto invernadero para limitar la magnitud de los cambios en los océanos y preservar los ecosistemas marinos y las regiones (incluidos los pequeños Estados insulares) que dependen de medios de subsistencia derivados del mar. Para la elaboración del informe, más de 100 investigadores de 36 países han evaluado la bibliografía científica más reciente sobre los océanos y la criosfera en un clima cambiante, y han citado aproximadamente 7000 publicaciones científicas.

diversidad biológica oceánica y costera[78]. Desde el año 2008, la Conferencia de las Partes del CDB solicita que se recopile y sintetice información científica sobre la acidificación de los océanos y sus impactos en la biodiversidad y en los hábitats marinos[79]. Fruto de estas peticiones, se han elaborado dos Informes de síntesis sobre los efectos de la acidificación de los océanos en la biodiversidad marina. El primero en 2009[80] y el segundo en 2014[81]. Los objetivos de estos informes se centraron en proporcionar a los científicos y a los responsables políticos información relacionada con la acidificación de los océanos y directrices sobre cómo los departamentos y organismos gubernamentales pertinentes pueden incorporar la acidificación de los océanos en sus estrategias, planes o programas nacionales de conservación de la biodiversidad[82].

En las decisiones de las Conferencias de las Partes se solicita también que se integren y coordinen los regímenes existentes que se relacionen con la cuestión de la acidificación[83]. Así por ejemplo, en la décima reunión de la COP del CDB, en 2010, se pidió al Secretario Ejecutivo que, en colaboración con la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (COI/UNESCO), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Secretaría de la CMNUCC, el Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la Iniciativa internacional sobre los arrecifes de coral, el Consejo Ártico y otros

[78] Véase, por ejemplo, Decision XII/23, Ocean and Coastal Biodiversity, 17 October 2014, pp. 6-10, disponible en: *https://www.cbd.int/decision/cop/?id=13386.*

[79] CBD, Report of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity on the work of its ninth meeting, 9 October 2008, p.149.

[80] Véase: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, "Scientic Synthesis of the Impacts of Ocean Acidication on Marine Biodiversity", CBD Technical Series No. 46, Montreal, 2009, disponible en: *https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-46-en.pdf*.

[81]Véase: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, "An Updated Synthesis of the Impacts of Ocean Acidification on Marine Biodiversity", CBD Technical Series No.75, Montreal, 2014, disponible en: *https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-75-en.pdf*.

[82] CBD, Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its twelfth meeting XII/23, Marine and coastal biodiversity: Impacts on marine and coastal biodiversity of anthropogenic underwater noise and ocean acidification, priority actions to achieve Aichi Biodiversity Target 10 for coral reefs and closely associated ecosystems, and marine spatial planning and training initiatives, 17 October 2014, p. 3.

[83] En el Informe de Secretario General de Naciones Unidas, sobre los océanos y el derecho del mar, de 2017, se hacía hincapié en la necesidad de conectar las sinergias entre los instrumentos con mandatos relacionados con el cambio climático, los océanos y el desarrollo sostenible para alcanzar las metas del ODS14, entre las que se incluye "minimizar y abordar los efectos de la acidificación". ASAMBLEA GENERAL, "Los océanos y el derecho del mar", Informe del Secretario General, A/72/70, 6 de marzo de 2017, para. 95.

organismos y grupos científicos pertinentes, desarrollase una serie exámenes conjuntos realizados por expertos para supervisar y evaluar los impactos de la acidificación de los océanos en la diversidad biológica marina. Asimismo, se solicitó al Secretario Ejecutivo que, dada la relación entre la concentración de CO2 en la atmósfera y la acidificación de los océanos, transmitiese los resultados de esas evaluaciones a la Secretaría de la CMNUCC[84]. Fruto de esa décima reunión de la COP del CDB se adoptaron, por consenso, las llamadas Metas de Aichi en 2010. Estas metas establecieron 20 objetivos específicos para 2020, que fueron desde la reducción de la pérdida de hábitats naturales y la restauración de ecosistemas degradados, hasta la eliminación de especies exóticas invasoras y la promoción de prácticas agrícolas y pesqueras sostenibles. En concreto, la meta 10 se centró en el objetivo de reducir la presión sobre los arrecifes de coral y otros ecosistemas vulnerables a la acidificación de los océanos[85].

Así pues, en el marco del CDB, se expresa la preocupación por la acidificación de los océanos, siendo reconocida como un acelerador de la pérdida de biodiversidad marina que, por ende, puede amenazar los medios de vida y las economías que dependen del uso sostenible de los recursos marinos y de la explotación comercial de los recursos genéticos marinos[86]. En esta línea, el artículo 14.2 del CDB establece que la Conferencia de las Partes examinará, sobre la base de estudios que se realicen, la cuestión de la responsabilidad y la reparación por los daños importantes causados a la diversidad biológica derivados de proyectos. De lo dispuesto en este artículo, la Conferencia de las Partes podría examinar la responsabilidad derivada de proyectos que causen altas emisiones de CO2 debido a la acidificación que causan en el océano.

A nivel regional, las convenciones sobre mares regionales y las organizaciones regionales de ordenación pesquera (OROP) se han centrado más en los efectos generales del cambio climático que en la acidificación oceánica *per se*. En este ámbito regional una notable excepción es el Consejo Ártico[87]. El Consejo ha reconocido la

[84] CBD, Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its tenth meeting X/29, 2010, p. 12

[85] Véase: El Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica, p. 10, disponible en: *https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-02-es.pdf*

[86] CBD, Report of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity on the work of its ninth meeting, 2008, pp.53-54.

[87] El Consejo Ártico, cuya naturaleza jurídica es la de foro intergubernamental de consulta y cooperación entre los Estados árticos y las partes interesadas en la región para facilitar el diálogo y la colaboración en

importancia de abordar la acidificación de los océanos como uno de los principales problemas medioambientales que afectan a la región ártica. Por ejemplo, en 2013, acogió formalmente con satisfacción el informe elaborado por el Grupo de Trabajo del Programa de Vigilancia y Evaluación del Ártico (AMAP, por sus siglas en inglés)[88], titulado "*Assessment 2013: Arctic Ocean Acidification*"[89], en el que se presentaban los últimos hallazgos científicos sobre la acidificación de los océanos en la región ártica, se instaba a aumentar los esfuerzos de investigación, mejorar el seguimiento y la observación, y aumentar la concienciación y la comunicación sobre el problema. En este sentido, el Consejo aprobó sus recomendaciones, observó con preocupación los posibles impactos de la acidificación de los océanos y reconoció que la reducción de las emisiones de dióxido de carbono era la única manera eficaz de mitigar la acidificación de los océanos, solicitando que los Estados árticos tomaran medidas para mitigar y seguir vigilando y evaluando el estado de la acidificación de los océanos del Ártico[90]. En esa misma línea, en 2019, la Reunión ministerial en Rovaniemi, Finlandia, del Consejo Ártico acogió los datos actualizados del informe del AMAP, titulado "*Arctic Ocean Acidification Assessment 2018*"[91], subrayando la necesidad de mejorar la investigación y el seguimiento de los procesos de acidificación de los océanos y sus consiguientes repercusiones medioambientales y socioeconómicas en el ártico[92].

temas árticos de interés común, como el cambio climático, la investigación científica, la seguridad y el desarrollo sostenible. Las decisiones y recomendaciones del Consejo Ártico son no vinculantes y requieren el consenso de los Estados miembros. Además, no tiene un secretariado permanente ni un presupuesto propio, lo que lo diferencia de muchas organizaciones internacionales.

[88] Las actividades del Consejo Ártico se organizan a través de 6 grupos de trabajo, entre los cuales se encuentra el Grupo de Trabajo del Programa de Vigilancia y Evaluación del Ártico (AMAP). El Grupo de Trabajo AMAP está compuesto por Estados del Ártico y participantes permanentes junto con representantes de Estados observadores y organizaciones. El trabajo de evaluación científica se lleva a cabo a través de grupos de expertos establecidos por AMAP. En concreto, las prioridades del AMAP incluyen, entre otras, las consecuencias ambientales de los ecosistemas en el Ártico como resultado del cambio climático global, incluida la acidificación de los océanos. Véase: Arctic Monitoring and Assessment Programme, disponible en*: https://arctic-council.org/about/working-groups/amap/*

[89] Disponible en: *https://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-2013-arctic-ocean-acidification/881*

[90] ARTIC COUNCIL, Kiruna Declaration of the Eighth Ministerial Meeting of the Arctic Council, 2013, disponible en: *https://oaarchive.arctic-council.org/handle/11374/93*

[91] Disponible en: *https://www.amap.no/documents/doc/Arctic-Ocean-Acidification-Assessment-2018-Summary-for-Policy-Makers/1762*

[92] ARCTIC COUNCIL, Rovaniemi Ministerial Statements 2019, p. 14, disponible en: *https://oaarchive.arctic-council.org/bitstream/handle/11374/2418/Rovaniemi_Ministerial_Statements.pdf?sequence=1&isAllowed=y*

Por su parte, en el marco de la Unión Europea (UE), se han encontrado ciertos instrumentos jurídicos, comunicaciones y programas en los que se hace referencia a la acidificación de los océanos.

La Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva marco sobre la estrategia marina), tiene como objetivo proteger y restaurar el medio ambiente marino y eliminar gradualmente la contaminación, de modo que no haya impactos significativos o riesgos para la biodiversidad marina, la salud humana y el uso de los recursos marinos. La Directiva marco sobre la estrategia marina, que busca lograr el "buen estado ambiental" de las aguas marinas de la UE, incorpora una serie de indicadores para que los Estados miembros los tengan en cuenta a la hora de definir, respecto de cada región o subregión marina afectada, el estado medioambiental de las aguas. Entre esos indicadores, se hace referencia expresa a los perfiles de pH o información equivalente utilizada para medir la acidificación marina[93]. Atendiendo a ello, la Agencia Europea de Medio Ambiente incluyó la acidificación de los océanos entre "los 10 mensajes de 2010 para los ecosistemas marinos", advirtiendo que "los efectos de la acidificación de los océanos sobre la biodiversidad marina ya son visibles y es muy probable que provoquen alteraciones a gran escala en los ecosistemas marinos"[94].

Posteriormente, en noviembre de 2013, el Parlamento Europeo y el Consejo Europeo adoptaron el séptimo Programa General de Acción de la Unión en materia de Medio Ambiente, "Vivir bien, respetando los límites de nuestro planeta" (VII PMA). Este programa busca contribuir a la consecución de los objetivos medioambientales y de cambio climático ya acordados por la Unión e identificar carencias en las políticas hasta 2050, aumentando la comprensión de los "límites del planeta"[95]. El programa

[93] Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva marco sobre la estrategia marina), DOUE L164/19, p. 36.

[94] EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, "10 messages for 2010 Marine ecosystems", EEA, Copenhagen, 2010, p. 4.

[95] Los límites planetarios (en inglés: *planetary boundaries*) son un marco conceptual que evalúa el estado de procesos fundamentales para la estabilidad del sistema Tierra y sugiere una serie de umbrales para estos procesos que, en caso de ser superados, pueden poner en peligro la habitabilidad del planeta. Véase: GALAZ, V., CRONA, B., ÖSTERBLOM, H., OLSSON, P., FOLKE, C., "Polycentric systems and interacting planetary boundaries: Emerging governance of climate change, ocean acidification, marine biodiversity", *Ecological Economics*, Vol. 81, 2012, pp. 21-32.

determina, con respecto a nueve límites del planeta, unos umbrales, cuya superación podrían provocar cambios irreversibles y consecuencias potencialmente desastrosas para los seres humanos; entre esos límites del planeta, se cita expresamente, entre otros, la acidificación de los océanos[96].

Las referencias mencionadas a dicha acidificación de los océanos en el marco de la UE muestran cómo la acidificación es tenida en cuenta, al menos, como un reto emergente que perjudica el buen estado ambiental de las aguas marinas, y cuyas consecuencias pueden provocar que se traspase un límite del planeta.

Por otro lado, se puede destacar, en el contexto de las medidas de mitigación para el cambio climático en consonancia con los objetivos del Acuerdo de París 2015, la iniciativa de la Comisión Europea, que, en 2020, aprobó una comunicación para proponer un marco regulatorio, conocido como la "Ley del Clima Europea", en aras de lograr la neutralidad climática de la Unión en 2050[97]. Finalmente, tras los procesos correspondientes, se aprobó el Reglamento (UE) 2021/1119 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de junio de 2021, por el que se establece el marco para lograr la neutralidad climática[98]. Si bien en el Reglamento no se hace mención expresa a la acidificación, entre sus objetivos se fija un objetivo vinculante para la Unión consistente en la reducción interna neta de las emisiones de gases de efecto invernadero para 2030 en un 55% con respecto a los niveles de 1990. Esto significa que necesariamente no se han de reducir las emisiones de CO2 propiamente dichas, sino las emisiones de gases de efecto invernadero expresadas en equivalente de CO2. Y como hemos indicado en apartados anteriores, la acidificación, provocada por las emisiones de CO2, requiere la reducción específica de este gas efecto invernadero. Así, los problemas asociados a la acidificación y las soluciones necesarias para abordarlos son únicos, y no pueden agruparse con las respuestas adoptadas para frenar el aumento térmico de las

[96] DECISIÓN Nº 1386/2013/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de noviembre de 2013, relativa al Programa General de Acción de la Unión en materia de Medio Ambiente hasta 2020 "Vivir bien, respetando los límites de nuestro planeta", DOUE L354/171, p. 177.

[97] COMISIÓN EUROPEA, Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establece el marco para lograr la neutralidad climática y se modifica el Reglamento (UE) 2018/1999 (Ley del Clima Europea), COM (2020) 80 final, 4.3.2020.

[98] Reglamento (UE) 2021/1119 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de junio de 2021 por el que se establece el marco para lograr la neutralidad climática y se modifican los Reglamentos (CE) nº 401/2009 y (UE) 2018/1999 («Legislación europea sobre el clima»), DOUE L-2021-80937, 9 de julio de 2021.

temperaturas producido por el cambio climático. Incluso si la mitigación del cambio climático y la reducción de la acidificación de los océanos requieren la mitigación de CO2, los efectos del aumento de la temperatura y de la acidificación no son los mismos.

De hecho, Galdies y otros coautores publicaron un estudio en 2020, sobre la situación actual de la legislación y políticas europeas para frenar la acidificación[99], en el que revisan 90 documentos legislativos de 17 Estados ribereños del Espacio Económico Europeo y llegan a la conclusión de que "las políticas y legislaciones nacionales europeas que abordan la acidificación están, en el mejor de los casos, descoordinadas". Precisamente los autores abogan por la necesidad de tratar la acidificación de forma específica y no en el marco de las medidas para mitigar el aumento de las temperaturas globales derivado del cambio climático. Los autores establecen que aunque "la acidificación oceánica está reconocida en los niveles más altos de gobernanza, su estatus como reto medioambiental está muy diluido en el ámbito de los Estados miembros de la UE". Como excepción notable explican que Noruega parece tener un enfoque proactivo hacia los marcos legislativos y la investigación orientada a una mayor comprensión del fenómeno de la acidificación y prosiguen indicando que "la mayoría de los Estados miembros de la UE no han informado sobre la Directiva marco en relación a la estrategia marina o lo han hecho de forma inadecuada". A tal respecto, se concluye en el estudio que "los problemas asociados a la acidificación y las soluciones necesarias para abordarlos son únicos y no pueden agruparse con las respuestas y medidas tradicionales adoptadas para frenar el cambio climático". A tenor de lo anterior, la política y la legislación europeas relacionadas con la acidificación oceánica debieran reflejar ese hecho, y adaptar sus acciones y medidas para mitigar específicamente la acidificación con el fin de salvaguardar los ecosistemas marinos. Con todo, un aspecto positivo de este estudio es que indica que la UE ha apoyado actividades de investigación y seguimiento para comprender los efectos de la acidificación de los océanos en los ecosistemas marinos. Por ejemplo, el proyecto financiado por la UE denominado "*European Project on Ocean Acidification*" (EPOCA)[100], de 2008, tenía como objetivo

[99] GALDIES, C., et al., "European policies and legislation targeting ocean acidification in european waters: Current state", Marine Policy, Vol. 118, 2020, disponible en: *https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X19309054*

[100] Véase: European Project on Ocean Acidification (EPOCA), disponible en: *https://cordis.europa.eu/project/id/211384*

mejorar nuestra comprensión de los impactos de la acidificación oceánica en los organismos y ecosistemas marinos, e identificar posibles estrategias de adaptación.

De hecho, desde 2008, las redes y organizaciones científicas han proliferado, tanto a nivel global como regional, para abordar la temática de la acidificación de los océanos. En 2008, por ejemplo, más de un centenar de científicos aprobaron en Mónaco una declaración en la que se instaba a los Estados a elaborar planes para reducir drásticamente las emisiones de CO2 y a mejorar la comunicación entre los responsables de la formulación de políticas y las redes científicas con objeto de aumentar la comprensión de los efectos de la acidificación de los océanos[101]. Al año siguiente, la Red Mundial de Academias Científicas (en inglés *InterAcademy Partnership*, IAP) adoptó una declaración sobre la acidificación de los océanos y recomendó la disminución del CO2 en un 50% para 2050 con respecto a los niveles de 1990[102]. En la misma línea, tras la Conferencia de Río+20 de 2012, se estableció el Centro Internacional de Coordinación de la Acidificación de los Océanos (*Ocean Acidification International Coordination Centre*, OA-ICC)[103], con el apoyo y supervisión del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), para mejorar la comunicación entre las ciencias relacionadas con la acidificación oceánica.

En este marco del aumento del conocimiento científico a nivel global sobre la acidificación, hay que destacar la creación de la Red Mundial de Observación de la Acidificación de los Océanos (*Global Ocean Acidification Observing Network* GOA-ON). Esta Red se creó en 2013 tras la celebración de una serie de reuniones y talleres convocados por el Organismo Internacional de Energía Atómica, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO y el Comité Científico sobre Investigación Oceánica, entre otros, durante 2011 y 2012. El objetivo principal de GOA-ON es facilitar la recopilación y el intercambio de datos sobre la acidificación de los océanos a escala mundial. Al aunar recursos y conocimientos, GOA-ON pretende

[101] Monaco Declaration, Second International Symposium on the Ocean in a High-CO2 World, Monaco, October 6-9, 2008, disponible en: *https://www.iaea.org/sites/default/files/monacodecl061008.pdf*

[102] IAP, Statement on Ocean Acidification, 2009, disponible en: *https://www.interacademies.org/sites/default/files/2020-05/IAP%20Statement%20on%20Ocean%20Acidification.pdf*

[103] Ocean Acidification International Coordination Centre (OA-ICC), disponible en: *https://www.iaea.org/services/oa-icc*

proporcionar una comprensión más completa de los procesos que impulsan la acidificación de los océanos y de sus repercusiones en los ecosistemas marinos. La red cuenta ahora con más de 300 miembros de más de 50 Estados, entre investigadores, organismos gubernamentales y organizaciones no gubernamentales. En general, la creación de GOA-ON ha sido un esfuerzo de colaboración entre científicos, responsables políticos y partes interesadas de todo el mundo, y representa un importante paso adelante en la capacidad para vigilar y comprender los impactos de la acidificación oceánica en nuestros océanos[104].

Por otro lado, existen otras redes científicas regionales que pueden ayudar a ampliar los conocimientos sobre la acidificación de los océanos y sus efectos específicos. Por ejemplo, en América Latina, la Red Latinoamericana de Acidificación del Océano -(LAOCA) es una red de 36 científicos de ocho Estados latinoamericanos que pretende proporcionar acceso directo a los datos sobre acidificación oceánica en esta región y que colabora con GOA-ON. Asimismo, se han creado nuevos centros regionales para coordinar e integrar las actividades de investigación sobre la acidificación de los océanos: el Centro Africano de Acidificación de los Océanos (*OA-Africa*)[105], el Centro de Acidificación del Océano Ártico (*The Arctic Ocean Acidification Hub*), el Centro de Acidificación del Océano Mediterráneo (*Mediterranean Ocean Acidification Hub*), el Centro Regional de Asia Meridional sobre la Acidificación de los Océanos (*South Asia Regional Hub on Ocean Acidification*, SAROA)[106], etc.

En definitiva, como se puede apreciar a lo largo de la información ofrecida, se puede concluir que la acidificación oceánica supone un desafío sistémico para los ecosistemas marinos, con implicaciones globales para la conservación de la biodiversidad, el desarrollo sostenible y la prosperidad económica. La acción internacional es imperativa para abordarla. Las conclusiones del IPCC y las de la comunidad investigadora presentan una lógica de base científica para la acción colectiva. Es por ello que la Asamblea General viene, a través de sus resoluciones,

[104] Véase: Global Ocean Acidification Observing Network (GOA-ON), disponible en: *http://www.goa-on.org/about/goals.php*
[105] Disponible en: *https://www.oa-africa.net/*
[106] Véase información de las redes científicas regionales que trabajan sobre la acidificación en: *http://goa-on.org/regional_hubs/index.php*

exhortando a los Estados y a las institucionales internacionales a minimizar los efectos de la acidificación de los océanos. La reducción de la acidificación del océano es un elemento clave para lograr el Objetivo de Desarrollo Sostenible 14 y proteger los ecosistemas marinos, requiriéndose una acción a nivel nacional e internacional para reducir las emisiones de dióxido de carbono y limitar la cantidad absorbida por los océanos[107].

1.4. LA SUPERPOSICIÓN DE REGÍMENES JURÍDICOS EN DERECHO INTERNACIONAL PARA ABORDAR LA ACIDIFICACIÓN OCEÁNICA

Como se ha indicado anteriormente, la reciente literatura científica está poniendo de manifiesto datos y pruebas sobre los efectos perjudiciales que la acidez de las aguas oceánicas está provocando a los organismos marinos, sobre todo a los organismos calcificadores y a los arrecifes de coral. Nos situamos, pues, ante un problema mundial emergente que se intensificará con las emisiones continuas de CO2 a la atmósfera y que cambiará la dinámica de los ecosistemas marinos (y los recursos derivados de éstos) tal y como hoy los conocemos. Por ello, se hace necesario adoptar medidas jurídico-políticas efectivas para detener su aumento y mitigar sus consecuencias. En este sentido, la acidificación de los océanos ha sido identificada, desde 2007, como un desafío sistémico de gran preocupación en las resoluciones adoptadas anualmente por la Asamblea General con respecto a los océanos y el derecho del mar, y reflejada en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que incluyen un objetivo político concreto para minimizar y abordar los impactos de la acidificación oceánica. Aun así, el régimen jurídico de la acidificación es, actualmente, confuso, diluido y fragmentado, toda vez que no existe ningún instrumento jurídico internacional que trate específicamente la acidificación de los océanos. Teniendo en cuenta que dicho fenómeno es una de las diversas amenazas acumulativas para el medio ambiente oceánico[108], el Secretario General, en su Informe de 2017 sobre los océanos y el derecho

[107] Véase: SCOTT, K.N., "Ocean Acidification and Sustainable Development Goal 14: A Goal but No Target?", en NORDQUIST, M.H., NORTON MOORE, J., LONG, R. (Eds.), *The Marine Environment and United Nations Sustainable Development Goal 14*: *Life below Water*, Brill Nijhoff, Boston, 2018.

[108] ASAMBLEA GENERAL, Informe sobre la labor realizada en la 18ª reunión del Proceso Abierto de Consultas Oficiosas de las Naciones Unidas sobre los Océanos y el Derecho del Mar, A/72/95, 16 de junio de 2017, para. 21. Es importante señalar que la acidificación de los océanos no es el único factor estresante que sufre el ecosistema marino. El calentamiento de los océanos, la sobrepesca, la contaminación marina y la desoxigenación actuarán sinérgicamente con la acidificación, agravando los efectos perjudiciales para dicho ecosistema.

del mar, ha destacado la necesidad de crear sinergias y de conectar los instrumentos jurídicos con mandatos relacionados con el cambio climático, los océanos y el desarrollo sostenible para hacer frente a los efectos de la acidificación[109].

En este sentido, hay que tener en cuenta que la adopción de las medidas jurídico-políticas para frenar la acidificación se torna compleja, debido a que se pueden apreciar distintos sectores jurídicos del derecho internacional implicados al respecto, tales como la protección de la atmósfera, el cambio climático, el derecho del mar, la contaminación marina, la protección medioambiental o la protección de la diversidad biológica[110]. Esta situación hace compleja su articulación jurídica y por ello son escasos los trabajos que se han ocupado del impacto jurídico de la acidificación.

De hecho, algunos autores establecen que la acidificación de los océanos es una cuestión sometida a un complejo de regímenes ("*regime complex*"), es decir, un conjunto de regímenes jurídicos específicos, que pertenecen al mismo dominio de la cuestión o área espacialmente definida, y que interactúan entre sí en el sentido de que el funcionamiento de cada uno afecta al rendimiento de los demás[111]. Otros autores califican el marco jurídico regulador de la acidificación como un "orden policéntrico", puesto que "incluye la relación de autoorganización entre muchos centros de toma de decisiones que son formalmente independientes entre sí"[112]. De hecho, según Galaza, Crona[113] y Stephens[114], en la actualidad, la acidificación de los océanos no se aborda directamente en ningún régimen de tratados, y se regula indirectamente mediante un

[109] ASAMBLEA GENERAL, "Los océanos y el derecho del mar", Informe del Secretario General, A/72/70, 6 de marzo de 2017, para. 50.
[110] EKSTROM, J.A., CRONA, B. I., "Institutional misfit and environmental change: a systems approach to address ocean acidification", *Science of the Total Environment,* Vol. 576, 15 January, 2017, p.600.
[111] Véase: BAIRD, R., SIMONS, M., and STEPHENS, T., "Ocean Acidification: A Litmus test for International Law", *Carbon & Climate Law Review*, Vol. 3, Issue 4, Climate change and the law of the sea, 2009, p. 459; YOUNG, O.R., "Building an international regime complex for the Arctic: current status and next steps", *The Polar Journal*, Vol. 2, Issue 2, 2012, p. 391.
[112] GALAZA, V., CRONA, B.I., et al., "Polycentric systems and interacting planetary boundaries, Emerging governance of climate change–ocean acidification–marine biodiversity", *Ecological Economics*, Vol. 81, 2012, p. 21.
[113] Por ejemplo, los profesores Ekstrom y Crona consideran que la acidificación de los océanos ha sido considerada "como una nota al pie de página en la elaboración de la normativa sobre cambio climático, tanto a nivel internacional como nacional". EKSTROM, J.A., CRONA, B. I., "Institutional misfit and environmental change: a systems approach to address ocean acidification", *Science of the Total Environment,* Vol. 576, 15 January, 2017, p. 600
[114] STEPHENS, T., "Ocean acidification", en RAYFUSE, R. (Ed.), *Research Handbook on International Marine Environmental Law*, Edward Elgar Publishing, Massachusetts 2015, p. 436.

surtido descoordinado de tratados medioambientales e instrumentos de derecho indicativo. Según Downing, "el reto de detener los efectos negativos del fenómeno no sólo existe en sí mismo, sino también a la hora de abordar y navegar por las diversas normas y políticas internacionales que se solapan en relación con la cuestión. El régimen del cambio climático, varios regímenes de contaminación marina, el Convenio sobre la Diversidad Biológica y algunos acuerdos regionales podrían aplicarse a la acidificación de los océanos, aunque a distintos niveles"[115].

Stephens considera que la acidificación de los océanos no se define ni se menciona en ningún instrumento jurídico internacional vinculante, pero que, sin embargo, es un problema ambiental transfronterizo relevante que puede analizarse, en distintos grados, a través de una serie de regímenes ambientales. En su trabajo, este autor analiza a este respecto algunos regímenes de tratados que pueden ser aplicados, con sus fortalezas y debilidades, para abordar la acidificación de los océanos, a saber: el régimen del cambio climático, con la Convención de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) o el Acuerdo de París, otros regímenes de contaminación atmosférica en relación con la lluvia ácida, regímenes de control de la contaminación marina, como la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR), el Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias de 1972, o el Convenio Internacional para prevenir la contaminación por Buques de 1973, y regímenes de conservación de la biodiversidad, como el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) de 1992, entre otros[116].

Si cada grupo de tratados se denomina "régimen", puede decirse que la acidificación de los océanos es abordada por tres regímenes distintos, a saber, el régimen del cambio climático, el régimen de la protección del medio marino y el régimen de protección de la diversidad biológica[117].

---

[115] DOWNING, Y., "Ocean Acidification and Protection under International Law from Negative Effects: A Burning Issue amongst a Sea of Regimes?", *Cambridge Journal of International and Comparative Law,* Vol.2, No. 2, 2013, p. 250.

[116] STEPHENS, T., "Ocean acidification", en RAYFUSE, R. (Ed.), *Research Handbook on International Marine Environmental Law*, op.cit. pp.436-437.

[117] TANAKA, Y., *The International Law of the Sea*, Third Edition, Cambridge University Press, Cambridge, 2019, p. 394. Así pues, hay tres instrumentos jurídicos universales principales con implicación directa a este respecto: la CMNUCC de 1992, junto con los tratados de desarrollo, que fijan un marco universal para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y adaptarse al cambio climático; la CNUDM de 1982,

En este sentido, la acidificación de los océanos se encuentra en una zona de penumbra jurídica internacional y sus causas y consecuencias están reguladas de forma periférica (o potencialmente reguladas) por múltiples regímenes. Sin embargo, no existe (ni es probable que exista) un régimen general que aborde las causas sistémicas subyacentes de la acidificación de los océanos. Atendiendo a ello, Stephens considera que "aunque el régimen del cambio climático es el principal ámbito en el que puede abordarse la acidificación de los océanos, está claro que no es el único régimen de tratados relevante y que una respuesta jurídica eficaz e integrada requerirá intervenciones a través del amplio mosaico de regímenes medioambientales"[118]. De hecho, abordar la acidificación de los océanos únicamente en el marco del régimen del cambio climático también podría limitar el abanico de posibles respuestas jurídicas disponibles, siendo probable que las soluciones tornen más eficaces si se llevan a cabo en combinación con otros foros intergubernamentales[119].

En la misma línea, Scott establece que el panorama normativo de la acidificación de los océanos puede describirse como un complejo de regímenes, que están superpuestos pero no integrados; en este sentido, considera que, en relación a dicha acidificación, se aplicarían los regímenes para la protección de la atmósfera, los océanos, y la biodiversidad[120]. Al igual que Stephens, Scott mantiene que la acidificación de los océanos es un problema simultáneo al cambio climático, y que la reducción de las emisiones de CO2 es esencial para la mitigación de ambas amenazas, por lo que el régimen del cambio climático es el mejor situado para asumir el liderazgo institucional en la respuesta a la acidificación de los océanos[121]. Así, se plantea la necesidad de que la comunidad internacional fije un único límite superior para la concentración atmosférica de CO2 que se ajuste tanto a los objetivos de mitigación del cambio

que exige a los Estados partes que mitiguen la contaminación de los océanos a través de sus obligaciones contenidas en la Parte XII; y el CDB de 1992, que establece objetivos y requerimientos para que las partes conserven la biodiversidad. El análisis de estos instrumentos, y su relación con la acidificación, se llevará a cabo a lo largo de este trabajo.

[118] STEPHENS, T., "Ocean acidification", en RAYFUSE, R. (Ed.), *Research Handbook on International Marine Environmental Law*, op.cit., p. 449.

[119] GORDON, J., "The Legal implications of Ocean Acidification: Beyond the climate change regime", en HARRIS, P.G. (Ed.), *Routledge Handbook of Marine Governance and Global Environmental Change*, Routledge, New York, 2022., p. 39.

[120] SCOTT, K.N., "Ocean Acidification and Sustainable Development Goal 14: A Goal but No Target?", op.cit., p. 324.

[121] Ibídem, p. 339.

climático, como a los de la acidificación de los océanos. En un informe para la preparación de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible (Río+20) de junio de 2012 ya se expresó apoyo a esta propuesta: "Las negociaciones en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), deben tener en cuenta no sólo el efecto del aumento de los niveles de dióxido de carbono atmosférico en el balance de radiación de la Tierra, sino también los impactos negativos sobre la química de los océanos. Los resultados de estos análisis deberían servir de base para fijar objetivos y calendarios de reducción [del dióxido de carbono] mediante la transición a una producción de energía con bajas emisiones de carbono"[122].

Sin embargo, la realidad es que la acidificación de los océanos es considerada, por otros autores, como la "gemela descuidada"[123] del cambio climático, en el sentido de que la atención política se ha centrado sobre todo en el cambio climático y otros desafíos ambientales, como la contaminación plástica del océano, aunque como se ha explicado anteriormente, cada vez más el reto de reducir la acidificación está emergiendo en la agenda internacional. La percepción de la acidificación oceánica como una amenaza paralela al cambio climático, en lugar de un resultado del mismo, proporciona una explicación para la falta de políticas y acciones suficientes[124]. Otros

[122] Véase: IOC/UNESCO, IMO, FAO, UNDP, "A Blueprint for Ocean and Coastal Sustainability", An inter-agency paper towards the preparation of the UN Conference on Sustainable Development (Rio+20), Paris, 2011, p. 32, disponible en: *https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/interagency_blue_paper_ocean_rioPlus20.pdf*

[123] Véase: GORDON, J., "The Legal implications of Ocean Acidification: Beyond the climate change regime", en HARRIS, P.G. (Ed.), *Routledge Handbook of Marine Governance and Global Environmental Change*, Routledge, New York, 2022.

La falta de tratamiento normativo a tal respecto significa que el asunto de la acidificación de los océanos ha sido en gran medida ignorada a lo largo del régimen sobre el cambio climático fijado con los auspicios de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático de 1992, entendiendo que entre los objetivos fijados para la adaptación y mitigación del cambio climático, y los objetivos de reducción o mitigación de la acidificación oceánica, éstos últimos parecen ser de menor importancia en comparación con los primeros. Asimismo, hay que recordar que el instrumento jurídico más reciente del régimen del cambio climático, el Acuerdo de París, está enfocado sobre todo en objetivos térmicos de reducción de las temperaturas globales, como explicaremos en posteriores apartados de este trabajo, pero no introduce obligaciones cuantificadas de reducción de las emisiones de CO2 entre los Estados.

[124] GALDIES, C., TILLER, R., MARTINEZ ROMERA, B., "Global Ocean Governance and Ocean Acidification", en FILHO, W.L., AZUL, A.M., et al. (Eds.), *Life Below Water*, Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals, Springer, 2022, p. 427.

autores entienden que la regulación de la acidificación "cae en las grietas"[125] de la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar y la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

1.5. LA NECESIDAD DE UNA RESPUESTA INTEGRADA PARA EL TRATAMIENTO JURÍDICO DE UN PROBLEMA SISTÉMICO

Atendiendo a lo anteriormente expuesto, el desafío para la comunidad internacional es, por tanto, la creación de vínculos y conexiones significativas entre estos regímenes para abordar eficazmente la acidificación de los océanos[126], desafío que vienen remarcando tanto la Asamblea General, como el Secretario de Naciones Unidas en sus resoluciones e informes.

En este sentido, hay que tener en cuenta que el desarrollo de áreas específicas o regímenes en el derecho internacional, como el derecho del mar o el régimen del cambio climático, es una manifestación de la fragmentación del derecho internacional[127]. Como ha señalado la Comisión de Derecho Internacional (CDI), la naturaleza fragmentada del derecho internacional puede plantear el riesgo de generar normas, principios y prácticas institucionales que entren en conflicto o sean incompatibles[128], pero también tiene el potencial de fortalecer su capacidad de respuesta al contexto normativo[129]. En el caso de la acidificación de los océanos, los regímenes jurídicos universales que pueden aplicarse se encuentran superpuestos, pero no integrados en relación con la reducción efectiva de este fenómeno. A tal respecto, no hemos encontrado -como se expondrá posteriormente en los siguientes capítulos- en los instrumentos jurídicos analizados, la incorporación de objetivos cuantitativos asociados a la mitigación de la acidificación. Por tanto, la acidificación de los océanos como fuente de contaminación marina y amenaza

[125] Véanse: ORAL, N., "Ocean acidification: falling between the legal cracks of UNCLOS and the UNFCCC?", *Ecology Law Quarterly*, Vol. 45, No. 1, 2018; HARROULD-KOLIEB, E.R., "The UN Convention on the Law of the Sea: A governing framework for ocean acidification?", *Review of European, Comparative & International Environmental Law,* 2020.

[126] Véase: GALDIES, C., TILLER, R., MARTINEZ ROMERA, B., "Global Ocean Governance and Ocean Acidification", op.cit., pp. 421-430.

[127] PAUWELYN, J., "Fragmentation of international law", en WOLFRUM, R. (Ed.), *Max Planck Encyclopedia of Public International Law*, Oxford University Press, 2006, para. 2.

[128] COMISIÓN DE DERECHO INTERNACIONAL, "Fragmentación del derecho internacional: dificultades derivadas de la diversificación y expansión del derecho internacional", A/CN.4/L.682, 13 de abril de 2006, para. 14.

[129] Ibídem, para. 492.

para la biodiversidad marina no está sujeta, hasta ahora, a un control normativo vinculante bajo ningún régimen internacional.

Así, pues, dado que actualmente este desafío sistémico no puede ser abordado en su totalidad dentro de un único régimen jurídico, la investigación jurídica desempeña un papel importante. Desde este punto de vista, para que la aplicación de un complejo de regímenes sea eficaz en la regulación de problemas complejos, se hace necesaria la creación de conexiones y vínculos significativos entre dichos regímenes a fin de crear una red coherente de control normativo[130]. De este modo, la interpretación sistémica de los instrumentos jurídicos pertinentes a la luz de las nuevas prácticas y circunstancias es una tarea importante para los juristas; la doctrina jurídica debe desarrollar una investigación dirigida no sólo a revelar las lagunas y los conflictos resultantes de los solapamientos de regímenes jurídicos, sino también a plantear respuestas que promuevan la interacción de dichos regímenes y el fomento de sus sinergias para tratar problemas complejos y multinivel. Dado que la acidificación de los océanos es un problema medioambiental y social transfronterizo complejo, y que es difícil abordarlo eficazmente mediante un solo instrumento o régimen jurídico, es necesario investigar más la interacción entre los regímenes jurídicos que pueden ser aplicables, constituyendo el objetivo de este trabajo.

Si bien ciertos autores han sugerido la necesidad de crear un nuevo acuerdo específico y autónomo para la regulación de la acidificación a nivel global[131], lo cierto es que, compartiendo la opinión de Downing, si bien la adopción de un nuevo tratado internacional pareciera una solución obvia y adecuada, podría no obstante añadir más complejidad al asunto, dado que ya existen diversos regímenes que la doctrina ha descrito como "more or less fixtures in international law"[132]. Por consiguiente, no se empezaría "desde cero"[133] en la elaboración de un nuevo tratado al respeto. En este

[130] Véase: JAKOBSEN, I.U., et. al, "The Law of the Sea as Part of the Climate-Change Regime Complex", en JOHANSEN, E., et. al. (Eds.), *The Law of the Sea and Climate Change: solutions and constraints*, Cambridge University Press, 2021, pp. 374-385.

[131] KIM, R.E., "Is a new multilateral environmental agreement on ocean acidification necessary?", *Review of European Community & International Environmental Law*, Vol. 21, No. 3, 2012, p. 243;
GONZÁLEZ, V., "An alternative approach for addressing CO2-driven ocean acidification", *Sustainable Development Law and Policy*, Vol. 12, 2011, p. 45.

[132] BAIRD, R., SIMONS, M., STEPHENS, T., "Ocean acidification: A litmus test for international law", *Carbon & Climate Law Review*, 2009, p.463.

[133] Ibídem.

sentido, Downing aboga por lograr un sentido de integración y coordinación entre los regímenes existentes para garantizar que estos acojan la reducción de la acidificación como un aspecto central[134].

Debido a lo expuesto, se puede considerar que la acidificación de los océanos se rige, pues, por una superposición de regímenes aplicables, situación que ha creado una importante limitación estructural que impide dar una respuesta eficaz, ya que, como veremos posteriormente, ni el régimen del cambio climático, ni el del derecho del mar abordan directamente la acidificación de los océanos, ni proporcionan un conjunto claro de herramientas para hacerlo[135]. Es por ello que se requiere que existan mayores conexiones y sinergias entre dichos regímenes a fin de crear una red coherente de control normativo para abordar de forma eficaz el problema de la acidificación.

Para tratar dicho problema dentro de los marcos existentes, es necesaria una regulación polifacética[136], cuyo éxito dependerá probablemente de que se adopten medidas colectivas y armonizadas. Según Harrould, en lugar de abordar un problema complejo y polifacético a través de la regulación de sus aspectos aislados, la creación de una gobernanza multinivel puede integrar la cuestión de forma conectada y coherente[137]. La gobernanza multinivel es un marco para gestionar cuestiones complejas que implican a múltiples actores en distintos niveles de gobernanza. La acidificación de los océanos es un problema mundial causado, como vimos, por el

[134] DOWNING, Y., "Ocean Acidification and Protection under International Law from Negative Effects: A Burning Issue amongst a Sea of Regimes?", *Cambridge Journal of International and Comparative Law,* op.cit., p. 267. Si bien este autor no es partidario de la creación de un tratado autónomo para abordar la reducción de la acidificación, entendiendo que este reto ambiental tiene encaje en los regímenes existentes (sobre todo en el régimen del cambio climático), sí que considera que es necesaria la adopción de un nuevo Protocolo de desarrollo de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático para que los Estados asuman compromisos de reducción del CO2 asociados a la mitigación de la acidificación y la variación del pH del océano, para así "killing two birds with one stone". Ibídem, p. 268. Justifica su propuesta en el hecho de que el artículo 17 de la CMNUCC permite a la Conferencia de las Partes poder aprobar, en cualquier periodo ordinario de sesiones, protocolos de la Convención, como ya hizo con el Protocolo de Kioto, y que este tipo de disposición pone de manifiesto el dinamismo de la CMNUCC para responder con flexibilidad a los nuevos conocimientos y problemas climáticos. Ibídem, p. 270.

[135] Véase: FROSCH, A., *Ocean acidification: obligations under international and regional treaty law*, University of Oslo, 2018.

[136] Una regulación polifacética es un conjunto de medidas o normas que abordan múltiples aspectos de una determinada actividad, problema o situación. En lugar de enfocarse en un solo aspecto de la situación, la regulación polifacética considera varios aspectos y busca abordarlos de manera integrada.

[137] HARROULD-KOLIEB, E.R., "The UN Convention on the Law of the Sea: A governing framework for ocean acidification?", op.cit., p.3.

aumento de dióxido de carbono en la atmósfera, que es absorbido por el océano y provoca una disminución de los niveles de pH. Para hacer frente a la acidificación de los océanos se hacen, pues, necesarios enfoques de gobernanza multinivel, habida cuenta de que el problema requiere la cooperación y coordinación entre los distintos niveles de gobernanza, las organizaciones internacionales y el sector privado, en consecuencia la necesidad de mayores conexiones y sinergias entre regímenes jurídicos aplicables. Por ejemplo, durante la décima reunión de la Conferencia de las Partes del Convenio de Diversidad Bilógica, en Nagoya, los Estados señalaron la necesidad de una mayor colaboración entre la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), las Organizaciones Regionales de Ordenación Pesqueras (OROP) y otros organismos para evaluar los retos interrelacionados en torno al cambio climático, la acidificación de los océanos y la pérdida de biodiversidad marina. A tal fin, se desarrollarían una serie de procesos conjuntos y exámenes realizados por expertos para supervisar y sensibilizar a las Partes, a otros gobiernos y organismos de los efectos de la acidificación. Asimismo, se solicitó que los resultados de estas evaluaciones se transmitiesen a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático[138]. Esto es evidente a nivel internacional, donde las cuestiones marinas han estado prácticamente ausentes de la agenda internacional sobre el cambio climático. Aunque las decisiones recientes son prometedoras, la incoherencia existente crea graves problemas de coordinación en los intentos de abordar los posibles impactos futuros del cambio climático y la acidificación de los océanos. Se requiere que las organizaciones internacionales, los Estados y otros actores (como las ONG locales y las redes de investigación) realicen ajustes mutuos y armonizados en su trabajo a escala internacional, nacional y local para tratar la acidificación oceánica[139].

[138] CDB, Decisión adoptada por la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica en su décima Reunión, X/29. Diversidad biológica marina y costera, UNEP/CBD/COP/DEC/X/29, 27 de octubre de 2010, paras. 53 y 66.

[139] Véase: GALAZ, V., CRONA, B., ÖSTERBLOM, H., OLSSON, P., FOLKE, C., "Polycentric systems and interacting planetary boundaries: Emerging governance of climate change, ocean acidification, marine biodiversity", *Ecological Economics*, Vol. 81, 2012, pp. 21-32.

No obstante, este desafío todavía requiere la implementación de mejoras para alcanzar respuestas eficaces, colectivas y armonizadas. Por ejemplo, a nivel regional, podemos observar que los programas marítimos regionales y las organizaciones regionales de ordenación pesquera se encuentran en diversas etapas para responder al cambio climático y a la acidificación de los océanos[140]. A nivel nacional, por su parte, los Estados varían considerablemente su postura sobre cómo tratar la acidificación de los océanos[141], por lo que la fragmentación legal es, nuevamente, un aspecto clave, especialmente en los Estados descentralizados[142].

[140] Véase: TETZLAFF, K., "Regional seas programs and ocean acidification", en VANDERZWAAG, D.L., ORAL, N., STEPHENS, T. (Eds.), *Research Handbook on Ocean Acidification Law and Policy*, Edward Elgar Publishing, 2021, pp. 94-123.

[141] Véase, por ejemplo: GALDIES, C., et al., "European policies and legislation targeting ocean acidification in european waters: Current state", Marine Policy, Vol. 118, 2020.

[142] SMITH, K.N., "Ocean Acidification: Dealing with Uncharted Waters", *Villanova Environmental Law Journal*, Vol. 30, 2019, p. 199; HULL, E.V., "Ocean acidification: legal and policy responses to address climate change's evil twin", *Wash. J. Envtl. L. & Pol'y,* Vol. 6, 2016, p. 349.

CAPÍTULO II. LA REGULACIÓN JURÍDICA INTERNACIONAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU RELACIÓN CON LA MITIGACIÓN DE LA ACIDIFICACIÓN OCEÁNICA

Los océanos se ven especialmente afectados por dos efectos del cambio climático, a saber, la acidificación de los océanos y el calentamiento de sus aguas, de entre los cuales, nuestro trabajo se centra en el primero. Los océanos son un importante sumidero[143] de dióxido de carbono. Dicha absorción ha beneficiado a la humanidad al reducir considerablemente los niveles de gases de efecto invernadero en la atmósfera y mitigar algunos de los efectos del cambio climático. No obstante, la absorción de CO2 por los océanos está teniendo un efecto significativo en la composición química del agua de mar, que se está volviendo más ácida, proceso que se ha explicado anteriormente. A medida que incrementa el nivel de emisiones de dióxido de carbono antropógeno, los océanos absorben una mayor cantidad de éste, provocando un aumento de la acidificación de los océanos. La acidez de agua de mar ha aumentado en promedio un 30% desde el comienzo de la era industrial, y, si persisten los actuales escenarios de emisiones, se prevé que se incremente hasta niveles desorbitados para finales de este siglo. A su vez, la capacidad química de los océanos para asumir más dióxido de carbono está disminuyendo debido a la acidificación[144].

La reducción de las emisiones de CO2 es la estrategia de mitigación más obvia y eficaz para la acidificación de los océanos. El consenso científico considera que cuanto menor sea la acumulación de CO2, menor será la probabilidad de que se produzcan efectos nefastos. Así pues, en este capítulo, se pretende examinar el régimen jurídico del cambio climático, compuesto por varios instrumentos jurídicos universales, para examinar si dicho régimen contiene obligaciones pertinentes, o eficaces, entre sus normas primarias o secundarias, aplicables a la mitigación de la acidificación de los océanos, a pesar de la inexistencia de referencia expresa a la misma en sus disposiciones.

[143] Por sumidero, se entiende cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero de la atmósfera.

[144] ROLAND HOLST, R.J., "The Climate-Oceans Nexus: Oceans in the climate regime, climate in the oceans regime", en HARRIS, P.G. (Ed.), *Routledge Handbook of Marine Governance and Global Environmental Change*, Routledge, New York, 2022, pp. 28-38.

El régimen jurídico internacional del cambio climático se estructura mediante la conjunción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de 1992, como tratado fundacional y general, y el Protocolo de Kioto (1997)[145], y el Acuerdo de París (2015), como instrumentos de desarrollo[146]. Estos tres tratados se constituyen como las normas primarias del régimen y fijan un complejo sistema institucional del que emana un amplio entramado de normas secundarias[147]. Estos instrumentos no se ocupan específicamente del fenómeno de la acidificación de los océanos; sin embargo, en la medida en que el marco jurídico establecido por esos instrumentos regula las emisiones de CO2 como gas de efecto invernadero, su examen es pertinente en este capítulo.

2.1. LA ACIDIFICACIÓN DE LOS OCÉANOS COMO UN DESAFÍO EMERGENTE EN LA CONVENCIÓN MARCO DE NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Como es sabido, el objetivo de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) es "la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmosfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático" (artículo 2). Por "sistema climático", se entiende la totalidad de la atmósfera, la hidrosfera, la biosfera y la geosfera, y sus interacciones

[145] Este Protocolo ya no está en vigor, a diferencias de los otros dos instrumentos, sin perjuicio de la prórroga de sus efectos decidida por algunos Estados Partes. Así pues, el 2 de octubre de 2020, 144 Estados Partes habían presentado los necesarios instrumentos de aceptación para la entrada en vigor de la denominada Enmienda de Doha para un segundo período de cumplimiento de compromisos (2013-2020) del Protocolo de Kioto. Esta enmienda se había elaborado y aprobado en la COP de Doha, Qatar, en diciembre de 2012, y tardó ocho años en ser ratificada.

[146] Todos ellos ratificados por España: Instrumento de ratificación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, realizado en Nueva York el 9 de mayo de 1992 (BOE-A-1994-2194, de 1 de febrero de 1994); Instrumento de Ratificación del Protocolo de Kioto al Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, hecho en Kioto el 11 de diciembre de 1997 (BOE-A-2005-1967, de 8 de febrero de 2005); Instrumento de ratificación del Acuerdo de París, de 12 de diciembre de 2015 (BOE-A-2017-1066, de 2 de febrero de 2017).

[147] Según Giles Carnero, la implementación de estas normas primarias y secundarias genera una compleja gobernanza climática, y, al mismo tiempo, con limitaciones para lograr compromisos con la urgencia y ambición que requiere un cambio climático ya en marca. Además, se ha optado por un sistema flexible, con un organigrama institucional reducido y de marcado carácter técnico, descartándose un tipo de institucionalización como la derivada del establecimiento de una organización internacional al respecto. Desde este punto de vista, el desarrollo jurídico del régimen del cambio climático se ha estructurado conforme al modelo de convenio marco y protocolos de desarrollo, con las ventajas e inconvenientes que puede suponer para la implementación de obligaciones climáticas efectivas. GILES CARNERO, R., *El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones*, Thomson Reuters: Aranzadi, Navarra, 2021, p. 21.

(artículo 1.3). Por tanto, en el sistema climático, se incluyen, más allá de toda duda, a los océanos. La CMNUCC parte de reconocer que el equilibrio atmosférico resulta de una compleja interacción en la que participan las emisiones de gases de efecto invernadero, pero también la capacidad de los depósitos para almacenar estos gases, y de los sumideros como procesos o actividades para absorber los gases de efecto invernadero.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede afirmar que no es el nivel de emisión de gases de efecto invernadero lo que se pretende controlar con la acción internacional, sino su nivel de inmisión, esto es, el nivel de permanencia en la atmósfera teniendo en cuenta los complejos sistemas naturales de depósito y absorción[148]. Ello supone un objetivo fijado a escala planetaria y desde una perspectiva ecosistémica (donde quedan integrados los océanos). Ahora bien, en la CMNUCC no se especificó lo que debía considerarse como "interferencias antropógenas peligrosas" (según el artículo 2). Entre las definiciones incluidas en su artículo 1, lo más aproximado que puede encontrarse para determinar su contenido es la definición de "efectos adversos del cambio climático", que se señalan como:

> "los cambios en el medio ambiente físico o en la biota resultantes del cambio climático que tienen efectos nocivos significativos en la composición, la capacidad de recuperación o la productividad de los ecosistemas naturales o sujetos a ordenación, o en el funcionamiento de los sistemas socioeconómicos, o en la salud o el bienestar humano".

De la lectura de esta última definición, se deduce que para valorar la peligrosidad de la interferencia antropógena se va a tener en cuenta tanto los efectos dañinos sobre el ecosistema natural como el impacto sobre la sociedad humana, pero no se fija una precisión respecto al umbral de interferencia que podría considerarse seguro. Esta cuestión no se precisó al no existir por aquel entonces un consenso científico sobre el nivel de seguridad requerido ante la presencia de gases de efecto invernadero en la atmósfera[149].

Posteriormente, los sucesivos informes del IPCC que se encargaron de analizar qué debía considerarse por "interferencia antropógena peligrosa", señalaron que el

[148] Ibídem, pp. 31-32.

[149] El propio preámbulo de la Convención determina que "las medidas necesarias para entender el cambio climático y hacerle frente alcanzarán su máxima eficacia en los planos ambiental, social y económico si se basan en las consideraciones pertinentes de orden científico, técnico y económico y se revalúan continuamente a la luz de los nuevos descubrimientos en la materia".

umbral de seguridad debía fijarse en mantener el aumento de la temperatura media mundial con respecto a los niveles preindustriales por debajo de 2°C, por lo que debían reducirse las emisiones de gases de efecto invernadero para permitir su consecución, a lo que se añadió que, hacia una mayor seguridad, convendría que el aumento de la temperatura media mundial se limitase a los 1,5°C[150]. A partir de la publicación de estos datos en las sucesivas Conferencias de las Partes (COP por sus siglas en inglés), se precisó que el objetivo de la CMNUCC debía entenderse en lo referente a asegurar la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, a un nivel que impida un aumento de la temperatura media global por encima de los 2°C con respecto a los niveles preindustriales, y avanzar hacia la consideración de que ese límite pudiera reducirse a 1,5°C.

Este objetivo no parece ser idóneo para frenar la acidificación, ya que el cambio químico del pH de las aguas marinas no es resultado del aumento de las temperaturas globales. De tal modo, esfuerzos para cumplir ese objetivo podrían dar lugar previsiblemente a vías de emisión que limitasen el aumento de la temperatura, pero sin evitar los peligrosos impactos de la acidificación de los océanos[151]. Además, aunque se ha defendido que la CMNUCC refleja un enfoque holístico desde la perspectiva ecosistémica (lo que, como vimos, incluye a los océanos como parte del sistema climático), dicha Convención tiene una orientación principalmente atmosférica, que no se relaciona necesariamente con la adopción de medidas concretas para mitigar el fenómeno de la acidificación[152].

En esta línea, dado que las emisiones excesivas de CO2 de origen antropogénico son la causa de la acidificación de los océanos, los expertos se preguntan si la mitigación

[150] IPCC, *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC, Geneva, Switzerland, 2008, pp.18-21. En la COP15 de 2009, se manifestó la voluntad política de actuar frente al cambio climático, "para alcanzar el objetivo último de la Convención de estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera en un nivel que evite una interferencia antropógena peligrosa en el sistema climático, teniendo en cuenta la opinión científica de que el aumento de la temperatura mundial debería permanecer por debajo de 2 °C". Decision 2/CP.15, Copenhagen Accord, FCCC/CP/2009/11/Add.1, paras. 1 y 2, disponible en: *https://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/11a01.pdf*.

[151] SCOTT, K. N., "Ocean acidification and sustainable development goal 14: Goal but No target?", en NORDQUIST, M.H., MOORE, J.N., LONG, R. (Eds.), *The marine environment and United Nations Sustainable Development Goal 14*, Brill Nijhoff, Leiden, 2018, pp. 323-341.

[152] RAKHYUN E. K., "Is a New Multilateral Environmental Agreement on Ocean Acidification Necessary?", *Review of European Community & International Environmental Law*, Vol. 21, No. 3, pp. 243-258.

de la acidificación encajaría eficientemente en el objetivo de la CMNUCC[153]. Algunos autores entienden que es posible que el objetivo del régimen de la CMNUCC, tal como se adoptó en el artículo 2, no sea adecuado para responder a dicha acidificación de los océanos y por ello sería necesario establecer un objetivo separado, como el desarrollo de un objetivo de equilibrio de pH específico para la acidificación de los océanos[154]. De hecho, el pH ácido de los océanos, consecuencia del proceso de acidificación, sí que puede considerarse como "efecto adverso del cambio climático", según lo estipulado en el artículo 1 de la CMNUCC, ya que condiciona la dinámica y el desarrollo natural del ecosistema marino y tiene efectos nocivos para la productividad derivada de dicho ecosistema, repercutiendo ello en la sociedad humana[155].

Por consiguiente, aunque los océanos son parte del sistema climático, la cuestión clave que se plantea es si la acidificación de éstos se debería incluir en la medición de las interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático[156], vista la perspectiva térmica y atmosférica que se ha tomado para delimitar el umbral de tal concepto.

Según el sistema actual de la CMNUCC, el papel principal de los océanos es el de vía de mitigación del cambio climático[157]. Así, mientras se entiende que el artículo 2 abarcaría la acidificación de los océanos, la mayoría de las disposiciones sustantivas de la Convención no lo hacen. Esto parece crear ambigüedad en la CMNUCC con respecto a la acidificación de los océanos, por lo que no está claro en qué medida se deben

[153] BAIRD, R., SIMONS M., STEPHENS T., "Ocean Acidification: A Litmus Test for International Law", *Carbon & Climate Law Review*, Volume 3, Issue 4, 2009, p.463.
[154] ORAL N., "Ocean Acidification: Falling Between the Legal Cracks of UNCLOS and the UNFCCC?", *Ecology Law Quarterly*, Vol. 45, 2018, p. 15.
[155] A tal respecto, Downing considera que la creciente evidencia científica sobre los peligrosos efectos de la acidificación oceánica puede promover el reconocimiento del hecho de que la disminución del pH oceánico, que daría lugar a un aumento de la acidez, constituya una interferencia antropogénica peligrosa en el sistema climático a los efectos de la Convención. DOWNING, Y., "Ocean Acidification and Protection under International Law from Negative Effects: A Burning Issue amongst a Sea of Regimes", *Cambridge Journal of International and Comparative Law* 2(2), 2013, p. 251.
[156] Ibídem.
[157] De hecho, la única referencia que la Convención hace a la protección de los océanos es relativa a su función como sumideros de CO2. En este sentido, la Convención establece que: "Todas las Partes, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas […] deberán […] promover la gestión sostenible y promover y apoyar con su cooperación la conservación y el reforzamiento, según proceda, de los sumideros y depósitos de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, inclusive la biomasa, los bosques y los océanos, así como otros ecosistemas terrestres, costeros y marinos" (artículo 4.1 d). Como se puede apreciar, en el compromiso enunciado por el artículo 4d de la Convención, se hace caso omiso sobre los efectos del CO2 en los océanos.

considerar los cambios químicos del océano en su implementación. Además, aunque la mitigación de las emisiones de dióxido de carbono es fundamental para reducir el cambio climático antropogénico, así como la acidificación de los océanos, en el marco de este régimen actual de cambio climático, el umbral térmico también podría lograrse centrándose en la reducción de otros gases de efecto invernadero distintos del dióxido de carbono[158].

A lo anterior, hay que añadir también que en la CMNUCC, no se incluyeron obligaciones específicas y cuantificadas de limitación y reducción de los gases de efecto invernadero. Así, algunos autores sostienen que la posible opción de reducir el cambio climático mediante la mitigación de otros gases de efecto invernadero distintos del dióxido de carbono, además de la inexistencia de obligaciones cuantificadas de reducción, plantea dudas en cuanto a la capacidad de la CMNUCC para proporcionar, como marco, la base jurídica necesaria para abordar la acidificación de los océanos[159].

2.1.1. La acidificación de los océanos como un efecto adverso del cambio climático e indicador de interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático

Describir el cambio climático como algo que abarca los impactos térmicos en el sistema climático y enmarcar los impactos químicos como un problema separado, ha dado como resultado que la reducción de la acidificación de los océanos sea considerada como una cuestión al margen de los objetivos del régimen jurídico internacional del cambio climático. Nosotros mantenemos una posición crítica a este respecto por los motivos que exponemos a continuación.

Entendemos, en primer lugar, que conforme a lo dispuesto en los artículos 1 y 2 de la CMNUCC, así como en los informes del IPCC al respecto[160], se producen interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático cuando el nivel de

[158] HARROULD-KOLIEB, E. R., "Ocean acidification and the UNFCCC: Finding legal clarity in the twilight Zone", *Washington Journal of Environmental Law and Policy*, Vol. 6, Issue 2, 2016, pp. 627-628. El metano, por ejemplo, tiene un potencial de calentamiento global que es setenta y dos veces superior al de la cantidad equivalente de dióxido de carbono. Sin embargo, la reducción de metano por sí sola no reduciría la acidificación de los océanos resultante de la absorción de las emisiones de CO2. Véase: IPCC, Climate Change 2007. The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, 2007, p. 212.

[159] BAIRD, R., SIMONS M., STEPHENS T., "Ocean Acidification: A Litmus Test for International Law", *Carbon & Climate Law Review*, Volume 3, Issue 4, 2009, p. 464.

[160] Véase: IPCC, "El océano y la criosfera en un clima cambiante, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático", Resumen para responsables de políticas, Suiza, 2019, pp. 7, 10, 11, 16, 22, 25.

concentración de los gases efecto invernadero en la atmósfera rompe el equilibrio natural de dicho sistema climático, viéndose amenazada la producción de alimentos derivados de la naturaleza, y no posibilitándose un desarrollo económico de forma sostenible. Estos hechos se pueden apreciar ya con el nivel de interferencia negativa que el CO2 absorbido por los océanos está provocando en el ecosistema marino. Por tanto, aunque el umbral de seguridad se haya fijado en la limitación térmica, ello no es óbice para no concebir la acidificación de los océanos como un efecto adverso del cambio climático y como una interferencia antropógena peligrosa en el sistema climático.

En este sentido, en segundo lugar, y a la luz de la interpretación proporcionada por el IPCC en torno a qué debe entenderse por cambio climático (que explicaremos en los siguientes párrafos), entendemos que no sólo debieran tenerse en cuenta los impactos térmicos en la variabilidad del clima, sino, también, las interferencias químicas en las interacciones naturales del sistema climático de acuerdo con el objeto y fin de la CMNUCC (impedir interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático).

El sistema climático se define en la Convención como "la totalidad de la atmósfera, la hidrosfera, la biosfera y la geosfera y sus interacciones". La acidificación de los océanos se produce como resultado de las interacciones entre la atmósfera y la hidrosfera (océano); afecta tanto a la hidrosfera como a la biosfera (plantas y animales); y altera las interacciones entre la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera a través de mecanismos de retroalimentación. Dado que la reducción de la acidificación debe ser incluida dentro de las obligaciones generales establecidas por los artículos 2 y 3.1 de la CMNUCC para proteger el sistema climático[161], las Partes tienen el deber de considerar la acidificación de los océanos en su implementación de la Convención.

En tal sentido, conviene clarificar qué se entiende por cambio climático, dado que la mayoría de las disposiciones sustantivas de la Convención, incluidos los compromisos básicos establecidos en su artículo 4, así como algunos de los principios

[161] Véanse: HARROULD-KOLIEB, E. R., "Ocean acidification and the UNFCCC: Finding legal clarity in the twilight Zone", *Washington Journal of Environmental Law and Policy*, Vol. 6, Issue 2, 2016, pp. 612-632; HARROULD-KOLIEB, E. R., "(Re)Framing ocean acidification in the context of the United Nations Framework Convention on climate change (UNFCCC) and Paris Agreement", *Climate Policy*, Vol. 19, Issue 10, 2019, pp. 1225-1238.

del artículo 3, se refieren a "combatir, prevenir y minimizar el cambio climático"[162]. Sobre esta cuestión, la literalidad del artículo 1.3 de la CMNUCC establece que por "cambio climático" se entiende:

> "un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmosfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables".

Según el IPCC, el concepto cambio climático hace referencia a un cambio en el estado del clima que puede identificarse (por ejemplo, mediante el uso de pruebas estadísticas) por los cambios en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, normalmente décadas[163]. En esta definición, la palabra clave es clima (por la alusión a "cambio en el estado del clima"). Siguiendo de nuevo el glosario de términos elaborados por el IPCC, "el clima, en sentido estricto, suele definirse como la descripción estadística, en términos de media y variabilidad, de magnitudes relevantes a lo largo de un periodo de tiempo. Las mediciones suelen centrarse en la variabilidad de la temperatura"[164]. En un sentido más amplio, "el clima es el estado, incluida una descripción estadística, del sistema climático"[165].

A la luz de lo indicado, se puede entender que hay dos formas científicamente defendibles de interpretar el concepto de clima y, por ende, del cambio climático en el marco de la CMNUCC: la primera sugiere que el cambio climático es un cambio en el clima promedio, y abarcaría sobre todo los impactos térmicos de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sistema climático; la segunda, más amplia, defiende que el cambio climático es un cambio en el estado del sistema climático, más allá de los impactos térmicos. Dicha segunda interpretación más amplia del cambio climático incluiría los cambios en la química del océano que resultasen de una alteración de la

[162] Artículo 3.3 de la CMNUCC: "Las Partes deberían tomar medidas de precaución para prever, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos. Cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, no debería utilizarse la falta de total certidumbre científica como razón para posponer tales medidas, teniendo en cuenta que las políticas y medidas para hacer frente al cambio climático deberían ser eficaces en función de los costos a fin de asegurar beneficios mundiales al menor costo posible […]".

[163] IPCC, 2018, Annex I, Glossary, en MATTHEWS, J.B.R., et al. (Eds.), *Global Warming of 1.5°C*, Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, Cambridge University Press, Cambridge, New York, 2018, disponible en: *https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/glossary/*.

[164] Ibídem.

[165] Ibídem.

composición de la atmósfera por la actividad humana. Dado que la acidificación de los océanos es el resultado de la absorción de CO2 antropogénico por el océano desde la atmósfera, puede, pues, justificadamente entenderse como un efecto adverso del cambio climático en virtud de la Convención.

En este contexto, conviene recordar que en situaciones donde existen múltiples significados de los conceptos utilizados dentro de un tratado, la Convención de Viena sobre el derecho de los tratados de 1969[166] (CVDT) establece una serie de criterios interpretativos que pueden ayudar a determinar qué significado debe aplicarse a esos términos. Uno de ellos consiste en evaluar cuál sería el significado que se ajusta mejor al objeto y fin del tratado (artículo 31 CVDT).

El objetivo de la CMNUCC se centra en la protección del sistema climático. Así lo demuestra su objetivo final, que exige la "estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático". Esto se refleja tanto en su preámbulo, como en la obligación establecida por el artículo 3 (que enuncia principios), según la cual "las Partes deberían proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras".

Dado que el objetivo de la Convención se centra en proteger el sistema climático, consideramos que interpretar el concepto de clima como el estado del sistema climático es más consistente con el objeto de dicha Convención. Proteger el océano y el papel que juega como almacenamiento de CO2 es una condición necesaria para proteger el sistema climático. El océano forma parte del sistema climático global y en escalas de tiempo determina la concentración de CO2 en la atmósfera[167]. La acidificación de los océanos puede alterar, por tanto, la concentración atmosférica de CO2 a través de mecanismos directos (intercambio aire-mar) e indirectos (procesos biogeoquímicos)[168]. Significativamente, el aumento de la acidez puede causar una disminución drástica en

[166] Convenio de Viena sobre el Derecho de los Tratados, adoptado en Viena el 23 de mayo de 1969 (BOE-A-1980-11884, de 13 de junio de 1980).
[167] FALKOWSKI, P., SCHOLES, R. J., BOYLE, E., CANADELL, J., et. al., "The Global Carbon Cycle: A Test of Our Knowledge of Earth as a System", *Science*, Vol. 290, Issue 5490, 2000, pp. 291-296.
[168] GEHLEN, M., GRUBER, N., GANGSTO, R., BOPP, L., OSCHLIES, A., "Biogeochemical consequences of ocean acidification and feedbacks to the earth system", en GATTUSO J.P., HANSSON, L. (Eds.), *Ocean acidification*, Oxford University Press, 2011, pp. 230–248.

la capacidad del océano para absorber y almacenar CO2, lo que se traduce en una mayor acumulación de este gas en la atmósfera y en el aumento de las temperaturas globales.

En este sentido, la acidificación de los océanos amenaza con desestabilizar aún más el sistema climático, por lo que es más probable que una lectura de la CMNUCC que incluya la química oceánica cambiante cumpla mejor el objetivo de la Convención que una que la excluya de su consideración[169].

2.1.2. Las obligaciones de los Estados Partes a la luz de la evolución en la comprensión del cambio climático

La inserción del sistema climático como objeto de protección en la Convención hace considerar el océano y la atmósfera como partes indivisibles de un único sistema climático, impulsado por mecanismos de retroalimentación, por lo que el tratamiento de uno debe ser considerado al tratar con el otro. Esto sugiere que si la acidificación de los océanos hubiera sido reconocida como un problema grave en el momento de la negociación de la Convención, probablemente se habría incorporado a sus disposiciones.

No obstante, el propio texto de este tratado manifiesta explícitamente en su preámbulo que el conocimiento científico y la comprensión del cambio climático y sus impactos se desarrollarán con el tiempo, y, además, en virtud de su artículo 7.2 a)[170], esto debe ser tenido en cuenta al examinarse periódicamente las obligaciones de las Partes y los arreglos institucionales en virtud de la Convención. Así pues, los negociadores de la Convención no pretendían que el tratado se congelara en el tiempo, sino que fuera un instrumento jurídico dinámico que pudiera adaptarse y responder a la creciente comprensión del cambio climático y sus impactos adversos[171].

[169] FROSCH, A., *Ocean acidification: obligations under international and regional treaty law*, University of Oslo, 2018, pp. 13-14.

[170] Artículo 7.2 a) CMNUCC: "2. La Conferencia de las Partes, en su calidad de Órgano supremo de la presente Convención, examinará regularmente la aplicación de la Convención […]. Con ese fin: a) Examinará periódicamente las obligaciones de las Partes y los arreglos institucionales establecidos en virtud de la presente Convención, a la luz del objetivo de la Convención, de la experiencia obtenida de su aplicación y de la evolución de los conocimientos científicos y técnicos".

[171] HARROULD-KOLIEB, E. R., "(Re)Framing ocean acidification in the context of the United Nations Framework Convention on climate change (UNFCCC) and Paris Agreement", p. 1225.

Ello también es acorde con el principio de precaución, reconocido en el ámbito del derecho internacional ambiental y concretado en el artículo 3.3 de la CMNUCC, en virtud del cual:

> "las Partes deberían tomar medidas de precaución para prever, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos. Cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, no debería utilizarse la falta de total certidumbre científica como razón para posponer tales medidas, tomando en cuenta que las políticas y medidas para hacer frente al cambio climático deberían ser eficaces en función de los costos a fin de asegurar beneficios mundiales al menor costo posible".

Por lo tanto, conforme se avanza en el conocimiento científico de la acidificación, como efecto adverso del cambio climático, su combate, prevención y minimización deben ser tenidos en cuenta en las obligaciones de las Partes, de acuerdo a la CMNUCC, y en el establecimiento de arreglos institucionales para concretar acciones concretas y específicas al respecto.

2.1.3. La protección y conservación de los sumideros oceánicos en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

La CMNUCC hace referencia a los océanos en uno de sus artículos; en concreto en el artículo 4.1 d) se exige a todas las Partes:

> "promover la gestión sostenible y promover y apoyar con su cooperación la conservación y el reforzamiento, según proceda, de los sumideros y depósitos de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, inclusive la biomasa, los bosques y los océanos, así como otros ecosistemas terrestres, costeros y marinos".

Aunque esta disposición puede interpretarse como una exigencia a los Estados para que adopten medidas de conservación para proteger los océanos contra la acidificación como impacto adverso del cambio climático, hay, sin embargo, diferentes opiniones al respecto. Baird, Simons y Stephens opinan que el artículo 4.1 d) se centra en la mitigación del cambio climático a través de la mejora de la absorción pasiva de dióxido de carbono antropogénico a través del océano, e incluso sostienen que este artículo puede interpretarse como un fomento del secuestro activo de dióxido de carbono en los océanos[172]. Por otro lado, Harrould ve la posibilidad de que el artículo

[172] BAIRD, R., SIMONS M., STEPHENS T., "Ocean Acidification: A Litmus Test for International Law", op.cit., p. 464.

4.1 d) fije una obligación de proteger los ecosistemas marinos y el océano de la acidificación[173].

En todo caso, si los océanos han alcanzado su nivel máximo de saturación en la absorción de dióxido de carbono atmosférico, una lectura lógica del artículo 4.1 d), a la luz del objeto y propósito de la CMNUCC, implicaría que existe la obligación de las Partes de tomar medidas adecuadas para mitigar la acidificación de los océanos, incluso aunque el objetivo de dichas medidas fuese sólo restaurar su capacidad de absorción de dióxido de carbono como sumidero. El artículo mencionado de nuevo introduce una visión global de la cuestión de la conservación de los sumideros, ya que todas las Partes tienen la "obligación de cooperar" en su conservación, cualquiera que fuera el lugar en el que se situaran. Por tanto, dicha disposición proporciona la base para que todas las Partes tomen medidas, individualmente o en cooperación, para aumentar la resistencia de los océanos contra los impactos adversos del cambio climático, incluida la acidificación de los océanos[174]. Cómo conseguirlo es una cuestión abierta, ya que la CMNUCC fija una "obligación de comportamiento", que, aunque común a todas las Partes, en modo alguno establece su contenido ni medidas específicas. Algo que, en definitiva, puede entenderse es acorde a su naturaleza de Convención Marco.

Ahora bien, además de esta obligación común de comportamiento, cada una de las Partes que son Estados desarrollados, enumerados en el Anexo I de la Convención[175], también están obligadas a "adoptar políticas nacionales y tomar las medidas correspondientes de mitigación del cambio climático, limitando sus emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero y protegiendo y mejorando sus sumideros y depósitos de gases de efecto invernadero" (artículo 4.2 a). Por tanto, hay una obligación de limitación de las emisiones de gases para los Estados desarrollados,

[173] HARROULD-KOLIEB, E. R., "Ocean acidification and the UNFCCC: Finding legal clarity in the twilight Zone", op.cit., p. 630.
[174] ORAL N., "Ocean Acidification: Falling Between the Legal Cracks of UNCLOS and the UNFCCC?", *Ecology Law Quarterly*, *op.cit*., p. 18.
[175] Los Estados enumerados en el Anexo I son: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Bielorrusia, Bulgaria, Canadá, Checoslovaquia, Dinamarca, España, Estados Unidos de América, Estonia, Federación Rusa, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Japón, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Noruega, Nueva Zelanda, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, Rumanía, Suecia, Suiza, Turquía, Ucrania.

enumerados en el Anexo I[176], que se relaciona con la debida protección de los sumideros. No obstante, se trata de una previsión de la que no derivan tampoco obligaciones cuantificadas de limitación o reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, o de mantenimiento o promoción de sumideros, pero que pretende incidir en el fomento de una actuación nacional que redunde en el objetivo compartido de mitigación de este fenómeno.

En virtud de su naturaleza de Convención Marco, las Partes han seguido debatiendo qué medidas son necesarias para cumplir sus compromisos y han adoptado una serie de medidas adicionales para desarrollar sus obligaciones jurídicas internacionales en el ámbito de la Convención. La acidificación de los océanos se reconoció por primera vez en el régimen del cambio climático en 2005, bajo los auspicios del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (OSACT), donde se incluyó en una propuesta del Reino Unido en nombre de la Unión Europea. En ella, se señalaba "el impacto potencial y significativo de la acidificación oceánica en la biótica marina por la absorción de dióxido de carbono de la atmósfera"[177], por lo que se reconocía "la importancia de las mediciones oceánicas para validar los modelos climáticos, proporcionar condiciones de partida para la predicción climática a escala temporal, estacional a decenal, y evaluar el papel del océano en el ciclo del carbono"[178].

[176] La CMNUCC basó la totalidad del sistema de compromisos que estableció en la diferenciación, prioritaria, entre Partes que eran Estados desarrollados y en vías de desarrollo, correspondiendo a los primeros el mayor esfuerzo en la acción climática. Esta aproximación no impidió, aun así, el reconocimiento de algunas obligaciones que serían comunes para todas las Partes en este tratado. En el ámbito de la mitigación del cambio climático, la Convención incluyó una serie de obligaciones dirigidas a todas las Partes, y que, por tanto, se configuraron como comunes. Asimismo, se añadieron otras a las que se comprometieron únicamente las Partes incluidas en el Anexo I, concretándose, de esta forma, el mandato de que los Estados desarrollados asumieran una mayor carga en la mitigación del cambio climático.

[177] SUBSIDIARY BODY FOR SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL ADVICE, Twenty-third session Montreal, 28 November to 6 December 2005, "Views on the report on progress made towards implementing the initial ocean climate observing system, and on the final report on the analysis of data exchange issues in global atmospheric and hydrological networks", FCCC/SBSTA/2005/Misc.15, p. 8, disponible en: *https://unfccc.int/documents/4009*

[178] Ibídem.

Posteriormente, en 2009, la acidificación de los océanos fue abordada por el Grupo de Trabajo Especial sobre la cooperación a largo plazo en el marco de la Convención, donde se señaló, en nombre de la Alianza de Pequeños Estados Insulares (AOSIS por sus siglas en inglés), como motivo para adoptar medidas más ambiciosas y urgentes. La presentación incluía aportaciones sobre el texto de negociación revisado, y proponía la inclusión de un nuevo texto en el que se afirmara que para alcanzar el objetivo último de la Convención, la visión compartida de la acción cooperativa requería prevenir la degradación

Desde entonces, la acidificación de los océanos ha aparecido en una serie de debates del OSACT, y ha sido reconocida como una cuestión emergente de relevancia para la CMNUCC y una necesidad prioritaria de investigación en el marco de la Convención[179].

A este respecto, la Convención establece una institución internacional, la Conferencia de las Partes (COP), que proporciona un foro para debatir y revisar el marco jurídico a la luz de la evolución de los conocimientos científicos y tecnológicos. El OSACT, antes mencionado, es la vía principal a través de la cual la COP recibe información y orientación científica y técnica sobre cuestiones de relevancia para la Convención. De hecho, las COP de la CMNUCC pueden crear obligaciones para los Estados Parte de la Convención y adoptar resoluciones que interpreten las disposiciones de la Convención. Precisamente, en el marco de estas COP, se han tenido en consideración los efectos de la acidificación de los océanos por las emisiones de CO2 en la atmósfera. Así, por ejemplo, en la Conferencia de las Partes de la CMNUCC de 2016 (COP22), el océano fue designado como uno de los nueve Eventos de Acción Climática Global. Los Estados Partes de la CMNUCC también adoptaron *A Strategic Action Roadmap on Oceans and Climate: 2016-2021*, en la que se establecen seis recomendaciones políticas relacionadas con el papel de los océanos en el clima. En 2017, en la COP 23, se puso en marcha the *Oceans Pathway Partnership*, que respaldó una estrategia para aumentar la consideración de los océanos en los procesos de la CMNUCC y aumentar la acción política en las áreas prioritarias[180]. El propio IPCC ha elaborado, en 2019, un informe dedicado a la atención de los océanos y los efectos de la acidificación en el sistema

medioambiental, así como los daños a los ecosistemas marinos derivados de la acidificación de los océanos.

Estas referencias no aparecieron en el texto de negociación. Sin embargo, fue en este foro donde se debatió sobre la acidificación de los océanos como un fenómeno de aparición lenta que debía tenerse en cuenta en relación con las pérdidas y daños que pudieran sufrir los Estados en desarrollo. Véase: Informe del Grupo de Trabajo Especial sobre la cooperación a largo plazo en el marco de la Convención acerca de su séptimo período de sesiones, celebrado en Bangkok del 28 de septiembre al 9 de octubre de 2009 y en Barcelona del 2 al 6 de noviembre de 2009, FCCC/AWGLCA/2009/14, disponible en: *https://unfccc.int/documents/5937*

[179] Véase por ejemplo: SUBSIDIARY BODY FOR SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL ADVICE, Fortieth session Bonn, 4–15 June 2014, "Report on the workshop on technical and scientific aspects of ecosystems with high-carbon reservoirs not covered by other agenda items under the Convention", FCCC/SBSTA/2014/INF.1, disponible en: *https://unfccc.int/documents/8141*

[180] SCOTT KAREN, N., "Ocean Acidification", en JOHANSEN, E., BUSCH, S., JAKOBSEN, I. (Eds.), *The Law of the Sea and Climate Change: Solutions and Constraints*, Cambridge University Press, 2020, p. 116.

climático[181]. Consecuentemente, la acidificación de los océanos está siendo reconocida como una cuestión emergente de importancia para la CMNUCC y una necesidad prioritaria de investigación en el marco de la Convención.

Así pues, se puede concluir que la mitigación de la acidificación debe ser un criterio en aras de medir el éxito de los esfuerzos para combatir el cambio climático. El propósito con el que se adoptó la CMNUCC debiera garantizar la incorporación de la acidificación de los océanos en su mandato e impedir su exclusión. Además, la inclusión de la acidificación de los océanos en la estructura de trabajo del régimen del cambio climático contribuirá a garantizar que el legado de la CMNUCC sea eficaz en la "protección del sistema climático para las generaciones presentes y futuras".

2.2. EL ENFOQUE LIMITADO DEL PROTOCOLO DE KIOTO PARA FRENAR LA ACIDIFICACIÓN OCEÁNICA

Con el objetivo de dar mayor efectividad y concreción a las obligaciones de la CMNUCC, se adoptaron dos tratados: el Protocolo de Kioto (1997) y el Acuerdo de París (2015). A continuación, vamos a examinar si estos dos tratados contienen disposiciones que se podrían aplicar para reducir la acidificación de los océanos, o presentan limitaciones al respecto.

Como se estableció anteriormente, la CMNUCC no incluyó obligaciones específicas y cuantificadas de limitación y reducción de gases de efecto invernadero. Con la adopción del Protocolo de Kioto, se avanzó en un modelo de regulación basado en obligaciones cuantificadas, fijadas en el marco internacional, cuyos destinatarios eran únicamente las Partes que eran Estados desarrollados. Conforme a este tratado internacional, sólo las Partes desarrolladas[182], incluidas en el Anexo I de la CMNUCC,

[181] IPCC, "El océano y la criosfera en un clima cambiante, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático", Suiza, 2019, disponible en: *https://www.ipcc.ch/srocc/*.

[182] La CMNUCC había determinado en su Anexo I las Partes que quedarían calificadas como desarrolladas, que asumirían mayores obligaciones, y las que se consideraban en transición a una economía de mercado, y a este listado se remitió el Protocolo de Kioto en su artículo 3, para atribuirles los compromisos cuantificados de limitación y reducción de emisiones contenidos en su Anexo B. Al resto de Partes, se les atribuyó la calificación genérica de en desarrollo, de forma que no asumían compromisos de limitación o reducción de emisiones conforme al texto del protocolo. Este aspecto supone la principal característica del modelo de compromisos de mitigación del cambio climático diseñado en el Protocolo de Kioto, al tiempo que explica su limitado impacto ambiental. Con el paso del tiempo, y el mayor protagonismo como emisores de Estados calificados de en vías de desarrollo, pero con economías emergentes, un sistema que

asumirían compromisos de reducción de emisiones, medida que, a su vez, era el único tipo de acción prevista en el Protocolo para la mitigación del cambio climático. Así pues, las Partes en vías de desarrollo quedaron fuera del sistema de obligaciones para la mitigación en el marco del tratado, de forma que no asumían compromisos cuantificados de limitación o reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

En relación con lo anterior, el Protocolo asumió un enfoque determinado del principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas, en el que sólo se daba cabida a la dicotomía entre Partes desarrolladas y en vías de desarrollo[183]. A pesar de ello, por aquel entonces entre los Estados en vías de desarrollo se situaban emisores relevantes de gases de efecto invernadero, que pudieron incrementar sus emisiones durante el primer período de cumplimiento del Protocolo de Kioto (de 2008 a 2012), al no preverse limitación alguna que les fuera aplicable (como fue el caso de China). A esta crítica, puede añadirse la reflexión sobre lo limitado que puede resultar, desde el punto de vista de la eficacia ambiental, incluir un único tipo de medidas de mitigación, desaprovechando la oportunidad de actuar en otros ámbitos que pudieran aportar efectos agregados positivos[184].

Hay que destacar, además, que en el Protocolo de Kioto, no se exigía directamente la reducción de las emisiones de CO2 a las Partes, como tampoco lo hace la CMNUCC. Los Estados desarrollados enumerados en el Anexo I tenían objetivos generales de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero basados en la equivalencia de CO2 (se denominan "emisiones antropógenas agregadas, expresadas en dióxido de carbono equivalente, de los gases de efecto invernadero"), por lo que dichos Estados podían optar por no dar prioridad a la reducción de las emisiones de CO2 en favor de la reducción de las emisiones de uno o más de los otros cinco gases de efecto invernadero enumerados: gas metano (CH4), óxido nitroso (N2O), hidrofluorocarburos

no los incluía como destinatarios de obligaciones resultó ineficaz, y generó una resistencia cada vez mayor de las Partes desarrolladas.

[183] Por ejemplo, Estados Unidos, principal emisor de gases de efecto invernadero en el momento de la adopción del Protocolo de Kioto, no llegó a prestar su consentimiento al tratado pese a que había sido uno de sus principales impulsores. Al quedar las emisiones estadounidenses fuera del ámbito del tratado, y no preverse reducción alguna de las emisiones de gases de efecto invernadero de los Estados en vías de desarrollo, incluyendo las economías emergentes, la capacidad de impacto ambiental del Protocolo de Kioto quedó muy limitada desde su inicio.

[184] GILES CARNERO, R., *El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático,* op.cit*.,* pp. 121 y ss.

(HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF6). Esto es, en virtud del Protocolo de Kioto, las Partes del Anexo I podían elegir entre una cesta de seis gases efecto invernadero para cumplir sus compromisos de emisión. De hecho, esos Estados podían incluso aumentar las emisiones de CO2 siempre y cuando hubiese una reducción correspondiente de otros gases de efecto invernadero.

Este enfoque puede tener sentido para reducir el calentamiento global. No obstante, como se ha visto anteriormente, el CO2 es el principal responsable de la acidificación de los océanos. En consecuencia, la principal manera de abordar la acidificación de los océanos sería reduciendo las emisiones de CO2. Para remediar esa situación, algunos autores establecieron que era necesario adoptar un "enfoque anidado", mediante el cual se establezcan objetivos separados para el CO2 junto con los objetivos existentes para la reducción general de gases de efecto invernadero[185].

Por otro lado, complementando el artículo 4.1 (d) de la CMNUCC, como parte de su compromiso de alcanzar los compromisos cuantificados de limitación y reducción de emisiones, el artículo 2 del Protocolo exigía a cada Parte incluida en el Anexo I que aplicase políticas y medidas para la protección y el aumento de los sumideros[186] y depósitos de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal. Esto incluía un llamamiento expreso a la promoción de prácticas de gestión sostenible

[185] Véase: HARRISON, J., "Addressing the Marine Environmental Impacts of Climate Change and Ocean Acidification", en *Saving the Oceans Through Law: The International Legal Framework for the Protection of the Marine Environment*, Oxford Scholarly Authorities on International Law, 2017, pp.246-274.

[186] Así, la absorción de CO2 por los océanos se considera parte de la solución al cambio climático en el régimen climático, en lugar de una interferencia antropógena peligrosa derivada del cambio climático. Mientras que la absorción deliberada de CO2 en los océanos puede considerarse una solución para el cambio climático, puede empeorar, en cambio, la acidificación. La Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica señala que cualquier actividad de geoingeniería o macroingeniería que intente intencionadamente aumentar la absorción y el secuestro de CO2 en los océanos, agravará la acidificación de los océanos. Un estudio también observó que toda la meiofauna bentónica experimenta una elevada mortalidad cerca de los lugares de vertido de CO2, tras obtenerse mayores porcentajes de individuos muertos al final del experimento. Asimismo, el uso de ciertas tecnologías de fertilización oceánica para generar floraciones de algas puede provocar la absorción de más CO2 en el océano, lo que agravaría la acidificación. Estas medidas mencionadas serían incompatibles con el apartado 3 del artículo 3 de la CMNUCC, que exige que las Partes adopten medidas de precaución para prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático. Véanse: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Scientic Synthesis of the Impacts of Ocean Acidification on Marine Biodiversity, CBD Technical Series No. 46, 2009, p. 27; BARRY, J. P., et al., "Effects of direct ocean CO2 injection on deep-sea meiofauna", *Journal of Oceanography*, Vol. 60, 2004, pp. 759-766; VIDAS, D., SCHEI, P.J. (Eds.), *The World Ocean in Globalisation: Climate Change, Sustainable Fisheries, Biodiversity, Shipping, Regional Issues*, Brill, 2011, pp.165-186.

de los bosques, la forestación y la reforestación[187], aunque el Protocolo no hacía mención expresa a los océanos, a diferencia de la CMNUCC[188].

Por otra parte, el Protocolo de Kioto se diseñó como un instrumento que se desarrollaría en fases sucesivas a través de la aprobación de períodos de cumplimiento[189]. El primer período comprendía del año 2008 al 2012, y con antelación a su finalización, tendría que negociarse en el seno de la Conferencia de las Partes (en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kioto) un nuevo periodo de 2013 a 2020, con suficiente antelación para que no se produjera ningún vacío entre ambos períodos. El Protocolo fue enmendado y prorrogado tras prolongadas negociaciones en 2012 en la reunión de las Partes celebrada en Doha[190]. Para el segundo periodo de cumplimiento, la Enmienda de Doha[191] fijó un porcentaje de reducción en un 18%. Sin embargo, este objetivo de reducción fue limitado en la medida en que el número de Partes del Anexo I había disminuido respecto al primer período, al no haber prestado su consentimiento al nuevo conjunto de obligaciones de reducción. De hecho, fue en 2020, habiendo terminado el segundo período de cumplimiento, que se alcanzaron las ratificaciones necesarias para que la Enmienda entrase en vigor (en concreto, se exigían 144 ratificaciones)[192].

Por tanto, se puede afirmar que el Protocolo de Kioto no proporcionaba una base sólida para abordar la acidificación de los océanos. En primer lugar, porque sólo incluía un modesto objetivo de lograr una reducción agregada de apenas un 5% de las emisiones de los gases de efecto invernadero, en comparación con los niveles de 1990, para las Partes incluidas en el Anexo I de la CMNUCC y en el Anexo B del Protocolo en su primer período de cumplimiento. En segundo lugar, porque esa obligación cuantificada de reducción podría lograrse a través de la reducción de las emisiones de

[187] Artículo 2.1 ii) del Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
[188] Artículo 4.1 d) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
[189] Según el artículo 3.1 del Protocolo, este tratado tenía una vigencia limitada de cuatro años, que terminaba el 31 de diciembre de 2012. Fue enmendado y prorrogado por un segundo período, de 2013 a 2020, tras prolongadas negociaciones en 2012 en la Reunión de las Partes celebrada en Doha.
[190] Véase: UN Framework Convention on Climate Change, Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol on its eighth session, held in Doha from 26 November to 8 December 2012, FCCC/KP/CMP/2012/13/Add.1, 28 February 2013.
[191] En la Enmienda de Doha tampoco se prestó atención adicional a los océanos.
[192] Las dificultades para aprobar el segundo periodo de cumplimiento mostraron el riesgo de diseñar un instrumento con fechas concretas de renovación.

"dióxido de carbono equivalente"[193], en lugar de dióxido de carbono específicamente, disminuyendo en gran medida la posibilidad de que el Protocolo tuviese un impacto significativo para abordar la acidificación de los océanos (que es un problema derivado de las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono a la atmósfera)[194].

2.3. EL ACUERDO DE PARÍS COMO INSTRUMENTO PARA MITIGAR LA ACIDIFICACIÓN OCEÁNICA

El Acuerdo de París reconoce el nexo entre el océano y el clima en su preámbulo, en el que los Estados señalan la importancia de garantizar la integridad de todos los ecosistemas, incluidos los océanos, al adoptar medidas para hacer frente al cambio climático. Esta puntualización reconoce formalmente el "impacto del cambio climático en el océano", así como, también, la necesidad de tener en cuenta la protección del ecosistema marino en las sucesivas acciones adoptadas para hacer frente al mismo.

A tal respecto, el preámbulo de los tratados permite esclarecer la voluntad de las Partes a la hora de interpretar el sentido de sus disposiciones. Ello supone una evolución en el tratamiento del océano en el régimen del cambio climático, toda vez que en la CMNUCC, el océano sólo es referenciado en su papel de sumidero de CO2 para mitigar el cambio climático, no haciéndose mención explícita a su afectación por el cambio climático.

Dicho reconocimiento formal de los océanos dentro del Acuerdo de París fue acompañado por la firma de la declaración "Because the Ocean" en la COP de París 2015 para abordar la incorporación de los vínculos entre las políticas oceánicas y climáticas. Posteriormente, en la decisión de la COP26, en Glasgow, se invitó a los programas de trabajo pertinentes y a los órganos constituidos en el marco de la CMNUCC a "considerar cómo integrar y fortalecer la acción basada en los océanos en sus mandatos y planes de trabajo existentes e informar sobre estas actividades dentro de los procesos de

[193] Artículo 3.1 del Protocolo de Kioto.

[194] Baird, Simons y Stephens señalan, con razón, que el enfoque agregado de Kioto permitía a las Partes aumentar sus emisiones de dióxido de carbono si podían contrarrestarlo con una disminución del gas de efecto invernadero equivalente al carbono. Por tanto, consideran que es cuestionable que las obligaciones de reducción de emisiones del Protocolo de Kioto sean apropiadas para abordar los impactos del cambio climático en el océano. BAIRD, R., SIMONS M., STEPHENS T., "Ocean Acidification: A Litmus Test for International Law", op.cit., p. 464.

presentación de informes". También en el Pacto de Glasgow, se invitó al Presidente del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico "a celebrar un diálogo anual para fortalecer la acción basada en los océanos y preparar un informe al respecto y ponerlo a disposición de la COP". Ello fue precedido del "Diálogo sobre los océanos y el clima para considerar cómo fortalecer la adaptación y la acción de mitigación", ordenado por la anterior COP25. En tal sentido, es alentador ver que el océano se reconoce como una parte más holística e integrada en los procesos de la CMNUCC[195].

Hay que destacar que el carácter intergubernamental a la vez que técnico de la composición del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico permite que sea un espacio de debate en el que la información científica y tecnológica se sopese e integre con el análisis de aspectos políticos. Por ejemplo, a través de este órgano, se aporta al debate en la COP la información generada por entidades de carácter técnico como el IPPC, asegurándose de que se dispone del conocimiento científico suficiente que sirva de base para el desarrollo de los debates y la toma de decisión en dicho órgano plenario. Por lo que la información ofrecida por el Órgano Subsidiario a la COP sobre cómo fortalecer la adaptación y la acción de mitigación en los océanos puede ser un primer paso para un tratamiento posterior más específico de la acidificación en el marco de las decisiones de la COP.

2.3.1. La inexistencia de normas primarias y secundarias para vincular los objetivos de temperatura con el cambio en el nivel del pH de los océanos

A pesar de lo establecido anteriormente, podemos destacar que en el régimen del cambio climático, no existen normas primarias ni secundarias que vinculen los objetivos de temperatura (para evitar su aumento) con el cambio de pH de los océanos; esto es, qué cantidad de emisiones de CO2 habría que reducir para evitar que el pH de las aguas marinas se acidifique a un ritmo que provoca interferencias antropógenas peligrosas en el ecosistema marino, y, a su vez, para mitigar el aumento de las temperaturas globales.

Según el artículo 2.1 a), el Acuerdo de París tiene por objetivo reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático mediante, entre otras medidas, el

[195] Véase: Glasgow Climate Pact, Decision -/CP.26, paras. 60 y 61, disponible en: *https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cop26_auv_2f_cover_decision.pdf*.

mantenimiento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2ºC con respecto a los niveles preindustriales, debiéndose realizar esfuerzos por las Partes para limitar dicho aumento de la temperatura a 1,5ºC con respecto a dichos niveles, habida cuenta de que su implementación reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.

Como se expuso previamente, no queda claro qué impacto tendrá este objetivo de temperatura en la mitigación de la acidificación del océano. La consecución del objetivo térmico no conlleva necesariamente tener en cuenta la acidificación de los océanos o los niveles de pH como medida para reducir el impacto del cambio climático en el océano, una cuestión que ya fue planteada por los expertos en el informe del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico[196] sobre la revisión 2013-2015. En el informe, se consideró que un "límite sólo de temperatura no abordaría todos los cambios en el sistema climático resultantes de las emisiones de gases efecto invernadero, como la acidificación de los océanos"[197]. Igualmente, se señaló que en un mundo 2°C más cálido que en la época preindustrial, los riesgos del calentamiento de las aguas marinas y la acidificación de los océanos combinados llegarían a ser elevados[198].

En este sentido, debido al hecho de que las emisiones de CO2 son la causa fundamental de la acidificación de los océanos, a menos que este objetivo de temperatura esté vinculado directamente a reducción de las concentraciones antropogénicas de CO2 en la atmósfera, es cuestionable que la consecución del objetivo térmico se traduzca necesariamente en la disminución de la acidificación.

En el régimen jurídico actual del cambio climático, no se dispone de normas primarias o secundarias que establezcan obligaciones para vincular los objetivos de

[196] En el Artículo 9 de la Convención Marco se estableció el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico con la misión de servir de apoyo a la Conferencia de las Partes, proporcionándole información y asesoramiento en las cuestiones científicas y tecnológicas relacionadas con este tratado. Se trata de un órgano subsidiario de la COP, siendo ésta el órgano plenario que le proporciona las directrices de actuación, además de aprobar su reglamento de funcionamiento y financiación en virtud de los artículos 7.2.j)K) y 7.3 de la CMNUCC.

[197] Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice, Report on the structured expert dialogue on the 2013–2015 review, FCCC/SB/2015/INF.1, 4 May 2015, para. 20, disponible en: *https://unfccc.int/resource/docs/2015/sb/eng/inf01.pdf*.

[198] Ibídem, para. 42.

temperatura y la reducción de las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera con el nivel de pH en los océanos. Esta es una cuestión crítica que requiere de la elaboración de estudios científicos adicionales, especialmente teniendo en cuenta que los datos demuestran que incluso si los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera no superan las 450 partes por millón, la acidificación de los océanos tendrá profundos impactos en los ecosistemas marinos a menos que las emisiones de dióxido de carbono se reduzcan en un 50%[199].

No obstante, hay que señalar que en el Acuerdo de París, las Partes no asumieron compromisos de mitigación cuantificados, sino que se optó por las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC, por sus siglas en inglés). En la configuración de cada NDC, el compromiso climático se define en el ámbito nacional, y se comunica al régimen jurídico internacional para integrarse en un conjunto de esfuerzos agregados con los que enfrentar la necesidad de mitigación y adaptación al cambio climático.

En dicho contexto, el artículo 4.2 del Acuerdo de París establece que cada Parte "deberá preparar, comunicar y mantener las sucesivas contribuciones determinadas a nivel nacional que tenga previsto efectuar. Las Partes procurarán adoptar medidas de mitigación internas, con el fin de alcanzar los objetivos de esas contribuciones". Se configura, así, una obligación general de diseñar y comunicar las sucesivas NDC, que concreta la obligación internacional de mitigación del cambio climático que cada una de las Partes asume conforme al tratado. Puede observarse que no se especifica ningún tipo de actividad de mitigación, de forma que en el contenido de las NDC tienen cabida las diferentes acciones que pudieran adoptarse en relación con emisiones, sumideros, o depósitos, valorándose su efecto positivo ambiental.

El artículo 4 concede, de esta forma, un amplio margen de maniobra para establecer el contenido de la NDC, de lo que puede apreciarse una "obligación de comportamiento", pero sin que se precise en el tratado el resultado en cuanto a su contenido[200]. Sin embargo, el tratado fija explícitamente la "obligación de

[199] HOFMANN, M., MATHESIUS, S., KRIEGLER, E. et al., "Strong time dependence of ocean acidification mitigation by atmospheric carbon dioxide removal", *Nat Commun* 10, 5592, 2019; IAP Statement on Ocean Acidification, *Journal of International Wildlife Law & Policy*, 2009, pp. 210-215.

[200] BODANSKY, D., "The Paris Climate Change Agreement: A New Hope?", *The American Journal of International Law*, Vol. 110, No. 2, 2016, pp. 288-319.

progresividad" en virtud del artículo 4.3. Según esta disposición, la presentación de las NDC debe realizarse con carácter periódico, en un plazo de cinco años, siendo necesario en cada nueva actualización incluir una mejora en las medidas ambientales previstas.

Esta forma de articular las obligaciones para las Partes en el Acuerdo de París ha suscitado debates doctrinales sobre la naturaleza jurídica de dicho Acuerdo. Ahora bien, la configuración de las NDC, cuyo contenido debe precisarse a nivel nacional, no impide afirmar la naturaleza de tratado internacional del Acuerdo de París, tanto por el procedimiento de adopción, como por los compromisos y previsiones institucionales que prevé. Sin embargo, podemos situarnos más bien en un tratado internacional marco cuya concreción del contenido de sus previsiones se remite a la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Acuerdo de París[201]. El Acuerdo de París presenta, en relación a lo referido, un alto contenido de obligaciones para las Partes cuya naturaleza es de comportamiento *hortatory* o *aspirational*[202]. De este modo, la eficacia del Acuerdo de París depende del fortalecimiento de las sucesivas NDC.

Asimismo, podemos notar cierta incompatibilidad con los objetivos fijados en el Acuerdo en sus artículos 2 y 4. El artículo 2.1 fija los objetivos esenciales de la política climática del Acuerdo. Además de "aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático" y de "situar los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero", el Acuerdo pretende "mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2ºC con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5ºC con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático". La expresión "muy

[201] GILES CARNERO, R., *El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones,* op.cit*.,* p.76.

[202] NAVA ESCUDERO, C., "El Acuerdo de París. Predominio del soft law en el régimen climático", *Boletín Mexicano de Derecho Comparado*, año XLIX, núm. 147, Instituto de Investigaciones Jurídicas UNAM, 2016, p. 112. Por ejemplo, en este sentido, Fajardo del Castillo ha señalado que el Acuerdo de París "es, sin duda alguna, un tratado internacional que debe apreciarse desde la óptica de la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados pero […] sus formas de manifestar compromisos jurídicos embrionarios o, incluso, simples expectativas normativas están llamadas a ser objeto de una concreción futura en el seno de la Conferencia de las Partes (COP) […].Véase: FAJARDO DE ANDRADE, T. "El Acuerdo de París sobre el cambio climático: sus aportaciones al desarrollo progresivo del Derecho Internacional y las consecuencias de la retirada de los Estados Unidos", *Revista Española de Derecho Internacional*, Volumen 70, Nº. 1, 2018, pp. 29-30.

por debajo" de 2ºC, primando el esfuerzo para limitar el aumento a 1,5ºC, sugiere que el límite del aumento de la temperatura se situaría posiblemente entre la siguiente franja: 1,6 a 1,8 grados. Además, el hecho de que haya que "proseguir los esfuerzos" en dirección al límite de 1,5ºC, no puede significar, según una interpretación gramatical del artículo 2, que se pueda abandonar sin más este objetivo. Por tanto, el objetivo del artículo es que la temperatura del planeta aumente muy por debajo de 2ºC (respecto a los niveles preindustriales), preferentemente mediante esfuerzos hacia una limitación de dicho aumento de temperatura a 1,5ºC. Con todo, si atendemos a los datos ofrecidos por el IPCC sobre las máximas emisiones posibles globales, ya tendríamos que tener cero emisiones para finales de 2030 si deseamos cumplir el objetivo de temperatura de 1,5ºC[203].

Sin embargo, el artículo 4 del Acuerdo de París establece que las Partes (para cumplir el artículo 2) se "proponen" lograr el pico de emisiones lo "antes posible" y "a partir de ese momento reducir rápidamente las emisiones" para alcanzar un equilibrio en el sistema climático "en la segunda mitad del siglo" (2050)[204].

Por consiguiente, el objetivo del artículo 2 es incompatible actualmente con lo establecido por el artículo 4, puesto que el horizonte temporal de la segunda mitad de siglo es previsiblemente insuficiente para los límites de temperatura mencionados en el artículo 2, sobre todo el relativo a conseguir el límite de 1,5ºC. Esto quiere decir que las sugerencias temporales, tales como "lo antes posible", para reducir drásticamente los niveles de emisiones de gases, debieran ser más bien referidas al "ahora".

De hecho, ya en el año 2015, en el Informe de síntesis de la Secretaría de la CMNUCC, relativo al efecto agregado de las contribuciones determinadas a nivel nacional entregadas hasta octubre de 2015, se ha señalado que tales contribuciones

[203] IPCC, Global Warming of 1.5 ºC. Special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels, Summary for Policymakers, 2019, pp. 32-33, disponible en: *https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15_Summary_Volume_spanish.pdf*.

[204] El artículo 4 establece que "Para cumplir el objetivo a largo plazo referente a la temperatura que se establece en el artículo 2, las Partes se proponen lograr que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero alcancen su punto máximo lo antes posible, teniendo presente que las Partes que son países en desarrollo tardarán más en lograrlo, y a partir de ese momento reducir rápidamente las emisiones de gases de efecto invernadero, de conformidad con la mejor información científica disponible, para alcanzar un equilibrio entre las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción antropógena por los sumideros en la segunda mitad del siglo, sobre la base de la equidad y en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza".

sobrepasan el límite de los 2°C de temperatura media mundial. Además, en el documento de decisión de la COP21 (a la cual se anexa el Acuerdo de París), se reconoce que: "los niveles estimados de las emisiones agregadas de gases de efecto invernadero en 2025 y 2030 resultantes de las contribuciones previstas determinadas a nivel nacional no son compatibles con los escenarios de 2°C de menor costo". En dicho documento, también se señala que para mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2°C, o incluso por debajo de 1,5°C, con respecto a niveles preindustriales, "se requerirá un esfuerzo de reducción de las emisiones mucho mayor que el que suponen las contribuciones previstas determinadas a nivel nacional"[205]. En la actualidad, vemos que aún estamos muy lejos de cumplir con los objetivos de limitación de la temperatura a 1,5 o 2°C; en realidad, las emisiones de gases efecto invernadero siguen creciendo, lo que acrecentará, inevitablemente, la acidificación de los océanos.

2.3.2. La escasa respuesta frente a la acidificación de los océanos en las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC)

Al hilo de esta cuestión, hay que destacar que las medidas para frenar la acidificación están prácticamente ausentes en las NDC. De las 161 NDC examinadas por Gallo, Victor y Levin, sólo 14 (8%) mencionaron siquiera la acidificación de los océanos, y ninguna incluía actividades u objetivos explícitos para abordarla[206]. Por otro lado, atendiendo a los datos del estudio de Harrould-Kolieb, si bien 9 de los 17 planes nacionales de adaptación presentados por los Estados en desarrollo desde 2015 mencionan la acidificación de los océanos, de éstos, sólo la presentación de Brasil establece directrices y acciones para la aplicación de estrategias de adaptación a la acidificación de los océanos[207].

A este respecto, se puede afirmar que el tema de la acidificación, no ha recibido, hasta la fecha, suficiente consideración en el establecimiento de los objetivos de

[205] COP, Convention on Climate Change 2015, Report of the Conference of the Parties on its twenty-first session, held in Paris from 30 November to 13 December 2015. FCCC/CP/2015/10/Add.1 29 January 2016, p.4, disponible en: *https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/FCCC_CP_2015_10_Add.1.pdf*

[206] GALLO, N., VICTOR, D. G., LEVIN, L. A., "Ocean commitments under the Paris Agreement", *Nature Climate Change*, 7, Issue 11, 2017, pp.833–837.

[207] HARROULD-KOLIEB, E.R., "Implications of the Paris Agreement for action on ocean acidification within the UNFCCC", en VANDERZWAAG, D.L., ORAL, N., STEPHENS, T. (Eds.), *Research Handbook on Ocean Acidification Law and Policy*, Edward Elgar Publishing, Massachusetts, 2021, p. 28.

mitigación y adaptación establecidos en el marco nacional de las NDC. Aun así, atendiendo a la interpretación que ofrecimos en el apartado anterior del objetivo general del artículo 2 de la CMNUCC, al preámbulo del Acuerdo de París, así como a su artículo 5.1[208] y a la Decisión de la COP26 en Glasgow, entendemos que es imperativo que la acidificación de los océanos se incluya y se considere de manera significativa dentro de las NDC si se quieren evitar sus impactos de mayor peligrosidad como efectos adversos del cambio climático[209]. Como ya se ha comentado, la acidificación de los océanos sólo ha recibido una atención nominal en las NDC existentes; e incluso en los casos en los que se incluye, no se ofrecen soluciones concretas.

En este sentido, es de destacar la labor que podría asumir el "Comité de Cumplimiento" previsto en el artículo 15 del Acuerdo de París con el objetivo de establecer un mecanismo para facilitar la aplicación y promover el cumplimiento de dicho tratado. Se trata de un mecanismo facilitador (sin posibilidad de ejercer competencias de control coercitivo) para prestar asistencia a las Partes.

De acuerdo con la Decisión 20/CMA, el Comité puede examinar y emitir recomendaciones sobre las cuestiones de carácter sistémico, en las que no se examina

[208] El apartado 1 del artículo 5 reitera el llamamiento a las Partes que figura en la letra d) del apartado 1 del artículo 4 de la CMNUCC para que "adopten medidas para conservar, según proceda, los sumideros y depósitos de gases de efecto invernadero". En este contexto, todas las Partes tienen que tomar medidas, individualmente o en cooperación, para aumentar la resistencia de los océanos contra los impactos adversos del cambio climático, incluida la acidificación de los océanos.

[209] En cuanto a la acidificación oceánica como efecto adverso del cambio climático, hay que señalar, en relación a las pérdidas y los daños relacionados con las repercusiones del cambio climático en dicho régimen, que esta ha sido considerada como un fenómeno de aparición gradual, aunque con escasa repercusión en tal sentido. Retrotrayéndonos en el tiempo, en 2010, la acidificación de los océanos se incluyó en la lista de fenómenos graduales (de aparición progresiva) en el marco de los debates sobre la creación de un mecanismo de pérdidas y daños por los efectos derivados del cambio climático. La acidificación oceánica se incluyó en una nota a pie de página de los Acuerdos de Cancún (COP16), en la que figuraba como ejemplo de fenómeno gradual. Posteriormente, el resultado de los trabajos desarrollados en el Órgano Subsidiario de Ejecución llevaría a la aprobación del Mecanismo de Varsovia en la COP19, celebrada en esta ciudad en 2013. En la decisión adoptada, se señaló que la finalidad de este instrumento sería "hacer frente a las pérdidas y los daños relacionados con las repercusiones del cambio climático, incluidos los fenómenos extremos y los fenómenos graduales, en los países en desarrollo que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático". Con esta previsión, se inició un ámbito de actuación que no quedó inicialmente bien definido, pero que ha permitido una práctica que ha derivado en la introducción de esta problemática en el texto del Acuerdo de París. No obstante, a pesar de su inclusión en los Acuerdos de Cancún, la acidificación de los océanos no ha figurado en ningún debate sustantivo en el espacio de pérdidas y daños desde el establecimiento del Mecanismo Internacional de Varsovia sobre Pérdidas y Daños. Véanse: Decisión 1/CP.16, Acuerdos de Cancún: resultado de la labor del Grupo de Trabajo Especial sobre la cooperación a largo plazo en el marco de la Convención, FCCC/CP/2010/7/Add.1, p. 7; Decisión 2/CP.19, Mecanismo internacional de Varsovia para las pérdidas y los daños relacionados con las repercusiones del cambio climático, FCCC/CP/2013/10/Add.1.

el cumplimiento de ninguna Parte en concreto, sino que son recomendaciones de carácter general que pueden servir de incentivo para la adopción de compromisos por las Partes en el marco del Acuerdo de París. Esta capacidad del Comité puede resultar interesante para promover aproximaciones y metodologías comunes en el cumplimiento de aquellos aspectos del Acuerdo de París que presentasen una mayor dificultad para los sistemas nacionales, como, por ejemplo, la articulación de planes de mitigación para frenar la acidificación. Así, la Conferencia de las Partes, en su calidad de reunión de las Partes del Acuerdo de París, podrá pedir al Comité que examine, de oficio, cuestiones de carácter sistémico, lo que permite articular un recurso mediante el que recabar recomendaciones de un órgano técnico respecto de aquellos aspectos del cumplimiento en los que se detecten problemas de aplicación o cumplimiento[210].

Así pues, las Partes podrían incluir un compromiso para preservar un límite de acidificación en las NDC, así como evitar el uso de estrategias de mitigación que, probablemente, agraven la acidificación de los océanos (aunque sirvan para cumplir el objetivo término del Acuerdo de París). Se ha demostrado que en relación con las técnicas que incluyen la fertilización de los océanos, el secuestro de carbono en el medio marino o la gestión de la radiación solar pueden exacerbar la acidificación de los océanos[211]. Un compromiso dentro de las NDC para evitar la exacerbación de dicha acidificación ayudaría a garantizar que el cumplimiento del objetivo del Acuerdo de París se hiciera de manera que se abordaran simultáneamente las consecuencias térmicas y químicas del aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, tal y como se desprende del análisis que hemos realizado de la CMNUCC.

Otro medio para abordar la acidificación de los océanos sería la inclusión de las "emisiones del transporte marítimo" en las NDC. Aunque el régimen climático ha colocado estas emisiones bajo los auspicios de la Organización Marítima Internacional (OMI), no hay ninguna limitación que impida a las Partes incluirlas en sus NDC. Además,

[210] Véase: Decisión 20/CMA.1, Modalidades y procedimientos para el funcionamiento eficaz del comité encargado de facilitar la aplicación y promover el cumplimiento a que se hace referencia en el artículo 15, párrafo 2, del Acuerdo de París, FCCC/PA/CMA/2018/3/Add.2, paras. 32-34, disponible en: *https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CMA2018_3a02S.pdf*.

[211] CAO, L., "The effects of solar radiation management on the carbon cycle", *Current Climate Change Reports*, vol. 4, No. 1, 2018, pp. 41-50; WILLIAMSON, P., BODLE, R., "Update on climate geoengineering in relation to the convention on biological diversity: potential impacts and regulatory framework", CBD Technical Series No. 84, Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, 2016.

hacerlo crearía mayores vínculos y sinergias entre ambos regímenes. Las Partes podrían comprometerse a tomar medidas no sólo para reducir las emisiones de CO2 del transporte marítimo, sino, también, para la creación de zonas de control de emisiones. Estas medidas mitigarían directamente la acidificación de los océanos, tanto por la reducción de las emisiones de CO2, como por la reducción de otros contaminantes que se sabe impulsan la acidificación (como los combustibles con alto contenido en azufre) a nivel local[212]. En lo concerniente a las emisiones del transporte marítimo, es necesario hacer ciertas puntualizaciones.

El transporte marítimo contribuye directamente al cambio climático y a la acidificación de los océanos como resultado de las emisiones de CO2 generadas por la quema de combustible para las actividades del sector marítimo. A pesar de los esfuerzos de negociación en el régimen de cambio climático y la OMI, estas emisiones siguen, en gran medida, sin estar reguladas. Desde los primeros debates sobre el cambio climático a principios de la década de 1990, ha habido incertidumbre sobre qué organismo mundial (y qué régimen de tratados) debe regir las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del transporte marítimo. Aunque está bien establecido que las emisiones del transporte marítimo nacional forman parte de las emisiones nacionales de un Estado y están sujetas a inventarios nacionales, informes y compromisos de reducción en virtud de la CMNUCC[213], la posición reguladora del transporte marítimo internacional ha sido objeto de controversia desde el principio, y aún no está totalmente aclarada[214].

El régimen del cambio climático y la OMI han hecho hincapié en principios muy diferentes sobre cómo debe repartirse entre los Estados la responsabilidad de hacer frente al cambio climático. Mientras que el régimen del cambio climático adoptó desde el principio el enfoque de la "responsabilidad común pero diferenciada", que significaba

[212] HASSELLÖV, I. M., TURNER, D. R., LAUER, A., CORBETT, J. J., "Shipping contributes to ocean acidification" *Geophysical Research Letters*, 40(11), 2013, pp. 2731-2736; GHARAHJEH, S., et al, "A review on ocean acidification as a result of shipping emissions in harbors", *Proceedings of the Australasian Coasts and Ports 2017: working with nature*, 2017, pp. 483-486.

[213] Véanse los artículos 4.1 a y 12 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

[214] RINGBOM, H., "Regulating Greenhouse Gases from Ships. Some Light at the End of the Funnel?", en JOHANSEN, E., VEIERUD BUSCH, S., ULRIKKE JAKOBSEN, I. (Eds.), *The Law of the Sea and Climate Change: solutions and constraints*, Cambridge University Press, 2021, pp. 129-159.

una mayor responsabilidad para los Estados desarrollados, el transporte marítimo internacional se ha basado tradicionalmente en el principio de igualdad de trato y no discriminación por razón de nacionalidad. Dadas las dificultades que plantea la asignación de responsabilidades por las emisiones internacionales, las emisiones del transporte marítimo y aéreo internacional se excluyeron explícitamente del Protocolo de Kioto en 1997 y se reconoció a la OMI como un foro adecuado para negociar medidas relacionadas, aunque no se otorgó a esta organización la autoridad exclusiva para regular las emisiones del transporte marítimo (en el sentido de que impediría la actuación de otras instituciones en esta materia), ni tampoco se impuso una obligación de resultado a la OMI para llegar a adoptar medidas concretas de reducción. Con todo, ciertas medidas adoptadas, como el Índice de Eficiencia Energética (EEDI, por sus siglas en inglés), y herramientas de aplicación, como el Sistema de recopilación de datos sobre el consumo de combustible de los buques, han reforzado la posición de la OMI a este respecto en los últimos años[215].

El Acuerdo de París no se refiere tampoco a la regulación de las emisiones de los buques, ni a los aspectos relativos a los combustibles internacionales para buques. A pesar de que, en general, se considera que la solución adoptada en el Acuerdo de París consolida la posición de la OMI como organismo internacional encargado de regular las emisiones de gases efecto invernadero de los buques, no ha habido ningún pronunciamiento expreso en tal sentido. Nada impide que el régimen de la CMNUCC vuelva a implicarse en el asunto si la OMI no consigue lo que se percibe como un régimen eficaz en un plazo razonable. Un régimen climático paralelo para el transporte marítimo dentro de la CMNUCC podría desarrollarse sobre la base de las disposiciones existentes[216].

La CMNUCC de 1992, sigue siendo la principal convención marco para la regulación del cambio climático. La Convención hace referencia a medidas que aborden "todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal"

[215] MARTÍNEZ ROMERA, B., "Maritime Transport and Ocean Acidification", en VANDERZWAAG, D.L., ORAL, N., STEPHENS, T. (Eds.), *Research Handbook on Ocean Acidification Law and Policy*, Edward Elgar Publishing, Massachusetts, 2021, pp. 53-60.

[216] O'LEARY, A., BROWN, J., "The Legal Basis for IMO Climate Measures", Report by Environmental Defense Fund, Columbia Law School, 2018, disponible en: *https://scholarship.law.columbia.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1078&context=sabin_climate_change*

(artículo 4.1), la contribución de "todos los sectores económicos" (artículo 3.3) e incluso incluye referencias al transporte en algunas de las disposiciones clave relativas a los compromisos (artículo 4.1c). Además, ni siquiera la petición expresa del Protocolo de Kioto de que la OMI persiga la reducción de las emisiones equivale a un mandato exclusivo para esa organización. La ausencia de una cláusula similar en el Acuerdo de París refuerza el argumento de que la responsabilidad en la materia es compartida -o, al menos, que no está específicamente repartida- entre los dos regímenes reguladores. El propio Acuerdo de París incluye todas las emisiones de gases efecto invernadero dentro de sus objetivos de mitigación a largo plazo. El objetivo es "reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático" conteniendo el aumento de la temperatura dentro de los límites mencionados en el artículo 2.1a). Para cumplir el objetivo a largo plazo referente a la temperatura que se establece en el artículo 2, las Partes se proponen lograr que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero alcancen su punto máximo lo antes posible […]" a fin de "alcanzar un equilibrio entre las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción antropógena por los sumideros en la segunda mitad del siglo […]".

Parece claro que permitir que las emisiones del transporte marítimo sigan aumentando, pondría en peligro los objetivos climáticos fijados por el Acuerdo de París, y, por tanto, no sería coherente con el Acuerdo. No obstante lo anterior, en términos más prácticos, trasladar la iniciativa reguladora a la CMNUCC requeriría cierta preparación. El único organismo del régimen climático que se ocupa de las emisiones internacionales de combustibles para buques es el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (OSACT), que sirve de apoyo a la Conferencia de las Partes, proporcionándole información y asesoramiento en las cuestiones científicas y tecnológicas; sin embargo, viene limitando su función, a este respecto, a la presentación de informes de progreso por parte de la OMI. Por otro lado, las herramientas de mitigación que ofrece el Acuerdo de París -los compromisos nacionales- no están bien adaptadas para abordar las emisiones causadas por el transporte marítimo internacional, por lo que el Comité de Cumplimiento, previsto en el artículo 15 del Acuerdo de París, tendría que implicarse a este respecto con el objetivo de establecer un mecanismo para prestar asistencia a las Partes con el fin de cumplir los objetivos del

Acuerdo, aunque sin posibilidad de ejercer competencias de control coercitivo para garantizar un régimen viable de seguimiento y aplicación.

Otra vía para fomentar una mayor consideración sobre la acidificación de los océanos en el régimen del cambio climático sería incorporarla en el "marco del balance global"[217], cuya labor queda asignada a la a Conferencia de las Partes (en calidad de reunión de las Partes en el Acuerdo de París), con objeto examinar si el progreso colectivo está logrando el propósito del Acuerdo de reforzar la respuesta mundial al cambio climático.

La incorporación de la acidificación de los océanos como indicador del cambio climático, como ha hecho la Organización Meteorológica Mundial (OMM)[218], ayudaría a que la Conferencia de las Partes incluyese en su evaluación periódica una mayor consideración de esta cuestión en la valoración del diseño y la aplicación de las NDC. Además de presentar compromisos y planes de mitigación, se recomienda que las Partes presenten planes de adaptación a través de sus NDC. Estos planes de adaptación también se revisarían en el marco del balance global[219], y se evaluarían en relación con el objetivo de adaptación del artículo 7.1 para mejorar la capacidad de adaptación,

[217] En virtud del artículo 14 del Acuerdo de París, se fijó que la Conferencia de las Partes (en calidad de reunión de las Partes en el Acuerdo de París) realizaría periódicamente (cada 5 años) un balance global de la aplicación de este tratado para determinar el avance colectivo en el cumplimiento de sus objetivos a largo plazo. El primero de estos balances se realizará para el año 2023. En el artículo 4.9 se señala que al comunicar sus NDC cada cinco años, las Partes deben "tener en cuenta los resultados del balance global". El balance mundial se llevará a cabo con la asistencia del Órgano Subsidiario de Ejecución y del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico. Se pretende con ello realizar un examen periódico en el que se tenga en cuenta la totalidad de los resultados obtenidos con las diferentes acciones implementadas en los sistemas nacionales tras las NDC de acuerdo al principio de progresividad (explicado anteriormente). Con el resultado final, se pretende identificar las oportunidades y dificultades para el cumplimiento de los compromisos adoptados, y recomendar las medidas y mejoras necesarias en función del nivel de ambición climático logrado. Véase: GILES CARNERO, R., op.cit., pp. 153-156.

[218] Los Indicadores Climáticos Globales son un conjunto de parámetros que describen el cambio climático sin reducir éste únicamente a los cambios de temperatura. Comprenden información clave para los dominios más relevantes del cambio climático: temperatura y energía, composición atmosférica, océano y agua, así como la criosfera. Estos Indicadores han sido identificados por científicos y especialistas en un proceso discursivo liderado por el Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC) durante talleres y reuniones de paneles científicos, siendo finalmente aprobados por la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Forman la base de la Declaración anual de la OMM sobre el estado del clima mundial, que se presenta a la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Véase: OMM, "Estado del clima mundial en 2020", OMM-No1264, Genève, 2021, p. 31 y ss.

[219] Decisión 19/CMA.1, Asuntos relacionados con el artículo 14 del Acuerdo de París y con los párrafos 99 a 101 de la decisión 1/CP.21, disponible en: *https://unfccc.int/decisions?f%5B0%5D=body%3A4099&search2=&order=field_document_attachments_1&sort=asc&page=1*.

fortalecer la resiliencia y reducir la vulnerabilidad al cambio climático. En virtud del artículo 7.2 del Acuerdo de París, los planes de adaptación a la acidificación de los océanos[220] se configuran como un componente clave de la respuesta global a largo plazo al cambio climático para proteger a las personas, los medios de vida[221] y los ecosistemas (incluyendo, por ejemplo, la protección y mejora de la vegetación marina y costera para amortiguar los cambios locales en la química del océano; la creación de áreas marinas protegidas para limitar la escorrentía agrícola y de otro tipo que debilita la resistencia de los ecosistemas y exacerba la acidificación de los océanos; la limitación de emisiones de azufre y nitrógeno que afectan a la salud humana e impulsan la acidificación local, etc.)[222].

Podemos concluir que el articulado del Acuerdo de París permite, por tanto, ser una base jurídica marco no sólo para mejorar la capacidad de los océanos como sumideros o depósitos de dióxido de carbono, sino, también, para desarrollar medidas por todas las Partes, teniendo en cuenta sus diferentes circunstancias y capacidades, que aborden la mitigación y adaptación de la acidificación como un impacto adverso del cambio climático a la luz del objetivo de protección del sistema climático de la CMNUCC.

El consenso científico actual demuestra el importante nexo entre el océano y el clima, lo que está suponiendo que su consideración se esté acrecentando en la agenda internacional del régimen del cambio climático. A tenor de lo indicado, es de esperar que la acidificación de los océanos reciba una mayor atención en los próximos años bajo este régimen jurídico. La inclusión de la preservación de los océanos (y las

[220] Véanse por ejemplo: ALBRIGHT, R., COOLEY, S., "A solutions-based approach for coral reefs under OA: adaptation and mitigation", en Proceedings of the Discussion paper for Fourth International Workshop: Bridging the Gap between Ocean Acidification and Economic Valuation, 2017, pp. 15-17; RAU, G.H., MCLEOD, E. L., HOEGH-GULDBERG, O., "The need for new ocean conservation strategies in a high-carbon dioxide world", *Nature climate change*, vol. 2, No. 10, 2012, pp. 720-724.

[221] Más de 500 millones de las personas más pobres del mundo dependen en gran medida del océano para obtener alimentos, puestos de trabajo e ingresos, y viven en Estados que se verán afectados por los cambios simultáneos en la biogeoquímica de los océanos debidos a los efectos adversos del cambio climático. MORA, C., et al., "Biotic and human vulnerability to projected changes in ocean biogeochemistry over the 21st century", *PLoS biology*, vol. 11, No. 10, 2013, p.e1001682.

[222] Estas acciones de adaptación son acordes a los objetivos fijados en el nuevo Marco Global de Biodiversidad, adoptado por decisión de la Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Véase: CBD, Decisión adoptada por la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica 15/4, Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal, CBD/COP/DEC/15/4, 19 de diciembre de 2022. El estudio de los objetivos del nuevo Marco Global de Biodiversidad y su relación con la acidificación de los océanos, en el contexto del Convenio sobre Diversidad Biológica, se realizará en el capítulo V de este libro.

correspondientes medidas específicas para frenar la acidificación) en las NDC forma parte del éxito de la aplicación del Acuerdo de París en el futuro.

Por tanto, podemos concluir, tras el análisis de instrumentos jurídicos mencionados en este capítulo, que los Estados Partes tienen la obligación de hacer frente a la acidificación de los océanos en virtud del objeto y fin de la CMNUCC (proteger el sistema climático de interferencias antropógenas peligrosas). Entendemos que la acidificación de los océanos y el cambio climático no son dos fenómenos separados, sino que la acidificación es un efecto adverso del mismo y contribuye a crear una mayor desestabilización del sistema climático. Por ello, la acidificación de los océanos debe ser considerada como indicador de interferencia antropógena peligrosa en el sistema climático, a la luz de los actuales conocimientos científicos y de los informes del IPCC. Si los Estados quieren cumplir con sus obligaciones para combatir y mitigar el cambio climático, entendido como un cambio en el sistema climático que incluye las variaciones tanto térmicas como químicas, tienen que abordar necesariamente la acidificación de los océanos en las medidas (obligación de comportamiento) que vayan a implementar. A tal fin, el IPCC debe proporcionar la información científica que permita traducir en medidas cuál sería la reducción necesaria de las emisiones de CO2, y el marco temporal, para que se equilibre el pH en los océanos. Lo indicado puede servir de base para se adopte una decisión en la COP del Acuerdo de París en aras de que se incluyan estas precisiones en las futuras NDC presentadas por los Estados. A su vez, el Comité de cumplimiento previsto en el artículo 15 del Acuerdo de París puede emitir recomendaciones para promover metodologías comunes en el cumplimiento de aquellos aspectos del Acuerdo de París que presentasen una mayor dificultad para los sistemas nacionales, como puede constituir el abordaje sistémico de la reducción de la acidificación.

CAPÍTULO III. RESPUESTAS JURÍDICAS PARA REDUCIR EL FENÓMENO DE LA ACIDIFICACIÓN EN EL RÉGIMEN DE LA PROTECCIÓN DEL MEDIO MARINO

La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR)[223] constituye el marco jurídico general para la protección y la preservación del medio marino. La CONVEMAR se concluyó en 1982, por lo que es anterior a la preocupación a escala global sobre el cambio climático y la acidificación de los océanos. No obstante, dado el impacto de la acidificación en el medio marino, se hace necesario analizar las disposiciones generales de este tratado con objeto deducir si pueden ser aplicadas en aras de reducir el fenómeno de la acidificación.

En el contexto de la acidificación de los océanos, es especialmente pertinente la aplicación de las obligaciones que se establecen en la Parte XII de la CONVEMAR con el objetivo de proteger y preservar el medio marino, así como de prevenir, reducir y controlar la contaminación en dicho medio. Esta parte contiene obligaciones generales que estaban destinadas a evolucionar progresivamente con el tiempo en respuesta a nuevos acontecimientos, en particular mediante la adopción y aplicación de reglas y normas posteriores más detalladas en el marco de regímenes especializados externos o sobre una base sectorial[224].

En este capítulo, se pretende evaluar las disposiciones del tratado en relación con la acidificación de los océanos, así como examinar las vías para hacer operativas las obligaciones contenidas en la Convención a través de las reglas, normas y prácticas acordadas internacionalmente a las que se remite la Convención.

3.1. LA NATURALEZA JURÍDICA DE LA OBLIGACIÓN GENERAL DE PROTEGER Y PRESERVAR EL MEDIO MARINO EN LA CONVENCIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL DERECHO DEL MAR

El artículo 192 constituye el núcleo de la Parte XII de la CONVEMAR y consagra la obligación general de "proteger y preservar el medio marino". El contenido de esta

[223] Ratificada por España: Instrumento de ratificación de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, hecho en Montego Bay el 10 de diciembre de 1982 (BOE-A-1997-3296, de 14 de febrero de 1997).

[224] Véase: FERNANDES COELHO, L., TAVONVUNCHAI, N., "Regimes for ocean management: Regional seas programmes and blue carbon ecosystems", en HARRIS, P.G. (Ed.), *Routledge Handbook of Marine Governance and Global Environmental Change*, Routledge, New York, 2022, pp. 51-64.

disposición, formulada en términos generales, ha sido desarrollado por la jurisprudencia. El Tribunal Internacional del Derecho del Mar (TIDM) profundizó en el significado del término "medio marino" en su Opinión Consultiva de 2015 sobre la Pesca, en la que determinó que éste incluye los recursos vivos y la vida marina[225]. Así, por ejemplo, los ecosistemas raros y frágiles, como los arrecifes de coral (enormemente afectados por la acidificación) entran en el ámbito de la obligación de protección y preservación del medio marino (al ser partes integrantes del mismo).

Así pues, las obligaciones generales de la Parte XII no se limitan sólo a prevenir, reducir o controlar la contaminación del medio marino, en el sentido estricto de la palabra, sino que incluyen la preservación de los ecosistemas y la biodiversidad, una interpretación en consonancia con la jurisprudencia del TIDM (que considera que la conservación de los recursos vivos del mar es un elemento de protección y preservación del medio marino) y la aparición de regímenes posteriores en el derecho internacional, como el Convenio de Diversidad Biológica[226].

En este sentido, cabe preguntar qué tipo de obligación implica para los Estados Partes de la CONVEMAR lo dispuesto en su artículo 192. De conformidad con la literalidad de dicho artículo, "los Estados tienen la obligación de proteger y preservar el medio marino". Se ha argumentado, por parte de la doctrina, que la referencia simplemente a "Estados", en lugar de a "Estados Partes", en el texto de la Convención subraya la naturaleza consuetudinaria del principio consagrado en el artículo 192[227]. La obligación de proteger y preservar el medio marino se extiende a todas las zonas marinas, tanto las que se encuentran directamente bajo la jurisdicción del Estado ribereño, como las que se encuentran fuera de su jurisdicción. El laudo arbitral en el arbitraje del Mar de China Meridional confirmó esta lectura, y concluyó qué obligaciones

[225] ITLOS, Tribunal delivers its Advisory Opinion regarding illegal, unreported and unregulated Fishing Activities, ITLOS/Press 227, 2 April 2015, p. 6, disponible en: https://www.itlos.org/fileadmin/itlos/documents/press_releases_english/PR_227_EN.pdf

[226] Véase: ITLOS, Southern Bluefin Tuna Cases (New Zealand v. Japan; Australia v. Japan), Nos. 3 and 4, Order of 27 August 1999, para. 70; Permanent Court of Arbitration, The South China Sea Arbitration (The Republic of Philippines v. The People's Republic of China), Case number 2013-19, Award, 12 July 2016, para. 945.

[227] NORDQUIST MYRON, H., et al., *United Nations Convention on the Law of the Sea 1982: A commentary*, Volume IV, Center for Oceans Law and Policy, The Netherlands, Martinus Nijhoff, 1991, p. 39; VAN DYKE, J.M., "Giving teeth to the environmental obligations in the LOS convention", en ELFERINK, A. G., ROTHWELL, D.R. (Eds.), *Oceans management in the 21st century: institutional frameworks and responses*, Brill Nijhoff, 2004, pp.167-186.

ambientales de la Parte XII de la Convención se aplican a los Estados independientemente del lugar donde se llevaron a cabo las supuestas actividades perjudiciales[228]. Por consiguiente, dicha obligación general se aplica a todos los Estados en todo momento, independientemente del lugar donde se desarrolle una actividad, incluyendo, así, las zonas situadas fuera de la jurisdicción nacional.

El artículo 192 de la CONVEMAR constituye una obligación general que se especifica con más detalle en las disposiciones posteriores de la Parte XII y en otras normas aplicables del derecho internacional[229]. Atendiendo a lo expuesto en el laudo arbitral anteriormente mencionado, la obligación general del artículo 192 estaría compuesta por una "obligación positiva", consistente en establecer medidas "para prevenir o al menos mitigar"[230] los daños significativos al medio marino, y una "obligación negativa", relativa a no permitir que las actividades realizadas dentro de la jurisdicción y control del Estado degraden el medio marino. El citado tribunal explicó también que, en primer lugar, la obligación de "proteger" el medio marino significa protegerlo de futuros daños, y que la obligación de "preservar" significa mantener o mejorar el estado actual del mismo[231].

Así pues, el artículo 192 abarca tanto la "protección" del medio marino frente a daños futuros, como la "preservación" en el sentido de mantener o mejorar su estado actual, lo que implica no sólo una obligación positiva de adoptar medidas para para prevenir y mitigar los daños (incluidos los futuros), sino, también, una obligación negativa de no degradar su estado natural actual.

Ahora bien, la naturaleza de la obligación fijada en el artículo 192 de la CONVEMAR es de "comportamiento", con una doble dimensión (positiva y negativa),

---

[228] Permanent Court of Arbitration, The South China Sea Arbitration (The Republic of Philippines v. The People's Republic of China), Case number 2013-19, Award, 12 July 2016, para. 927.

[229] Cabe recordar que la CONVEMAR en su artículo 237 hace mención expresa a la relación entre las disposiciones de su Parte XII y las obligaciones derivadas de otros convenios sobre la protección y preservación del medio marino. Dicha disposición establece, por tanto, una norma general que permite a los Estados celebrar acuerdos especiales o regionales para promover los principios generales enunciados en la Convención, y dar efectividad al cumplimiento de sus disposiciones, siempre que las obligaciones asumidas en virtud de esos acuerdos sean compatibles con los principios básicos, el objeto y fin de la CONVEMAR, de acuerdo a lo establecido en su artículo 311.

[230] Permanent Court of Arbitration, The South China Sea Arbitration, op.cit., para.941.

[231] Ibídem.

debiendo ser llevada a cabo con "debida diligencia"[232] para proteger y, al menos, mantener el medio marino sin interferencias antropógenas que contaminen su estado natural. A este respecto, se especifica, en el artículo 194 de la CONVEMAR, que "los Estados tomarán todas las medidas necesarias para garantizar que las actividades bajo su jurisdicción o control se realicen de forma tal que no causen perjuicios por contaminación a otros Estados y su medio ambiente", lo que comprende necesariamente zonas marinas que pueden no estar sometidas a su jurisdicción. El uso de la expresión "garantizar" crea una "obligación de diligencia debida" en cuanto a la prevención, reducción y control de la contaminación del medio marino[233], en consonancia con la obligación general del artículo 192 para proteger y preservar el medio marino.

Esta debida diligencia consiste en un adecuado comportamiento del Estado que se concretaría en: adoptar normas y medidas apropiadas a este respecto, en esencia una obligación de legislar; desarrollar "cierto nivel de vigilancia en la aplicación y en el ejercicio del control administrativo para una aplicación efectiva de dichas normas y medidas"[234]; y llevar a cabo una obligación de remediar, esto es, investigar un posible incumplimiento para controlar las actividades de los operadores privados y públicos, adoptando las medidas necesarias para revertir esa situación[235].

Asimismo, al desarrollar dichas medidas para prevenir, reducir o controlar la contaminación del medio marino, los Estados tienen que tener en cuenta aquellas medidas que sean necesarias para proteger y preservar los ecosistemas raros o vulnerables, así como como el hábitat de las especies y otras formas de vida marina diezmadas, amenazadas o en peligro (artículo 194.5)[236]. Este sería el caso de los arrecifes

[232] Ibídem, para. 944.
[233] Véase: ITLOS, Responsibilities and obligations of States sponsoring persons and entities with respect to activities in the Area (request for Advisory Opinion submitted to the seabed disputes Chamber), List of cases No. 17, 2011, pp. 107-116.
[234] Permanent Court of Arbitration, The South China Sea Arbitration, *op.cit*., para. 944.
[235] ITLOS, Request for an Advisory Opinion submitted by the Sub-Regional Fisheries Commission (SRFC), Advisory Opinion of 2 April 2015, para. 139.
[236] El apartado de este artículo tiene especial relevancia, ya que los ecosistemas de los arrecifes de coral son especialmente vulnerables a la acidificación de los océanos. El establecimiento de áreas marinas protegidas (AMPs) ha sido sugerido como una importante medida para aumentar la resistencia de los ecosistemas marinos a la acidificación de los océanos. El establecimiento de AMPs requerirá tanto la identificación de especies y hábitats amenazados, como la adopción de medidas de protección. La designación de AMPs está explícitamente identificada como una estrategia importante para la adaptación

de coral[237], que, como se ha dicho anteriormente, son especialmente vulnerables a la acidificación.

Igualmente, cabe señalar que la obligación general de proteger y preservar el medio marino, en virtud de los artículos 192 y 194, cubre la contaminación de "cualquier fuente", incluidas las fuentes terrestres y la contaminación "procedente de la atmósfera o a través de ella" (artículos 194.3.a, 207 y 212), como sería el supuesto del CO2 que absorbe el océano a través de la atmosfera.

Por tanto, atendiendo al alcance y contenido de la obligación general de proteger y preservar el medio marino (que incluye los ecosistemas y la biodiversidad marinos), los Estados tienen que actuar con debida diligencia para, por un lado, adoptar medidas en aras de prevenir o mitigar el aumento de la acidificación (como daño actual y futuro al medio marino) y, por otro lado, controlar y remediar que las actividades dentro de su jurisdicción o control agraven los efectos de la acidificación en el medio marino[238].

La cuestión que podemos plantear seguidamente es si, en el ámbito de este marco obligacional, se consideraría contaminación del medio ambiente marino la acidificación de los océanos de acuerdo con los términos de la Convención. La obligación general del artículo 192 se desarrolla en el artículo 194, que exige, entre otras cosas, que los Estados adopten medidas para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino procedente de cualquier fuente.

En este sentido, la definición de contaminación que nos ofrece la CONVEMAR, en su artículo 1.4, es suficientemente amplia como para poder incluir como causante de contaminación en el medio marino las emisiones antropógenas de CO2, provenientes

al cambio climático por las Partes del Convenio de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (CDB), que han pedido la selección de áreas que necesitan protección para asegurar la máxima capacidad de adaptación de la biodiversidad a los efectos del cambio climático en el medio marino. Véase: CBD, COP Decision X/29 (2010), Marine and coastal biodiversity, 29 October 2010, para. 7.

[237] Véanse por ejemplo: ANDERSSON, A. J., GLEDHILL, D., "Ocean acidification and coral reefs: effects on breakdown, dissolution, and net ecosystem calcification", *Annual review of marine science*, vol. 5, 2013, pp. 321-348; ALBRIGHT, R., COOLEY, S., "A review of interventions proposed to abate impacts of ocean acidification on coral reefs", *Regional Studies in Marine Science*, vol. 29, 2019, p. 100612; DOO, S. S., EDMUNDS, P.J., CARPENTER, R.C., "Ocean acidification effects on in situ coral reef metabolism", *Scientific reports*, vol. 9, no 1, 2019, pp. 1-8.

[238] HARRISON, J., *Saving the oceans through law: The international legal framework for the protection of the marine environment*, Oxford University Press, 2017.

de la atmosfera, que, finalmente, se absorben por los océanos, y provocan su acidificación. Según el citado artículo, por contaminación del medio marino se entiende:

> "la introducción por el hombre, directa o indirectamente, de sustancias o de energía en el medio marino incluidos los estuarios, que produzca o pueda producir efectos nocivos tales como daños a los recursos vivos y a la vida marina, peligros para la salud humana, obstaculización de las actividades marítimas, incluidos la pesca y otros usos legítimos del mar, deterioro de la calidad del agua del mar para su utilización y menoscabo de los lugares de esparcimiento".

La redacción de esta definición sugiere que el objetivo final, como se ha indicado, es captar una amplia gama de amenazas contaminantes potenciales para el medio marino. A tal respecto, la excesiva absorción de CO2 antropogénico por los océanos puede considerarse contaminación en el medio marino en tanto que implica la "introducción indirecta", a través de la atmósfera, de sustancias que pueden producir efectos nocivos en el ecosistema marino. Además, es evidente que los efectos son "nocivos" no sólo para los recursos vivos y la vida marina, sino, también, para la salud humana[239], a la luz de lo explicado anteriormente en el capítulo sobre los efectos de la acidificación. En consecuencia, dado el impacto actual que tiene la acidificación sobre los recursos vivos, la vida marina y la propia la salud humana, se deduce que el exceso CO2 antropogénico en el medio marino absorbido por los océanos a través de la atmosfera, y que provoca la acidificación, alcanza el umbral establecido por el artículo 1 de la CONVEMAR, por lo que la acidificación es una forma de contaminación del medio marino[240].

En este sentido, los artículos anteriormente citados en referencia a las obligaciones de los Estados para prevenir, reducir y controlar la contaminación, preservando el ecosistema marino, son obligaciones que deben ser aplicables para mitigar la acidificación de los océanos. Asimismo, hay que recordar que la CONVEMAR

[239] SU, W., et al., "The health risk for seafood consumers under future ocean acidification (OA) scenarios: OA alters bioaccumulation of three pollutants in an edible bivalve species through affecting the in vivo metabolism", *Science of the Total Environment*, Vol. 650, 2019, pp. 2987-2995; XU, D., et al., "Ocean acidification increases iodine accumulation in kelp-based coastal food webs", *Global Change Biology*, Vol. 25, No. 2, 2019, pp. 629-639.

[240] La inclusión de la contaminación atmosférica dentro de la CONVEMAR, en su artículo 212, fue defendida durante las negociaciones de 1973, siendo uno de los primeros tratados universales que reconoció la contaminación atmosférica como una fuente de contaminación del medio marino. SCOTT, K.N., Ocean Acidification, en JOHANSEN, E., BUSCH, S., JAKOBSEN, I. (Eds.), *The Law of the Sea and Climate Change: Solutions and Constraints*, Cambridge: Cambridge University Press, 2020, p. 114.

no puede ser interpretada como un marco estático desde el momento de su negociación, ya que tal enfoque conduciría a la irrelevancia de muchos tratados internacionales poco después de su negociación. Las disposiciones generales de la Convención han de interpretarse de forma dinámica en consideración de las demás normas internacionales aplicables en la materia, de los acontecimientos actuales y del consenso científico[241]. Así, a pesar de que la acidificación de los océanos no estaba reconocida en la época en que se negoció la Convención, sería ilógico excluir las excesivas emisiones antropogénicas de CO2 del ámbito de la definición de contaminación del medio marino, sobre todo teniendo en cuenta que tal es la causa directa de la acidificación de los océanos y de los consiguientes efectos nocivos sobre los ecosistemas marinos[242]. De hecho, desde 1982, la protección del medio ambiente marino bajo los auspicios de la CONVEMAR ha evolucionado hasta agrupar un conjunto mucho más amplio de herramientas jurídicas, tales como los principios generales de precaución[243], la evaluación del impacto ambiental[244], la planificación espacial e integrada, y la protección basada en zonas[245].

Atendiendo a lo expuesto, en el marco de la CONVEMAR, los Estados están obligados a desarrollar medidas activas para evitar una mayor degradación del medio marino, mejorar sus condiciones existentes, y, en última instancia, protegerlo contra futuros daños. Puede ser discutible si la acidificación de los océanos es considerada como contaminación derivada de fuentes terrestres, contaminación desde la atmosfera,

---

[241] KLERK, B., *Climate Change Obligations under the Law of the Sea: Interpreting UNCLOS in light of the Paris Agreement*, Thesis, Faculty of Law, University of Oslo, 1 December 2021, p. 26.

[242] En este sentido, la decimoctava reunión del Proceso abierto de consultas oficiosas de las Naciones Unidas sobre los océanos y el derecho del mar, celebrada en mayo de 2017, se centró en los efectos del cambio climático en los océanos, y reconoció que la acidificación de los océanos es una de las muchas amenazas acumulativas para el medio ambiente oceánico. Véase: UN Doc. A72/95, Report on the Work of the United Nations Open-ended Informal Consultative Process on Oceans and the Law of the Sea, Eighteenth Meeting, 16 June 2017.

[243] Véase: ITLOS, MOX Plant (Irelandv. United Kingdom), Provisional Measures, Order of 3 December 2001, ITLOS Reports 2001, p. 109.

[244] La Convención también impone una responsabilidad general en materia de evaluación del impacto ambiental que puede interpretarse en el sentido de que abarca los proyectos y actividades propuestos a nivel nacional que pueden generar importantes emisiones de CO2 y, por lo tanto, conducir indirectamente a la acidificación de los océanos. En el artículo 206, se exige a los Estados que realicen evaluaciones del impacto ambiental de las actividades previstas bajo su jurisdicción o control que puedan causar una contaminación considerable del medio marino u ocasionar cambios importantes y perjudiciales.

[245] Véase: BOYLE, A., "The Environmental Jurisprudence of the International Tribunal for the Law of the Sea", *The International Journal of Marine and Coastal Law*, Volume 22, Issue 3, Brill Nijhoff, 2007.

o ambas, pero, a efectos de la CONVEMAR, los Estados tienen la clara obligación de adoptar leyes y reglamentos para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino procedente de cualquier fuente, fueren fuentes terrestres, en virtud del artículo 207, o fuentes atmosféricas, según el artículo 212.

En esta línea, y a la luz de las pruebas científicas sobre el daño al medio marino causado por la acidificación, en particular a los ecosistemas y hábitats frágiles, los Estados tienen la obligación, en virtud de la CONVEMAR, de adoptar las leyes, normas y medidas necesarias para prevenir, reducir y controlar las emisiones de dióxido de carbono de las fuentes que están provocando la acidificación de los océanos. Sin embargo, qué medidas serían necesarias para cumplir con esta obligación sigue siendo una cuestión abierta. Consecuentemente, puede afirmarse que los Estados están obligados a disponer medidas activas de mitigación, en relación con las emisiones de CO2, para cumplir con su obligación de diligencia debida en vista de la CONVEMAR. No obstante lo anterior, la obligación de diligencia debida, como se ha explicado, es general, y deja sin respuesta la cuestión de qué medidas exactas, o qué nivel de mitigación, son requeridos. Sobre esta cuestión, veremos el desarrollo sectorial de dicha obligación para reducir y controlar la contaminación del medio marino, y examinar si resulta aplicable para reducir la acidificación de forma efectiva.

3.2. EL DESARROLLO SECTORIAL DE LA OBLIGACIÓN DE PREVENIR, REDUCIR Y CONTROLAR LA ACIDIFICACIÓN DEL MEDIO MARINO

La obligación de prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino, en virtud del artículo 194 de la Convención, se desarrolla en disposiciones subsiguientes sobre una base sectorial: contaminación procedente de fuentes terrestres (artículo 207); contaminación desde la atmósfera o a través de ella (artículo 212)[246]; contaminación resultante de actividades en alta mar (artículos 208 y 209); contaminación por vertimiento (artículo 210); y contaminación causada por buques (artículo 211).

[246] La inclusión de la contaminación atmosférica en la CONVEMAR se propuso durante las negociaciones de 1973, constituyéndose, así, en uno de los primeros tratados universales que reconocen la contaminación atmosférica como una fuente de contaminación marina. Los Estados parte tienen la obligación de adoptar leyes o reglamentos para prevenir la contaminación atmosférica del medio marino respecto al territorio bajo su soberanía o respecto a sus buques o aeronaves registrados.

En vez de proporcionarse una regulación detallada dentro de la Convención, la CONVEMAR utiliza el recurso de incorporar estándares desarrollados bajo instrumentos jurídicos externos, aplicando esos estándares a las Partes de la Convención. Las organizaciones internacionales competentes han aprobado varios instrumentos, mundiales y regionales, aplicables a estas fuentes de contaminación con incidencia en el medio marino. Aun así, esos estándares son muy variables, yendo desde obligaciones vinculantes detalladas con respecto a la contaminación procedente de los buques, hasta recomendaciones asociadas a las fuentes terrestres. Como era de esperar, no existen normas que se relacionen directamente con la acidificación de los océanos[247]. Los instrumentos reflejan un enfoque sectorial variado respecto del desarrollo y la aplicación de las normas de protección y preservación del medio marino. De este modo, los problemas, prioridades e intereses concretos son abordados independientemente por cada sector. No obstante, esta aproximación puede obstaculizar la aplicación de enfoques integrados, por ejemplo, enfoques basados en los ecosistemas, o la aplicación de principios y conceptos ambientales intersectoriales.

3.2.1. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático como *lex specialis* y su relación con la obligación de diligencia debida para prevenir, reducir y controlar la acidificación oceánica

Dado que la fuente principal que produce la acidificación de los océanos es un exceso de CO2 en la atmósfera, el artículo 212 de la CONVEMAR, que aborda la contaminación procedente de la atmósfera o a través de ella, es pertinente. Como el mayor sumidero natural de carbono, la salud de los océanos es de vital importancia para las estrategias mundiales de mitigación y adaptación al cambio climático, coordinadas principalmente bajo el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de 1992 y el Acuerdo de París de 2015.

Los Estados Partes de la CONVEMAR tienen la obligación de adoptar leyes o reglamentos para prevenir la contaminación atmosférica del medio ambiente marino con respecto al territorio bajo su soberanía o con respecto a sus buques o aeronaves registrados (artículo 212.1). Sin embargo, a diferencia de las obligaciones de la

[247] SCOTT, K.N., "Ocean Acidification", en *The Law of the Sea and Climate Change: Solutions and Constraints*, Cambridge: Cambridge University Press, 2020, p. 114.

CONVEMAR relativas a la contaminación procedente de buques o por vertido, los Estados sólo deben "tener en cuenta" las reglas, los estándares y procedimientos recomendados, convenidos internacionalmente[248]. Así pues, mientras que los instrumentos que regulan el vertido y la contaminación procedente de buques ya estaban en vigor antes de la adopción de la CONVEMAR, y, por tanto, las referencias a "internationally agreed rules, standards and recommended practices" (en su versión oficial en inglés) remitían implícitamente a estos instrumentos, éste no era el caso de la contaminación atmosférica. No obstante, adoptando un enfoque teleológico de la interpretación de los tratados, la referencia a "internationally agreed rules", en el artículo 212 de la CONVEMAR, puede interpretarse como una referencia a la CMNUCC de 1992 y a sus instrumentos y otras medidas asociadas (como *lex specialis*). Ahora bien, cabe preguntar qué se entiende por "tener en cuenta" el Acuerdo de París y la CMNUCC a la hora de cumplir con la obligación de diligencia debida, a la que hacíamos referencia anteriormente, para "proteger y preservar el medio marino" y "prevenir, reducir y controlar" la contaminación del medio marino de fuentes de contaminación atmosféricas (artículos 192, 194, 212 CONVEMAR). ¿Cómo se determina que un comportamiento es "debidamente diligente" a estos efectos? En este sentido, el TIDM reconoció que la diligencia debida es un "concepto variable", cuyo contenido "no puede describirse fácilmente en términos precisos", ya que puede "cambiar con el tiempo", a la luz, por ejemplo, de nuevos conocimientos científicos o tecnológicos, o también puede variar en relación con los riesgos que entraña la actividad[249]. No obstante, pueden identificarse varios factores que determinan e informan del alcance de la obligación de diligencia debida, y que serán comentados posteriormente.

Nos podemos plantear, entonces, si el cumplimiento de las obligaciones de la CMNUCC y del Acuerdo de París, por los Estados Partes de la CONVEMAR, es suficiente

[248] "States shall adopt laws and regulations to prevent, reduce and control pollution of the marine environment from or through the atmosphere, applicable to the air space under their sovereignty and to vessels flying their flag or vessels or aircraft of their registry, taking into account internationally agreed rules, standards and recommended practices and procedures and the safety of air navigation" Artículo 212.

[249] ITLOS, Responsibilities and obligations of States sponsoring persons and entities with respect to activities in the Area (Request for Advisory Opinion Submitted to the Seabed Disputes Chamber), Advisory Opinion of 1 February 2011, para. 117.

para reducir y controlar la contaminación del medio marino derivada de la acidificación de los océanos, y si, con ello, se cumple la obligación de debida diligencia.

Hay que advertir a este respecto que aunque los objetivos generales de la CMNUCC, tal y como se articulan en su artículo 2, apoyan claramente el objetivo estipulado en el artículo 212 de la CONVEMAR, podría decirse que es poco probable que el pleno cumplimiento del Acuerdo de París evite o reduzca la acidificación de los océanos. La razón estriba en que ni este tratado ni la CMNUCC proporcionan obligaciones especiales de reducción cuantitativa de las emisiones de CO2 a la atmósfera, y tampoco fijan objetivos de limitación de variaciones en el pH del océano. Por lo tanto, emerge la cuestión de si se puede exigir a los Estados que adopten medidas para hacer frente a la acidificación de los océanos más allá de sus obligaciones en el marco del régimen climático, con el fin de cumplir sus obligaciones en virtud de la Parte XII de la CONVEMAR, en particular, de los artículos 192, 194 y 212 de la Convención con debida diligencia[250].

En relación a ello, hay que tener en cuenta que el cumplimiento de la obligación de debida diligencia está informado por factores objetivos, no sólo por factores subjetivos. Uno de estos factores es la naturaleza y el grado del daño que se sufriría en ausencia de la diligencia debida por parte de los Estados[251]. Así lo confirmó la Comisión de Derecho Internacional, según la cual la diligencia debida debe ser "apropiada y proporcional al grado de riesgo del daño transfronterizo"[252], en el sentido de que el grado de cuidado necesario debe ser proporcional al grado de riesgo de que se trate. En una línea similar, el TIDM consideró en su Opinión Consultiva sobre los Estados patrocinadores que "el estándar de diligencia debida tiene que ser más severo para las actividades más arriesgadas"[253].

---

[250] ITLOS, Responsibilities and obligations of States sponsoring persons and entities with respect to activities in the Area, Order of 18 may 2010, p. 39.

[251] RAJAMANI, L., "Due diligence in international climate change law", en KRIEGER, H., PETERS, A., KREUZER, L. (Eds.), *Due diligence in the international legal order*, Oxford University Press, 2021, p. 177.

[252] CDI, Prevención del daño transfronterizo resultante de actividades peligrosas, Artículo 3, paras. 14,18, A/CN.4/SER.A/2001/Add.1 (Part 2), Anuario de la Comisión de Derecho Internacional, 2001, p. 165.

[253] ITLOS, Responsibilities and obligations of States sponsoring persons and entities with respect to activities in the Area (Request for Advisory Opinion Submitted to the Seabed Disputes Chamber), op.cit., para. 117: [The content of "due diligence" obligations may not easily be described in precise terms. Among the factors that make such a description difficult is the fact that "due diligence" is a variable concept. It may change over time as measures considered sufficiently diligent at a certain moment may become not

Como se ha señalado en varias ocasiones a lo largo de este trabajo, la amenaza que supone el cambio climático y el exceso de CO2 para los océanos es grave y afecta prácticamente a todos los aspectos de la vida marina. Podría decirse que un estándar de diligencia debida que exigiera algo menos que el pleno cumplimiento del Acuerdo de París -que, como hemos visto, no es el más gravoso de los tratados- no sería proporcional al grado de daño que el exceso de emisiones de CO2 supone para los océanos. Un factor relacionado con ello es la aplicación del criterio de precaución. Volviendo una vez más al caso del dictamen consultivo de los Estados patrocinadores, el TIDM concluyó que "el criterio de precaución es también parte integrante de la obligación general de diligencia debida de los Estados"[254]. El criterio de precaución, en su definición más común, implica que "cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para aplazar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para prevenir la degradación del medio ambiente"[255]. El criterio de precaución, aplicado a la obligación de diligencia debida, se aplica en situaciones en las que las pruebas científicas sobre el alcance y las posibles repercusiones negativas de la actividad en cuestión son insuficientes, pero existen indicios plausibles de riesgos potenciales[256]. Aunque los efectos del cambio

diligent enough in light, for instance, of new scientific or technological knowledge. It may also change in relation to the risks involved in the activity. As regards activities in the Area, it seems reasonable to state that prospecting is, generally speaking, less risky than exploration activities which, in turn, entail less risk than exploitation. Moreover, activities in the Area concerning different kinds of minerals, for example, polymetallic nodules on the one hand and polymetallic sulphides or cobalt rich ferromanganese crusts on the other, may require different standards of diligence. The standard of due diligence has to be more severe for the riskier activities].

[254] ITLOS, Responsibilities and obligations of States sponsoring persons and entities with respect to activities in the Area (Request for Advisory Opinion Submitted to the Seabed Disputes Chamber), op.cit., para. 131: [Having established that under the Nodules Regulations and the Sulphides Regulations, both sponsoring States and the Authority are under an obligation to apply the precautionary approach in respect of activities in the Area, it is appropriate to point out that the precautionary approach is also an integral part of the general obligation of due diligence of sponsoring States, which is applicable even outside the scope of the Regulations. The due diligence obligation of the sponsoring States requires them to take all appropriate measures to prevent damage that might result from the activities of contractors that they sponsor. This obligation applies in situations where scientific evidence concerning the scope and potential negative impact of the activity in question is insufficient but where there are plausible indications of potential risks. A sponsoring State would not meet its obligation of due diligence if it disregarded those risks. Such disregard would amount to a failure to comply with the precautionary approach].

[255] General Assembly, Report of the united nations conference on environment and development*, Rio de Janeiro, 3-14 June 1992, A/CONF.151/26 (Vol. I), principle 15, p. 3.

[256] ITLOS, Responsibilities and obligations of States sponsoring persons and entities with respect to activities in the Area (Request for Advisory Opinion Submitted to the Seabed Disputes Chamber), op.cit., para. 131.

climático y del exceso de CO2 en el medio marino se han hecho tan tangibles que algunos autores sostienen que vivimos en un mundo "post-precautorio"[257], sigue habiendo una notable incertidumbre científica en relación a la gravedad de los efectos acumulativos a largo plazo en el ecosistema marino por la acidificación. Por consiguiente, la aplicación del criterio de precaución sigue estando justificada, y la obligación de diligencia debida que se deriva de la Parte XII de la CONVEMAR ha de cumplirse. Esto subraya el argumento de que los Estados deben, como mínimo, cumplir plenamente los objetivos del Acuerdo de París a los efectos referidos.

No obstante, llevando esta línea de argumentación un paso más allá, podría incluso sostenerse que el pleno cumplimiento del Acuerdo de París no es suficientemente preventivo. A tal respecto, se calcula que la primera ronda de NDC presentadas por los Estados conducirá a un aumento de la temperatura de 2,7°C para finales de siglo, lo que tendría un impacto significativo en los océanos[258]. Los efectos del cambio climático -incluida la acidificación- en los ecosistemas marinos actualmente ya son graves, y van en aumento[259]. Es más, las medidas que se están adoptando a día de hoy ni siquiera bastan para evitar los efectos adversos del cambio climático. Adoptando un enfoque de precaución a la hora de diseñar medidas para combatir los efectos adversos del cambio climático en el medio marino englobando la acidificación, cabe argumentar que los Estados deben tener debidamente en cuenta dichos efectos en aras de cumplir con su obligación de diligencia debida en virtud de la Parte XII.

En consecuencia, procede argumentar, por un lado, que el régimen del cambio climático proporciona la *lex specialis* con respecto a la contaminación atmosférica, y no sería razonable esperar que los Estados vayan más allá de sus compromisos climáticos, especialmente cuando la CONVEMAR no proporciona ninguna orientación o norma adicional sobre lo que se requeriría para cumplir con la diligencia debida en tal

[257] HEINZERLING, L., "Climate change, human health, and the post-cautionary principle", Research Paper No. 4, O'Neill Institute for National and Global Health Law Scholarship, Georgetown University Law Center 2007.
[258] IPCC, "Cambio climático 2021: Bases físicas, Contribución del Grupo de Trabajo I al Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático", Resumen para responsables de políticas, Suiza, 2021, pp. 15-30.
[259]Véase: IPCC, "El océano y la criosfera en un clima cambiante, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático", Resumen para responsables de políticas, Suiza, 2019.

contexto[260]. Pero, por otro lado, como hemos subrayado con anterioridad, si se demuestra que los compromisos de la CMNUCC y del Acuerdo de París son claramente insuficientes para "prevenir, reducir y controlar" la contaminación que conduce a la acidificación de los océanos, parecería improcedente sostener que el cumplimiento de esos tratados constituye la "diligencia debida" en este marco. Como ya se ha comentado, aunque el régimen del cambio climático se está centrando cada vez más en las cuestiones relacionadas con los océanos, la acidificación de los océanos sigue siendo ignorada en gran medida, ya que ni la CMNUCC, ni el Acuerdo de París, proporcionan obligaciones especiales de reducción cuantitativa de las emisiones de CO2 a la atmósfera, ni fijan objetivos de limitación de variaciones en el pH del océano[261]. En esta línea, corresponde a cada Estado determinar cómo va a contribuir a limitar el aumento de la temperatura global (2º-1,5ºC). Y aunque cualquier medida adoptada puede, también, incidentalmente, mitigar la acidificación de los océanos (cuando, por ejemplo, la medida tiene por objeto reducir las emisiones de CO2), es totalmente posible que los Estados puedan cumplir sus obligaciones en virtud de la CMNUCC y del Acuerdo de París sin abordar la acidificación de los océanos.

[260] BOYLE, A., "Climate change, ocean governance and UNCLOS", en BARRETT, J., BARNES, R. (Eds.), *Law of the Sea: UNCLOS as a Living Treaty*, British Institute of International and Comparative Law, London, 2016, p. 222.

[261] De este modo, los Estados podrían cumplir plenamente el Acuerdo de París sin abordar de manera significativa la acidificación de los océanos. De ahí, que exista una disparidad entre las obligaciones del Acuerdo de París y las de la Parte XII de la CONVEMAR, en tanto que el cumplimiento del primero no siempre protege eficazmente el medio marino de los efectos adversos del cambio climático. Los Estados que adoptan medidas de mitigación de conformidad con sus obligaciones en virtud del Acuerdo de París pueden, incluso, optar por aplicar técnicas que secuestren CO2 en los sumideros; pero, de ese modo, (inadvertidamente) contribuyen a que la acidificación se agrave, lo que a su vez están obligados a prevenir en virtud de la CONVEMAR. Este fenómeno también se ha descrito como "desplazamiento de problemas", producido cuando la "solución" a un problema "transfiere" el problema a otro lugar, o lo transforma en otro problema. Véase: KIM, R. E., VAN ASSELT, H., "Global Governance: Problem Shifting in the Anthropocene and the Limits of International Law", en MORGERA, E., KULOVESI, K. (Eds.), *Research Handbook on international law and natural resources*, Edward Elgar Publishing, 2016, pp. 473–495. El desplazamiento de problemas plantea un reto de gobernanza adicional que es casi inevitable en un enfoque sectorial de la regulación de la contaminación marina. De hecho, podría considerarse que tanto la captura y almacenamiento de carbono en el océano, como las vías de fertilización de los océanos, transfieren una fuente de contaminación (CO2) de la atmósfera al océano o al lecho marino, y transforman potencialmente un problema (el CO2 atmosférico que contribuye al cambio climático) en otro (el aumento de la acidificación de los océanos). Así pues, la obligación de diligencia debida prevista en la CONVEMAR de "prevenir, controlar y reducir" la contaminación del medio marino causada por las emisiones de CO2 no siempre se cumple cuando los Estados acatan plenamente el Acuerdo de París. Este argumento puede corroborarse aún más aplicando el artículo 207.5 de la CONVEMAR, que establece una norma de conducta especialmente estricta ("reducir lo más posible") en cuanto a la liberación de sustancias tóxicas, perjudiciales o nocivas persistentes.

Por tanto, se argumenta aquí que la obligación de diligencia debida en virtud de la CONVEMAR de "prevenir, controlar y reducir" la contaminación del medio marino causada por la acidificación de los océanos no se cumple a través del mero cumplimiento de los compromisos derivados del régimen del cambio climático, excepto cuando las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC) también incluyan medidas concretas que se refieran de forma expresa a la acidificación de los océanos. Así pues, de acuerdo con Scott, los Estados Partes de la CONVEMAR deben "tomar medidas contra la acidificación de los océanos, además de, o, al menos, como parte de las medidas diseñadas para hacer frente al cambio climático"[262], si quieren cumplir con su obligación de diligencia debida para prevenir, reducir y controlar la contaminación derivada de la acidificación de los océanos según la Parte XII de la CONVEMAR[263].

Esta conclusión parece estar respaldada por el ODS 14.3 y otras resoluciones y decisiones no vinculantes, que piden a los Estados que desarrollen medidas específicas con respecto a la acidificación de los océanos, distintas y más allá de sus obligaciones en virtud del régimen de la CMNUCC, reconociéndose implícitamente que las obligaciones establecidas en el marco de la CMNUCC no abordan adecuadamente la acidificación de los océanos. Estos objetivos y metas, aunque expresados de forma no vinculante, también podrían informar sobre el contenido de la obligación de diligencia debida en virtud de la CONVEMAR para abordar la acidificación de los océanos.

Mientras tanto, si los Estados han de cumplir con su obligación de diligencia debida para prevenir, reducir y controlar la contaminación derivada de la acidificación de los océanos en virtud de la Parte XII de la CONVEMAR, deben adoptar medidas que se dirijan a la acidificación de los océanos además de, o, al menos, como parte de, sus

[262] SCOTT, K.N., "Ocean Acidification", *op.cit*., p. 126.

[263] La necesidad de adoptar un enfoque integrador para cumplir las obligaciones derivadas de los regímenes sobre el cambio climático y los océanos se ha reiterado con insistencia en otros foros internacionales, en particular por parte de la Asamblea General de Naciones Unidas en sus resoluciones anuales sobre los océanos desde 2007. En estas resoluciones, la Asamblea "alienta a todas las partes" a aplicar plenamente y ratificar el Acuerdo de París, reconociendo la importancia de concienciar sobre "los efectos adversos del cambio climático en el medio marino, la biodiversidad marina y el nivel del mar" (A/RES/75/239, 5 de enero de 2021, para. 208). Asimismo, los Estados partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica vienen subrayando repetidamente la necesidad de llevar a cabo una "implementación coherente, integrada y mutuamente beneficiosa" de las medidas adoptadas, en virtud del Acuerdo de París, el CDB y otros tratados, en el marco de las NDC y la acción climática nacional, teniéndose en cuenta la importancia de garantizar la integridad y funcionalidad de todos los ecosistemas, incluidos los océanos (CBD/COP/DEC/14/5, 30 de noviembre de 2018, para. 5).

medidas diseñadas para abordar el cambio climático. El Acuerdo de París ya proporciona un mecanismo para el desarrollo de tales medidas en el marco del proceso de las NDC, por el que los propios Estados determinan las acciones nacionales que contribuirán a alcanzar los objetivos generales del Acuerdo. Sobre esta base, se puede deducir que los Estados deberían alcanzar objetivos de reducción del CO2, presentados en las NDC (bajo el principio de progresividad), en virtud del Acuerdo de París, que les permita cumplir con las obligaciones del régimen del cambio climático y con la diligencia requerida, en virtud de la CONVEMAR, para proteger y preservar el medio marino de las fuentes de contaminación atmosférica[264]. En este sentido, el Proyecto de Directrices sobre la Protección de la Atmósfera de la CDI de 2018 recomienda que cuando los Estados adopten medidas para prevenir, reducir y controlar la contaminación atmosférica, las normas pertinentes del derecho internacional, incluido el derecho del mar, se interpreten y apliquen a fin de dar lugar a un solo conjunto de obligaciones compatibles,

[264] Los esfuerzos para hacer frente al cambio climático deben ser coherentes con los esfuerzos para hacer frente a la acidificación de los océanos. Bialek y Ariel sugieren que llevar la acidificación oceánica ante un tribunal internacional, como el TIDM, probablemente elevaría su perfil dentro de la CMNUCC y la situaría en un lugar más destacado de la agenda del régimen climático. Véase: BIALEK, D., ARIEL, J., "Ocean acidification: international legal avenues under the UN Convention on the Law of the Sea", en GERRARD, M.B., WANNIER, G.E. (Eds.), *Threatened Island Nations: Legal Implications of Rising Seas and a Changing Climate*, Cambridge University Press, Cambridge, 2013, pp. 473-530. Sin embargo, también se ha señalado que sería poco probable que los casos presentados en virtud de la CONVEMAR puedan prosperar si se alega que las partes no están cumpliendo sus obligaciones en el marco del régimen climático, especialmente dada la autonomía de la que disponen para la configuración nacional de cada NDC en virtud del Acuerdo de París. El artículo 4 del Acuerdo de París concede un amplio margen de discrecionalidad para establecer el contenido de la NDC, de forma que sí que se puede apreciar una "obligación de comportamiento", pero sin que se precise, en el tratado, el resultado en cuanto a su contenido u obligaciones cuantificadas de reducción del CO2. Asimismo, otra de las dificultades a la hora de presentar tales reclamaciones en el TIDM por las partes de la CONVEMAR radica en la atribución de responsabilidades, un área que está recibiendo cada vez más atención dentro de la comunidad investigadora, con una reciente publicación que atribuye el 55% de la acidificación global de los océanos a los mayores productores industriales de carbono durante el periodo 1880-2015. Véase: LICKER, R., et al., "Attributing ocean acidification to major carbon producers", *Environmental Research Letters*, Vol. 14, No. 12, 2019, p. 124060, disponible en: *https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab5abc/pdf*

en consonancia con los principios de armonización e integración sistémica[265] y el artículo 31, apartado 3, letra c), de la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados[266].

A los efectos que nos ocupan, la cuestión es más bien que los retos de gobernanza que plantean los efectos del cambio climático en los océanos son de tal naturaleza y alcance que las decisiones políticas o los esfuerzos de coordinación no pueden realizarse eficazmente en el marco del régimen del cambio climático o del régimen de los océanos por separado[267]. Otra opción, por ejemplo, podría ser que la Asamblea General de Naciones Unidas aprobase una resolución, sobre los océanos y el cambio climático, en la que se estableciesen prioridades y principios para una acción coordinada en los planos mundial y regional, en relación a la gestión del complejo régimen de acidificación de los océanos. En esta resolución, se podría instar a que las partes adoptasen un objetivo vinculante, relativo al mantenimiento de los niveles de pH de las aguas oceánicas, bajo los auspicios del régimen de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Se sabe que las resoluciones de la Asamblea no son directamente vinculantes, pero pueden ser persuasivas y convincentes para los Estados, como los demostró la resolución 44/225, relativa a la pesca con grandes redes pelágicas de deriva y a sus efectos sobre los recursos biológicos de los océanos y mares.

Otra vía pragmática para avanzar a este respecto sería la adopción de una opinión consultiva por parte de un tribunal internacional autorizado, como la Corte

[265] Parte de la doctrina considera que el artículo 31.3 c) de la Convención de Viena sobre el derecho de los tratados expresa un principio más general de interpretación de los tratados, a saber, el de la integración sistémica en el sistema jurídico internacional. El fundamento de este principio es que aunque los tratados tengan un objeto y ámbito de aplicación limitados, su existencia y funcionamiento dependen de que formen parte del sistema de derecho internacional. Como tales, deben "aplicarse e interpretarse a la luz de los principios generales del derecho internacional", de modo que un tratado se remite a dichos principios para todas aquellas cuestiones que no resuelvan expresamente. La aplicación de la cláusula del art. 31.3 c) de la Convención de Viena, para la interpretación de los tratados, está recibiendo una renovada atención tanto por otros tribunales internacionales, como por la CDI. Esta atención surge en un momento de creciente preocupación por la fragmentación del derecho internacional, una preocupación por la que la proliferación de regímenes convencionales particulares que conduzca no sólo a una estrecha especialización, sino a un conflicto entre normas internacionales. Véase: PAUWELYN, J., et al., *Conflict of norms in public international law. How WTO Law Relates to Other Rules of International Law*, Cambridge, Cambridge University Press, 2009.

[266] CDI, Texto del proyecto de directrices sobre la protección de la atmósfera, Directriz 9, Informe de la Comisión de Derecho Internacional, 70º período de sesiones (30 de abril a 1 de junio, y 2 de julio a 10 de agosto de 2018), A/73/10, p. 204, disponible en: *https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G18/252/70/PDF/G1825270.pdf?OpenElement*

[267] HEY, E., "Regime Interaction and Common Interests in Regulating Human Activities in Areas Beyond National Jurisdiction", en TREVISANUT, S., GIANNOPOULOS, N., HOLST, R.R. (Eds.), *Regime interaction in ocean governance: problems, theories and methods*, Brill Nijhoff, 2020, pp. 85-123.

Internacional de Justicia (CIJ) o el TIDM[268]. Los tribunales internacionales, en particular la CIJ, han desempeñado un papel primordial en el desarrollo del derecho medioambiental internacional. La CIJ ha sido descrita como una defensora del derecho ambiental internacional, y el TIDM, en su relativamente breve historia, se ha forjado una reputación como tribunal progresista, concretamente, en el desarrollo de los principios sobre la protección y preservación del medio marino. Una opinión consultiva de cualquiera de estos tribunales que aborde específicamente la relación entre el Acuerdo de París y la CONVEMAR, y, más concretamente, las obligaciones jurídicas que se derivan de su aplicación combinada a la preservación de los océanos en el contexto del cambio climático y la contaminación marina por gases de efecto invernadero, podría eliminar, en gran parte, la incertidumbre que rodea a estas cuestiones. Idealmente, se abordaría el estándar de diligencia debida exigido a los Estados en virtud de la Parte XII de la CONVEMAR para proteger el medio marino de los efectos nocivos del cambio climático, en particular, la acidificación.

De hecho, hay que destacar, como se hizo alusión anteriormente, que el régimen climático está evolucionando para prestar mayor atención a la relación entre el clima y los océanos, tanto en términos de impacto, como de mitigación. A modo ilustrativo, en la COP23, se puso en marcha el consorcio de la ruta de los océanos (*Oceans Pathway Partnership*), que defiende "aumentar el papel de las consideraciones oceánicas en el proceso de la CMNUCC y aumentar significativamente la acción en las áreas prioritarias que impactan o son impactadas por el océano y el cambio climático"[269]. Por ende, se pretende aumentar el papel de las consideraciones oceánicas en los procesos de la CMNUCC e intensificar las medidas relacionadas con los océanos y el cambio climático, incluso como parte de las NDC y del proceso de balance mundial. Posteriormente, en su Informe sobre los Océanos de 2018[270], el Secretario General de Naciones Unidas elogió este hecho como "un avance muy positivo". Asimismo, en la COP 25 de 2019 se solicitó

[268] Véase: MIRASSOU, M. C., La competencia consultiva del Tribunal Internacional del Derecho del mar en el contexto del régimen de los océanos, *Revista de la Secretaría del Tribunal Permanente de Revisión*, 2(4), 2014, pp. 93-108.

[269]Véase: The Ocean Pathway: Towards an Ocean Inclusive UNFCCC Process, disponible en: *https://cop23.com.fj/the-ocean-pathway/*.

[270] ASAMBLEA GENERAL, Los océanos y el derecho del mar, Informe del Secretario General, A/73/368, 5 de septiembre de 2018, para. 76.

al Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (OSACT) que iniciase un "diálogo sobre los océanos" para presentar aportaciones sobre cómo podrían reforzarse las medidas de mitigación y adaptación en la interfaz clima-océanos[271]. El Pacto Glasgow, adoptado en la COP26 de 2021, solicitó a la Presidencia del OSACT que organizase este diálogo e informase sobre él anualmente a partir de 2022. Además, invitó a los programas de trabajo y órganos pertinentes constituidos en el marco de la CMNUCC a "estudiar cómo integrar y reforzar la acción basada en los océanos en sus mandatos y planes de trabajo actuales", y a informar al respecto[272]. Aunque la redacción de esta decisión sigue siendo muy genérica, y no se han identificado objetivos concretos ni áreas prioritarias, es la primera vez que una decisión de la COP integra oficialmente el océano en todas las áreas de trabajo. A pesar de ello, en la actualidad, sigue faltando algún tipo de coordinación institucional decidida para facilitarlo por parte del régimen del cambio climático, percibiéndose desde la base una creciente atención al nexo entre el clima y los océanos. Aun así, podemos ver que las perspectivas de desarrollar medidas en el marco del régimen del cambio climático centradas en la acidificación de los océanos pueden mejorar, y dado que la CONVEMAR es un tratado "vivo", esas futuras medidas serán relevantes para la aplicación del artículo 212 de la CONVEMAR[273].

Como observa Redgwell, "aunque la dirección de la marcha en la gobernanza del clima y los océanos es hacia procesos de integración y evitación de conflictos, persiste cierto grado de miopía mutua"[274], por lo que se hace necesaria una mayor coordinación interinstitucional entre la CMNUCC, la CONVEMAR, el CDB y los órganos de tratados regionales[275]. El preámbulo de la CMNUCC reconoce que "el cambio climático y sus

[271] UNFCCC, Conference of the Parties (COP), Decisión 1/CP.25, para. 31, disponible en: *https://unfccc.int/documents/210471*

[272] UNFCCC, Conference of the Parties (COP), Decision -/CP.26, Glasgow Climate Pact, 2021, paras. 60-61, disponible en: *https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cop26_auv_2f_cover_decision.pdf*

[273] REDGWELL, C., "Treaty Evolution, Adaptation and Change: Is the LOSC 'Enough' to Address Climate Change Impacts on the Marine Environment?", *The International Journal of Marine and Coastal Law*, Volume 34, Issue 3, Brill Nijhoff, 2019, p. 440.

[274] REDGWELL, C., "Treaty Evolution, Adaptation and Change: Is the LOSC 'Enough' to Address Climate Change Impacts on the Marine Environment?", *The International Journal of Marine and Coastal Law*, Vol. 34, No. 3, 2019, pp. 456-457.

[275] En este sentido, la creación de foros intergubernamentales de debate y discusión son valiosos para el propósito, aunque se deriven de ellos recomendaciones o buenas prácticas. Por ejemplo, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Océanos, cuya última edición tuvo lugar en 2022 en Lisboa, proporciona un foro interinstitucional de colaboración sobre cuestiones oceánicas y costeras dentro del sistema de Naciones Unidas, y viene asumiendo un papel importante para el impulso político y el consenso en cuanto a la relación entre los océanos y el sistema climático, incluyendo una serie de eventos conjuntos con la

efectos adversos son una preocupación común de la humanidad". El preámbulo de la CONVEMAR reconoce que "los problemas de los espacios marinos están estrechamente relacionados entre sí y han de considerarse en su conjunto". El preámbulo del CDB reconoce que "es vital prever, prevenir y atacar en su fuente las causas de reducción o pérdida de la diversidad biológica". La voluntad política de los Estados debiera, pues, centrarse en desarrollar una implementación coherente, integrada y mutuamente beneficiosa de las medidas adoptadas, en virtud del Acuerdo de París, el CDB y la CONVEMAR, teniéndose en cuenta la importancia de garantizar la integridad y funcionalidad de todos los ecosistemas, incluidos los océanos, frente a los efectos adversos del cambio climático.

3.2.2 Los otros instrumentos sectoriales de control de aquella contaminación marina que puede exacerbar la acidificación y sus efectos: remisión a reglas externas y convenidas internacionalmente

La CONVEMAR exige que los Estados cooperen en la formulación y elaboración de "reglas, estándares, así como de prácticas y procedimientos recomendados" para la protección y preservación del medio marino.

Esta obligación se repite de diversas formas en numerosas disposiciones de la Parte XII de la Convención. Son estas reglas y normas internacionales, que se establecerán principalmente a través de organizaciones internacionales y conferencias diplomáticas, las que pueden considerarse vías para hacer operativas y aplicables obligaciones generales establecidas por la CONVEMAR, proporcionando instrucciones sobre lo que exige la obligación general[276].

CMNUCC. En la anterior edición, de 2017, celebrada en Nueva York, las cuestiones propuestas para fomentar el diálogo político respecto de la acidificación fueron, por ejemplo: ¿Cómo mejorar las mediciones de la acidificación de los océanos a nivel nacional, regional y mundial?; ¿Qué medidas de adaptación pueden adoptarse para mejorar la sostenibilidad de los recursos y los ecosistemas de los que dependen frente al estrés de la acidificación de los océanos?; ¿Qué medidas eficaces de mitigación y adaptación existen en la actualidad y qué otras nuevas pueden poner en marcha?. Véase: The Ocean Conference, Partnership dialogue 3: Minimizing and addressing ocean acidification, June 2017, New York, p. 12, disponible en: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/14426Partnershipdialogue3.pdf

[276] ROTHWELL, D., STEPHENS, T., "Dispute Resolution and the Law of the Sea: Reconciling the Interaction Between the LOS Convention and Other Environmental Instruments", en ELFERINK, A.G., ROTHWELL, D.R. (Eds.), *Oceans Management in the 21st Century: Institutional Frameworks and Responses*, Brill Nijhoff, 2004, p.209.

La incorporación de estas reglas y normas externas a la CONVEMAR actúa para llenar los vacíos dejados por el acuerdo más general, permitiendo, de este modo, la negociación de mayores detalles según fuere necesario, así como el desarrollo de normas para circunstancias imprevistas[277]. A este respecto, la Convención proporciona un marco jurídico general para la protección y conservación del medio marino y otros acuerdos, a su vez, proporcionan normas detalladas para cumplir las obligaciones de la CONVEMAR. De este modo, la Convención "vive dentro de esos otros tratados"[278], de los que se espera "se lleven a cabo de forma coherente con los principios y objetivos generales" de la CONVEMAR[279]. Así, los regímenes externos que desempeñan un papel en la protección y preservación del medio marino deben aplicarse de forma tal que refuercen y apoyen mutuamente a la Convención. A la luz de lo indicado, la CONVEMAR puede percibirse como un Convenio marco que reúne otros acuerdos pertinentes que proporcionan las normas, los reglamentos y organismos de aplicación para hacer operativas sus obligaciones.

Aunque estos acuerdos externos no impongan necesariamente a las partes la obligación explícita de abordar la acidificación de los océanos, el cumplimiento de la CONVEMAR así lo exige. Por lo anterior, estos acuerdos externos deben leerse teniendo en cuenta las obligaciones de la Convención en lo referente a la adopción de medidas específicas sobre la acidificación de los océanos, según hemos explicado anteriormente. Aunque en la CMNUCC no se menciona explícitamente la acidificación de los océanos, el cumplimiento de las obligaciones de la CONVEMAR, como postula Harrison, requiere que los Estados consideren la acidificación de los océanos como parte de sus medidas más amplias de mitigación del cambio climático[280]. Por otro lado, Boyle sostiene que la Parte XII de la CONVEMAR exige a los Estados que apliquen el Acuerdo de París, pero no que vayan más allá[281]. Según Boyle, ello sería incompatible con el artículo 193 de la

[277] REDGWELL, C., "The never ending story: the role of GAIRS in UNCLOS implementation in the offshore energy sector" en BARRET, J., BARNES, R. (Eds.), *Law of the Sea: UNCLOS as a living treaty*, British Institute of International and Comparative Law, London, 2016, p. 167.
[278] Ibídem, p. 34.
[279] Artículo 237.2 de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, 10 de diciembre de 1982.
[280] Véase: HARRISON, J., *Saving the oceans through law: The international legal framework for the protection of the marine environment*, Oxford University Press, 2017.
[281] BOYLE, A., "Litigating climate change under Part XII of the LOSC", *The International Journal of Marine and Coastal Law*, Vol. 34, No. 3, 2019, pp. 470-471.

CONVEMAR, que se refiere al "derecho soberano de los Estados de explotar sus recursos naturales con arreglo a su política en materia de medio ambiente, y de conformidad con su obligación de proteger y preservar el medio marino"[282]. Tal interpretación, argumenta el autor, sería incompatible con la doctrina de la *lex specialis*. La doctrina de la *lex specialis* implica que si un asunto está regulado tanto por una norma general, como por una norma más específica, esta última debe prevalecer sobre la primera[283]. Aplicando este razonamiento a las cuestiones que nos atañen, el autor parece sugerir que el Acuerdo de París -como norma más específica- debería prevalecer sobre la Parte XII de la CONVEMAR. Sin embargo, en su Informe sobre la Fragmentación del Derecho Internacional, la CDI consideró que "la norma específica se debe leer e interpretar dentro de los límites o del marco de la norma general"[284].

Así pues, interpretar las obligaciones del Acuerdo de París en este contexto significa que los Estados deben tener debidamente en cuenta el impacto del cambio climático en los océanos, lo que les obliga a adoptar medidas específicas hacia tal fin, en particular, mitigar la acidificación. Tal interpretación es, contrariamente a la opinión de Boyle, perfectamente compatible con el artículo 193, que pretende salvaguardar un cierto margen de discrecionalidad para los Estados a la hora de equilibrar su desarrollo económico con la protección del medio ambiente. Interpretar el Acuerdo de París teniendo debidamente en cuenta las cuestiones marinas no exige necesariamente que los Estados reduzcan sus emisiones de todos los gases efecto invernadero, sino, simplemente, que adopten un conjunto de medidas específicas para combatir la acidificación y mejoren la investigación científica sobre los efectos acumulativos del cambio climático en los océanos. En concreto, se exige a los Estados que reduzcan las emisiones de CO2 para controlar la acidificación de los océanos, habida cuenta de que es el gas de efecto invernadero el causante principal de la misma. Consecuentemente, los esfuerzos para hacer frente al cambio climático deben ser coherentes con los

[282] Ibídem, p. 472.
[283] CDI, Fragmentación del Derecho Internacional: Dificultades derivadas de la Diversificación y Expansión del Derecho Internacional, Documento A/CN.4/L.682 y Add.1*, para. 56, en CDI, *Anuario de la Comisión de Derecho Internacional*, Volumen II, Nueva York, A/CN.4/SER.A/2006/Add.1 (Part 1/Add.2), disponible en: *https://legal.un.org/ilc/publications/yearbooks/spanish/ilc_2006_v2_p1_add2.pdf*
[284] Ibídem.

esfuerzos para hacer frente a la acidificación de los océanos, de tal modo que la norma específica y la norma general queden alineadas en la medida de lo posible.

Un medio eficaz de informar la acción en el marco de la CMNUCC sería, a este respecto, que las partes estableciesen una línea divisoria para la acidificación de los océanos que no se debiera sobrepasar. Un límite claramente designado podría recogerse en las contribuciones determinadas a nivel nacional, que deben aumentar en ambición (principio de progresión) con cada nueva presentación. Los compromisos nacionales para mantener un límite de acidificación implicarían, esencialmente, el compromiso de fijar vías de reducción de emisiones con preferencia al CO2 y conducentes hacia la evitación del uso de técnicas de reducción de emisiones que agraven la acidificación de los océanos[285]. Tales compromisos estarían en sinergia con los compromisos derivados de la CONVEMAR, ya que cualquier esfuerzo para abordar el cambio climático que pueda exacerbar la acidificación de los océanos, incluido el uso de algunas técnicas de geoingeniería marina[286], o el almacenamiento de CO2 en la columna de agua[287], probablemente entraría en conflicto con las disposiciones de la CONVEMAR para proteger y preservar el medio marino (artículo 192), no transferir los daños de un tipo de contaminación a otro (artículo 195), y evitar la contaminación derivada del uso de tecnologías (artículo 196).

Dicha interpretación para limitar el uso de la geoingeniería marina e impedir el almacenamiento de CO2 en la columna de agua es acorde al Protocolo de 1996 relativo al Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias de 1972[288] (Protocolo de Londres).

---

[285] Véase: HARROULD-KOLIEB, E. R., "(Re)Framing ocean acidification in the context of the United Nations Framework Convention on climate change (UNFCCC) and Paris Agreement", *Climate Policy*, Vol. 19, Issue 10, 2019, pp. 1225-1238.

[286] WILLIAMSON, P., TURLEY, C., "Ocean acidification in a geoengineering context. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, Vol. 370, Nº.1974, 2012, pp. 4317-4342.

[287] Véase: BARRY, J.P., et al., "Effects of direct ocean CO 2 injection on deep-sea meiofauna", *Journal of Oceanography*, Vol. 60, 2004, pp. 759-766.

[288] Ratificado por España: Instrumento de ratificación del Protocolo de 1996 relativo al Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias, 1972, hecho en Londres el 7 de noviembre de 1996 (BOE-A-2006-5804, de 31 de marzo de 2006), disponible en: *https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2006-5804*

En virtud del Protocolo de Londres, se prohíbe el vertido de los desechos u otras materias[289], salvo los enumerados en su Anexo 1, lo que significa que está prohibida la eliminación de CO2 en el medio marino, así como las actividades de geoingeniería que requieran la colocación de materia en el medio marino, como la fertilización de los océanos[290].

En el año 2005, las partes en la 27ª Reunión Consultiva de las Partes Contratantes del Convenio de Londres expresaron su preocupación por las implicaciones de la acidificación de los océanos para el medio marino, reconociendo que la captura y el almacenamiento de CO2 era una de las opciones para abordar tanto la acidificación, como el cambio climático, e interpretaron que la regulación de tales actividades entraba en el ámbito del Convenio y el Protocolo de Londres[291].

[289] En virtud de los artículos 210 y 2016, que hacen referencia a la contaminación por vertimiento en el medio marino, se exige que los Estados procuren establecer y aplicar reglas y estándares internacionales, por conducto de las organizaciones internacionales competentes, para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino por vertimiento. Las reglas y estándares internacionales a que se refiere la CONVEMAR figuran en el Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias de 1972 y el Protocolo de 1996 al Convenio. Ambos establecen un régimen jurídico para regular el vertimiento de desechos y otras materias en los océanos.

[290] El objetivo del Convenio y el Protocolo de Londres es el fomento del control efectivo de todas las fuentes de contaminación del mar. Las Partes tomarán medidas efectivas para prevenir la contaminación del medio marino causada por el vertimiento en el mar (véanse los artículos I y II del Convenio y el artículo 2 del Protocolo). El propósito del Convenio de Londres radica en el control de todas las fuentes de contaminación del mar y en la prevención de la contaminación del mar mediante la reglamentación del vertimiento en el mar de materiales de desecho. Se aplica un planteamiento denominado "lista negra y gris" a los desechos cuyo vertimiento en el mar puede considerarse en función del peligro que presentan para el medio ambiente. El vertimiento de los desechos que figuran en la lista negra está prohibido. Para el vertimiento de los materiales enumerados en la lista gris se exige un permiso especial expedido bajo un estricto control por una autoridad nacional designada y a condición de que se cumplan ciertos requisitos. Todos los demás materiales y sustancias pueden verterse tras haberse expedido un permiso de carácter general. El propósito del Protocolo es similar al del Convenio, pero el Protocolo es más restrictivo: se ha incluido un "planteamiento preventivo" como obligación general y se ha adoptado un procedimiento correspondiente a una "lista de vertidos permitidos" cuya aplicación implica que todo vertimiento está prohibido a menos que se permita explícitamente, que la incineración de desechos en el mar está prohibida, y que la exportación de desechos para su vertimiento o incineración en el mar está prohibida. Se han incluido procedimientos para un cumplimiento de mayor ámbito y disposiciones sobre asistencia técnica, mientras que las nuevas Partes Contratantes pueden acogerse a un periodo provisional para introducir gradualmente el cumplimiento del Protocolo a lo largo de cinco años, a condición de que se satisfagan ciertas condiciones. Véanse: VANDER ZXAAG, D.L., DANIEL, A., "International Law And Ocean Dumping: Steering A Precaution Course Aboard The 1996 London Protocol, But Still An Unfinished Voyage", en CHIRCOP, A., MCDORMAN, T., ROLSTON, S. (Eds.), *The Future of Ocean Regime-building: Essays in Tribute to Douglas M. Johnston*, Brill Nijhoff, 2009, pp. 515-550; SIELEN, A.B., "The new international rules on ocean dumping: promise and performance", *Georgetown International Environmental Law Review*, Vol. 21, 2009, pp. 295-336.

[291] IMO, Report of the 27th Consultative Meeting of Contracting Parties to the Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and other Matter 1972 of 24-28 October 2005, LC 27/16 of 16 December 2005, section 6.

Ello condujo a la modificación del Protocolo para permitir la colocación de CO2 en formaciones geológicas del subsuelo[292]. El Anexo 1 ahora establece que "los flujos de dióxido de carbono, procedentes de procesos de captura para secuestro, sólo podrán considerarse para vertido si se vierten en una formación geológica del subsuelo marino y se componen mayoritariamente de dióxido de carbono"[293]. El calificativo de vertido en una "formación geológica del subsuelo marino" es significativo, ya que se reconoce que el almacenamiento de CO2 en el lecho marino o en la columna de agua constituye una técnica que sigue estando prohibida en virtud del Protocolo[294]. No obstante, las Partes han reconocido que el secuestro de CO2 dentro de formaciones geológicas sigue corriendo el riesgo de exacerbar la acidificación de los océanos, especialmente en caso de fuga.

Con el fin de minimizar estos riesgos, en 2012, se adoptaron unas "Directrices específicas para la evaluación del dióxido de carbono destinado a ser vertido en formaciones geológicas del subsuelo marino"[295]. Estas directrices destacan los posibles efectos negativos de las fugas de CO2, sobre todo en relación a los cambios del pH del agua circundante y los consiguientes efectos biológicos y ecológicos[296]. Por tanto, el secuestro de CO2 en una formación geológica del subsuelo marino es una de las opciones de eliminación aceptadas en el marco del Protocolo, prohibiendo éste el secuestro de CO2 en la columna de agua[297]. Ahora bien, las Directrices específicas para la evaluación del dióxido de carbono vertido en formaciones geológicas del subsuelo

[292] Resolution LP.1(1) on the amendment to include CO2 sequestration in sub-seabed geological formations in Annex 1 to the London Protocol (Adopted on 2 November 2006).

[293] Protocol to the Convention on the prevention of marine pollution by dumping of wastes and other matter, 1972 (as amended in 2006), art. 1.8, disponible en: *https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/PROTOCOLAmended2006.pdf*

[294] Véanse: FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, P.A., El almacenamiento de dióxido de carbono en los espacios marinos de la Unión Europea, *Cuadernos europeos de Deusto*, 42, 2010, pp.73-100; FRIEDRICH, J., "Carbon capture and storage: A new challenge for international environmental law", *Zeitschrift für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht*, Vol. 67, Nº1, 2007, pp. 211-227.

[295] Specific Guidelines for the assessment of carbon dioxide for disposal into sub-seabed geological formations, Adopted 2 November 2012, (LC 34/15, annex 8), disponible en: *https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/2012%20SPECIFIC%20GUIDELINES%20FOR%20THE%20ASSESSMENT%20OF%20CARBON%20DIOXIDE.pdf*

[296] Ibídem, para. 7.2.

[297] FENNEL, K., VANDERZWAAG, D.L., Ocean Acidification: Scientific Surges, Lagging Law and Policy Responses, en WARNER, R., KAYE, S. (Eds.), *Routledge Handbook of Maritime Regulation and Enforcement*, Routledge, New York, 2016, p. 352.

marino desarrollan varias consideraciones que los responsables de la toma de decisiones deben considerar al decidir si autorizan o no su secuestro del lecho marino, como por ejemplo, si estuviesen disponibles otras opciones de eliminación, o si pudiera haber riesgo de posibles vías de fuga, teniéndose en cuenta los posibles efectos ambientales asociados, incluidos los cambios en el pH del agua marina.

Las Partes también han reconocido la acidificación de los océanos, o la disminución del pH del agua de mar, como un riesgo potencial derivado de la fertilización de los océanos[298]. Esto ha ocurrido en relación con las preocupaciones planteadas dentro del régimen de vertidos sobre la eficacia de la fertilización de los océanos[299] y sus posibles impactos negativos en el medio ambiente marino.

En 2008, las Partes acordaron que "el alcance del Convenio y Protocolo de Londres incluye las actividades de fertilización de los océanos"[300]. La resolución determinó que "dado el estado actual de los conocimientos, no deben permitirse actividades de fertilización de los océanos que no sean investigaciones científicas legítimas"[301].

En 2013, se adoptó otra resolución, en esta dirección, para enmendar el Protocolo de Londres en aras de regular el depósito de materias para la fertilización de los océanos y otras actividades de geoingeniería marina[302]. La inclusión del artículo 6bis

[298] Resolution LC-LP.2 (2010) on the assessment framework for scientific research involving ocean fertilization (Adopted on 14 October 2010), para. 3.4.2, apartado 2.4.

[299] La fertilización oceánica es una propuesta de remoción de CO2 que consiste en verter grandes cantidades de micronutrientes o macronutrientes (hierro o urea) en zonas oceánicas con baja productividad biológica, para estimular el crecimiento del fitoplancton. La hipótesis que subyace a los proyectos de fertilización oceánica es que el mayor crecimiento del fitoplancton absorberá más CO2 atmosférico y almacenará carbono a medida que muere y se hunde en el fondo del océano. En los últimos 30 años, se han realizado experimentos de fertilización en mar abierto. Ninguno ha logrado demostrar que la fertilización oceánica sea una forma efectiva de almacenamiento de carbono. Algunos científicos advierten que la fertilización oceánica podría crear "zonas muertas" desoxigenadas y agotar los nutrientes que alimentan el crecimiento de fitoplancton en otras zonas. Estas son algunas de las razones por las que en los marcos del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y el Convenio de Londres sobre la Prevención de la Contaminación del Mar se adoptaron decisiones para regular estrictamente las actividades de fertilización oceánica.

[300] Resolution LC-LP.1 (2008) on the regulation of ocean fertilization (adopted on 31 october 2008), The thirtieth meeting of the Contracting Parties to the London Convention and the third meeting of the contracting parties to the London Protocol, LC 30/16, para. 1.

[301] Ibídem, para 8.

[302] Resolution LP.4 (8) on the amendment to the London Protocol to regulate the placement of matter for ocean fertilization and other marine geoengineering activities (Adopted on 18 October 2013). La enmienda aún no ha entrado en vigor.

impone a las partes la obligación de no permitir "el vertido de materia en el mar desde buques, aeronaves, plataformas u otras estructuras artificiales en el mar para las actividades de geoingeniería marina enumeradas en el anexo 4", entre las que se encuentra la fertilización del océano. Otra resolución (LC-LP.2 (2010)) sobre el "Marco de Evaluación para la Investigación Científica Relacionada con la Fertilización de los Océanos", determina que los proyectos de investigación propuestos deben ser evaluados para determinar si se califican como investigación científica legítima en aras de obtener permiso para realizar actividades de fertilización. Se han expresado preocupaciones similares en resoluciones adoptadas en el marco del Convenido de Diversidad biológica[303], solicitando a las partes que no se lleven a cabo actividades de geoingeniería relacionadas con el clima que puedan afectar a la biodiversidad, hasta que exista una base científica adecuada para justificar dichas actividades y una consideración apropiada de los riesgos asociados[304].

En relación con la contaminación del medio marino por vertimiento, la CONVEMAR determina, en su artículo 2010 apartado 6, que los Estados dicten leyes y reglamentos para prevenir, reducir y controlar esta forma de contaminación, determinándose que dichos instrumentos normativos no pueden ser "menos eficaces que las reglas y estándares de carácter mundial". Dado que las reglas y estándares de carácter mundial relativas al vertido están establecidos por el Convenio y el Protocolo de Londres[305], se deduce que la colocación de CO2 en la columna de agua o en el lecho marino, y el despliegue de actividades de fertilización con hierro, se consideran vertidos de conformidad con el artículo 210, y, por tanto, deben regularse para prevenir y evitar daños al medio marino.

Por otro lado, en relación con la contaminación del medio marino causada por buques, el artículo 211 de la CONVEMAR establece que "los Estados, actuando por conducto de la organización internacional competente o de una conferencia diplomática

[303] Decision adopted by The Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its ninth meeting, IX/16 Biodiversity and climate change, UNEP/CBD/COP/DEC/IX/16, 9 October 2008, p. 7, disponible en: *https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-09/cop-09-dec-16-en.pdf.*

[304] Decision adopted by The Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its tenth meeting, X/33. Biodiversity and climate change, UNEP/CBD/COP/DEC/X/33, 29 October 2010, p. 5, disponible en: *https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-33-en.pdf.*

[305] SILBER, G.K., et al., "The role of the International Maritime Organization in reducing vessel threat to whales: Process, options, action and effectiveness", *Marine Policy*, Vol. 36, No. 6, 2012, pp. 1221-1233.

general, establecerán reglas y estándares de carácter internacional para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino causada por buques". El principal instrumento de la Organización Marítima Internacional (OMI) que regula la contaminación procedente de los buques, que los Estados deben aplicar y hacer cumplir en virtud de la CONVEMAR, es el Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques, de 1973, conocido como MARPOL[306], modificado por el Protocolo de 1978 relativo al mismo[307]. Estas "reglas y estándares de carácter internacional para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino causada por buques" se han ampliado para incluir la contaminación atmosférica procedente de los buques en virtud del Anexo VI revisado, en vigor desde 2005, que ahora incluye normas para las emisiones de CO2 y de óxidos de azufre y nitrógeno (SOx y NOx). El CO2 procedente del transporte marítimo representa aproximadamente el 2,2% de las emisiones mundiales, y aunque su reducción contribuirá a mitigar la acidificación de los océanos en todo el mundo, su aportación es relativamente pequeña[308].

No obstante, las posibles medidas adicionales sobre las emisiones de gases de efecto invernadero han sido controvertidas[309]. Han surgido tensiones sobre si debería aplicarse un principio común pero diferenciado en el contexto del transporte marítimo. También se ha debatido si deberían adoptarse medidas basadas en el mercado, por ejemplo, mediante la aplicación de un impuesto sobre el uso de combustibles fósiles o

[306] Véase: Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL), disponible en: *https://www.imo.org/es/About/Conventions/Paginas/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx.*

[307] Disponible en: *https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume%201340/volume-1340-A-22484-English.pdf* .

[308] Las Reglas para la prevención de la contaminación atmosférica por los buques en forma de un nuevo anexo VI de MARPOL 73/78, adoptadas en 1997 y que entraron en vigor en 2005, se modificaron en 2011 añadiendo un nuevo capítulo 4 titulado "Reglas de eficiencia energética de los buques". Las partes acordaron establecer el primer régimen mundial obligatorio de reducción de gases de efecto invernadero para un sector industrial internacional. El régimen obligatorio tiene por objeto limitar o reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de los buques, lo que incluye la adopción de medidas técnicas y operativas. Éstas están diseñadas para proporcionar mejores prácticas para una máxima eficiencia: Índice de Diseño de Eficiencia Energética para buques nuevos y el Plan de gestión de la eficiencia energética del buque para buques nuevos y existentes. Estas modificaciones entraron en vigor el 1 de enero de 2013. Véase: MARFFY-MANTUANO, A., "The Law of the Sea and the Acidification of the Ocean", en FERÁNDEZ SÁNCHEZ, P.A., *New approaches to the law of the sea: (in honor of ambassador José Antonio de Yturriaga-Barberán)*, Nova Science Publishers, 2017, p. 206.

[309] MOLENAAR, E.J., "Shipping: Vessel-source Pollution", en WARNER, R., KAYE, S. (Eds.), *Routledge Handbook of Maritime Regulation and Enforcement*, Routledge, New York, 2016, pp. 176-190.

el establecimiento de objetivos de reducción de emisiones[310]. Quizá sea más significativo el potencial para limitar la exacerbación de la acidificación oceánica a nivel local mediante la reducción de las emisiones de SOx y NOx. Se calcula que estas emisiones en zonas muy transitadas provocan una cantidad equivalente de acidificación de los océanos a las emisiones globales de CO2[311].

3.3. LA ADOPCIÓN DE UN ACUERDO DE APLICACIÓN INDEPENDIENTE: EL NUEVO INSTRUMENTO INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA MARINA EN ZONAS SITUADAS MÁS ALLÁ DE LA JURISDICCIÓN NACIONAL

Las emisiones de dióxido de carbono son, en su mayor parte, el resultado de actividades terrestres, por lo que, en última instancia, corresponde a cada Estado Parte adoptar las leyes y reglamentos necesarios para prevenir, reducir y controlar las emisiones que producen la acidificación de los océanos. A pesar de lo anterior, cualquier acción significativa para mitigar la acidificación de los océanos requeriría una acción colectiva. A este respecto, es oportuno recordar que aunque la CONVEMAR prevé una Conferencia de las Partes[312], ésta no se ocupa tradicionalmente de cuestiones de fondo. Y, por otra parte, a diferencia de lo que ocurre en el régimen del cambio climático (con las respectivas COPs), tampoco puede crear obligaciones para los Estados partes de la Convención, ni adoptar resoluciones que interpreten o completen, para dar efectividad, las disposiciones individuales del tratado.

Kim sugiere que la adopción de un acuerdo de aplicación sobre las fuentes terrestres de contaminación marina podría ser una vía para combatir la acidificación de los océanos mediante la regulación del CO2[313]. Una opción aplicable sería que las Partes adoptaran un acuerdo de aplicación independiente para abordar con detalle y efectividad el fenómeno de la acidificación en cumplimiento de sus obligaciones generales derivadas de la parte XII de la CONVEMAR. Dicho acuerdo podría ser específico para la acidificación de los océanos, o podría haberse incorporado al proceso que se desarrolló para la adopción de un instrumento jurídicamente vinculante a nivel

[310] Sobre estos aspectos, véase el capítulo III de este trabajo.
[311] HASSELLÖV, I.M., et al., "Shipping contributes to ocean acidification", *Geophysical Research Letters*, Vol. 40, No. 11, 2013, pp. 2731-2736.
[312] Artículo 319.2.
[313] KIM, R.E., "Is a new multilateral environmental agreement on ocean acidification necessary?", *Review of European Community & International Environmental Law*, Vol. 21, No. 3, 2012, vol. 21, p. 257.

internacional para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica en las zonas situadas fuera de la jurisdicción nacional. Sin embargo, a efectos prácticos, la elaboración de un acuerdo de aplicación de la CONVEMAR, en relación a la acidificación, no es una opción especialmente viable, ya que la adopción de un acuerdo de este tipo requiere un período de tiempo considerable (como demuestran las negociaciones del instrumento jurídicamente vinculante a nivel internacional para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica en las zonas situadas fuera de la jurisdicción nacional). Y, por otro lado, los Estados acaban de salir de un largo proceso de negociación para gestionar la diversidad biológica marina más allá de la jurisdicción nacional, por lo que habría poca voluntad política para entablar nuevas negociaciones en relación con este asunto.

La cuestión relativa a la gestión de la diversidad biológica marina más allá de la jurisdicción nacional se exploró, por primera vez en 2004, en el marco de las reuniones del Proceso abierto de consultas oficiosas de las Naciones Unidas sobre océanos y el derecho del mar. Tras ello, la Asamblea General autorizó el establecimiento de un Grupo de Trabajo *ad hoc* oficioso de composición abierta encargado de analizar cuestiones relacionadas con la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica marina más allá de las áreas de jurisdicción nacional. El Grupo de Trabajo se reunió ocho veces entre 2006 y 2015. Las primeras sesiones del Grupo de Trabajo, entre 2006, se caracterizaron por la falta de acuerdo sobre la forma de abordar las cuestiones sustantivas que se plantearon[314]. Por ejemplo, si bien algunos Estados estaban dispuestos a negociar un acuerdo de implementación de la CONVEMAR sobre las referidas cuestiones, otros Estados argumentaron que los desafíos existentes para la gestión de la biodiversidad eran causa de una implementación deficiente de instrumentos jurídicos existentes, por lo que no se requería la negociación de otro nuevo instrumento; otros Estados solicitaron a la Asamblea General que adoptase una resolución al respecto para establecer principios y recomendaciones sobre cómo podría mejorarse la gobernanza moderna de los océanos .

[314] Véase: WARNER, R., "Conserving Marine Biodiversity in Areas beyond National Jurisdiction: Co-evolution and Interaction with the Law of the Sea", en ROTHWELL, D., OUDE ELFERINK, A., SCOTT, K., et al. (Eds.), *Oxford Handbook on the Law of the Sea*, Oxford University Press, 2015, pp. 752-765.

Aun así, a partir de 2011, las discusiones comenzaron a centrarse en la necesidad de elaborar un nuevo tratado, y se identificaron cuatro ámbitos en los que debía centrarse dicho tratado, a saber, recursos genéticos marinos, herramientas de gestión basadas en áreas que incluyan áreas marinas protegidas, evaluaciones de impacto ambiental, y tecnología marina. Debido a la reticencia de algunos Estados clave, no fue sino hasta 2015 que el Grupo de Trabajo pudo recomendar a la Asamblea General que se desarrollara un instrumento internacional jurídicamente vinculante[315]. Tras ello, la Asamblea aprobó la resolución 69/292, mediante la que estableció un Comité Preparatorio con el objetivo de que este Comité formulase recomendaciones sobre el contenido de un proyecto de texto del instrumento jurídicamente vinculante. Durante el proceso, no se debía "socavar los instrumentos y marcos jurídicos pertinentes existentes y las competencias de los organismos mundiales, regionales y sectoriales pertinentes"[316]. En diciembre de 2017, la Asamblea General autorizó varios períodos de sesiones de una conferencia intergubernamental para negociar un nuevo tratado sobre la gestión de la biodiversidad marina en áreas más allá de la jurisdicción nacional[317]. En su resolución 77/248 "Los océanos y el derecho del mar", la Asamblea General solicitó al Secretario General que convocara la continuación del quinto período de sesiones de la Conferencia en la Sede de las Naciones Unidas del 20 de febrero al 3 de marzo de 2023.

El nuevo instrumento internacional jurídicamente vinculante sobre la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica marina en zonas situadas fuera de la jurisdicción nacional se acordó el 4 de marzo 2023, tras la conclusión de la quinta ronda de negociaciones del tratado en la sede de las Naciones Unidas en Nueva York, y después de dos décadas de debates y negociaciones[318].

---

[315] Véase: WRIGHT, G., ROCHETTE, J., GJERDE, K., et al., "The Long and Winding Road: Negotiating a Treaty for the Conservation and Sustainable Use of Marine Biodiversity in Areas beyond National Jurisdiction", *IDDRI Study* No. 8, 2018, pp. 41-44.

[316] UN Doc., A/RES/69/292, Development of an international legally binding instrument under UNCLOS on the conservation and sustainable use of marine biological diversity of areas beyond national jurisdiction, 6 July 2015, paras. 1, 3, 10.

[317] UN Doc., A/RES/72/249, International legally binding instrument under the United Nations Convention on the Law of the Sea on the conservation and sustainable use of marine biological diversity of areas beyond national jurisdiction, 24 December 2017.

[318] Véase: Draft agreement under the United Nations Convention on the Law of the Sea on the conservation and sustainable use of marine biological diversity of areas beyond national jurisdiction (advanced, unedited), 5 March 2023, disponible en: https://www.un.org/bbnj/.

El alcance del instrumento, que aún no ha entrado en vigor[319], está centrado en fijar medidas más paliativas o adaptativas que preventivas para la acidificación (gestión basada en áreas, evaluación de impactos, distribución de beneficios para los recursos genéticos marinos, la transferencia de tecnología, etc.), por lo que en ausencia de objetivos claros de mitigación de las emisiones de CO2 vinculadas a los niveles de pH oceánico, es difícil calibrar el impacto que tendrá este nuevo instrumento para reducir la acidificación.

Una vez ratificado por los Estados miembros, se establecerá una nueva autoridad internacional para alta mar con su propia secretaría, bajo el gobierno de una conferencia intergubernamental de las partes, y con el apoyo de un nuevo comité científico y técnico.

El tratado establece varios mecanismos nuevos, cada uno de los cuales fue objeto de arduas negociaciones multilaterales.

El primero, y más importante, crea un proceso para designar áreas marinas protegidas (AMP) y otras herramientas basadas en áreas para salvaguardar zonas frágiles y ricas en biodiversidad. La alta mar contiene numerosas zonas ecológicamente sensibles, pero los Estados han estado en desacuerdo durante mucho tiempo sobre cómo gestionarlas colectivamente. Aunque algunos Estados han designado AMP dentro de sus zonas económicas exclusivas, actualmente, sólo alrededor del 1% de alta mar están protegidas. La capacidad de identificar, establecer, regular y monitorear tales áreas vulnerables es fundamental para cumplir con el objetivo de proteger el 30% de los océanos para 2030, que las partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica aprobaron el pasado mes de diciembre[320].

En segundo lugar, el tratado crea nuevas reglas básicas para evaluar el impacto de las actividades económicas en la biodiversidad de alta mar. Los Estados en desarrollo recibirán apoyo en su participación y aplicación del nuevo tratado mediante un fuerte

[319] Véase: Conferencia intergubernamental sobre un instrumento internacional jurídicamente vinculante en el marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar relativo a la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica marina de las zonas situadas fuera de la jurisdicción nacional Continuación del quinto período de sesiones Nueva York, 20 de febrero a 3 de marzo de 2023, A/CONF.232/2023/CRP.2/Rev.1.

[320] Véase: CBD, COP15, Final Text of Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework, disponible en: https://www.cbd.int/article/cop15-final-text-kunming-montreal-gbf-221222.

componente de desarrollo de capacidades y transferencia de tecnología marina, financiado con una variedad de fuentes públicas y privadas, y mediante un mecanismo equitativo para compartir los beneficios potenciales de los recursos genéticos marinos. Antes de poner en marcha cualquier empresa importante con fines lucrativos en alta mar, los Estados y las empresas bajo su jurisdicción están obligados a revisar e informar públicamente sobre los posibles daños que podrían causar a los ecosistemas y organismos marinos. Sin embargo, no está claro hasta qué punto influirán estos nuevos estándares en la toma de decisiones de los organismos regionales y multilaterales existentes encargados de regular la pesca, la minería y el transporte marítimo en alta mar.

En tercer lugar, el tratado establece disposiciones para el reparto equitativo de los recursos genéticos marinos, que había sido uno de los puntos más conflictivos durante las negociaciones[321]. En términos generales, los Estados desarrollados habían adoptado la postura de que las empresas privadas de biotecnología que pretendieran secuenciar la información genética de organismos de alta mar deberían disfrutar de fuertes derechos de propiedad intelectual para poder rentabilizar sus inversiones[322]. Los Estados en vías de desarrollo, por el contrario, pedían un reparto obligatorio de los beneficios de cualquier descubrimiento de este tipo, incluida la información de secuenciación digital, alegando que tales recursos constituyen patrimonio común de la humanidad. En este controvertido asunto, los negociadores lograron superar las divisiones Norte-Sur para alcanzar un acuerdo sobre el reparto de los beneficios financieros resultantes. El acuerdo también compromete a los Estados más desarrollados a compartir conocimientos científicos y tecnologías para que los Estados en vías de desarrollo puedan cumplir las obligaciones que les imponen los tratados, acceder a especies y ecosistemas marinos que actualmente están fuera de su alcance, y participar plenamente en una economía azul emergente. También crea un fondo especial para los Estados en desarrollo hacia estos fines.

[321] RABONE, M., et al., "Access to Marine Genetic Resources (MGR): raising awareness of best-practice through a new agreement for Biodiversity Beyond National Jurisdiction (BBNJ)", *Frontiers in Marine Science*, Vol. 6, 2019, p. 520.

[322] DOSI, Intellectual Property Rights: Implications for Deep-Ocean Stewardship, disponible en: https://www.dosi-project.org/wp-content/uploads/070-DOSI-Policy-brief-Intellectual-Property-Rights-V2-web1.pdf

La implementación será complicada, particularmente cuando los Estados se enfrenten a una serie de problemas sin resolver. Uno de los más importantes es determinar quién vigilará realmente las AMP en alta mar para garantizar su protección. Otro es el arreglo preciso para la resolución de controversias en el marco del tratado. Por otra parte, se suscita la cuestión de la magnitud de los recursos financieros que se tendrán que poner a disposición de los objetivos del tratado, así como los mecanismos correspondientes que regirán su desembolso.

A pesar de estas complicaciones, el nuevo tratado brinda motivos para la celebración en un momento sombrío en la política mundial.

CAPÍTULO IV. LA ACIDIFICACIÓN DE LOS OCÉANOS Y EL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

El océano se encuentra en la encrucijada de todos los grandes retos a los que se enfrenta hoy la humanidad, de los que el cambio climático y la pérdida de biodiversidad no son una excepción[323]. Así pues, resulta necesario abordar conjuntamente el deterioro de la salud de los océanos, el cambio climático y la pérdida de biodiversidad para superar con éxito dichos retos[324]. El océano y las zonas marinas, además de albergar en torno a 280.000 especies marinas catalogadas[325] y constituir un gran reservorio de biodiversidad, resultan esenciales para el mantenimiento de la vida en la Tierra, incluyendo la regulación del clima y la mejora de la resiliencia al cambio climático.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), cuyo mandato abarca toda la vida en la Tierra, no hace distinción entre la tierra y el océano. Por otra parte, las cuestiones oceánicas han recibido atención durante las negociaciones para el Marco Mundial sobre la Diversidad Biológica posterior a 2020, que, a su vez, se refleja en sus objetivos y metas, como se verá posteriormente.

La acidificación de los océanos es un desafío central para la protección de la biodiversidad marina[326]. Dados los impactos que produce la acidificación de los océanos en el medio ambiente marino y, por lo tanto, en la biodiversidad, el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) ha de ser considerado también en este capítulo.

4.1. LA ACIDIFICACIÓN COMO ACELERADOR DE LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD MARINA

La biodiversidad marina y costera están amenazadas por los múltiples impactos derivados de las actividades humanas, incluidos el cambio climático y la acidificación

[323] CLAUDET, J., "The seven domains of action for a sustainable ocean", *Cell,* Vol. 184, No. 6, 2021, pp. 1426-1429.
[324] PICOURT, L., LECERF, M., "Swimming the talk: How to strengthen synergies between the Climate and Biodiversity Conventions?", Ocean & Climate Platform, 2021.
[325] KOLEFF, P., et al., "Biodiversity in Mexico: State of knowledge", *Global Biodiversity*, 2018, pp. 285-337; CHEN, J., et al., "Diversity, function and evolution of marine microbe genomes", *bioRxiv*, 2021, para. 109.
[326] National Research Council, *Ocean Acidification: A National Strategy to meet the challenges of a changing ocean*, Committee on the Development of an Integrated Science Strategy for Ocean Acidification Monitoring, Research, and Impacts Assessment, The National Academies Press, Washington, D.C., 2010, p. 59, disponible en: *https://www.nap.edu/read/12904/chapter/6*.

oceánica como efecto adverso del mismo[327]. Los cambios químicos en las aguas marinas, derivados de la acidificación, tienen consecuencias significativas para la biodiversidad marina. Los organismos marinos que construyen sus estructuras esqueléticas o conchas utilizando carbonato de calcio, como corales, moluscos y algunas especies de fitoplancton, son particularmente sensibles a la acidificación. La disminución de la concentración de iones de carbonato hace que sea más difícil para estos organismos formar y mantener sus estructuras, lo que puede tener efectos negativos en su crecimiento y supervivencia. Además, la acidificación de los océanos también puede afectar al comportamiento y la fisiología de otros organismos marinos, como peces y crustáceos. Estos organismos pueden experimentar cambios en su capacidad para detectar los depredadores, buscar alimentos y reproducirse, aspectos éstos que pueden tener efectos significativos en la cadena alimentaria y en la biodiversidad marina en general. Una biodiversidad marina y costera sana es importante para moderar el clima, mantener la resistencia y la productividad de los océanos, y sustentar la vida, la economía, la cultura y el bienestar de los seres humanos.

La pérdida de biodiversidad marina tiene consecuencias directas sobre la seguridad alimentaria y la salud humana, como hemos podido analizar en el capítulo segundo, siendo las comunidades más vulnerables las que normalmente sufren los peores efectos. La pérdida de biodiversidad marina también debilita la capacidad del océano, y la de las comunidades humanas que sustenta.

Las múltiples presiones que provocan el declive de la biodiversidad en los océanos se están intensificando. Según la segunda evaluación mundial de los océanos[328], estas presiones incluyen el cambio climático (que conduce a la acidificación y el calentamiento del agua marina), la pesca insostenible, la desoxigenación, la

[327] Véase: LAFFOLEY, D., et al., "Evolving the narrative for protecting a rapidly changing ocean, post-COVID-19", *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, Vol. 31, No. 6, 2021, pp. 1512-1534.

[328] La segunda evaluación mundial de los océanos (WOA II, por sus siglas en inglés) es el resultado principal del segundo ciclo del proceso regular para la presentación de informes y la evaluación mundiales de los estados del medio ambiente marino, incluidos sus aspectos socioeconómicos. Se trata de una evaluación integrada de los océanos a nivel global que cubre los aspectos ambientales, económicos y sociales. WOA II, elaborada por equipos de investigación interdisciplinarios, se lleva a cabo como parte de las acciones propuestas para la implementación del Decenio de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible (2021-2030), y tiene como objetivo proporcionar información científica sobre el estado del medio ambiente marino para apoyar acciones y decisiones en el marco del ODS14. Véanse: *https://www.un.org/regularprocess/sites/www.un.org.regularprocess/files/2011859-e-woa-ii-vol-i.pdf*, *https://www.un.org/regularprocess/woa2launch*.

eutrofización, los aportes excesivos de nutrientes y sustancias peligrosas (incluidos los plásticos, microplásticos y nanoplásticos), el ruido antropogénico, la extracción de recursos naturales, y la deficitaria gestión del desarrollo costero[329].

Si bien nuestra comprensión del océano y su biodiversidad ha mejorado en los últimos años, todavía persisten lagunas de conocimiento[330], en torno a las que cabe formular las siguientes preguntas: ¿cómo están cambiando la distribución y la abundancia de los organismos a través del océano, y cuáles son las repercusiones de estos cambios?, ¿cómo afectan el calentamiento climático, la acidificación, la contaminación y otros factores de estrés a los servicios que la vida marina presta a la sociedad?, ¿pueden los ecosistemas marinos recuperarse de las perturbaciones, y qué medidas de gestión pueden ayudarles a hacerlo? La información sobre el nexo océano-biodiversidad-clima también sigue siendo incompleta, incluso en relación con los efectos combinados del calentamiento, la acidificación[331] y la desoxigenación de los océanos.

Uno de los desafíos del Decenio de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible, proclamado por la Asamblea General en 2017, se centra en mejorar la comprensión sobre los efectos de la acidificación oceánica para proteger la vida marina desde la actualidad hasta 2030[332]. El mensaje clave del Decenio de los Océanos es "la ciencia que necesitamos para el océano que queremos". La ciencia generada a través del Decenio de los Océanos está orientada a la búsqueda de soluciones, siendo concebida para servir de base a las políticas, incluida la labor del Convenio sobre la

[329] United Nations, The Second World Ocean Assessment, World Ocean Assessment II, Volume I, New York, 2021, p. 5.

[330] Intergovernmental Oceanographic Commission of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, "Ocean science for biodiversity conservation and sustainable use: How the Ocean Decade supports the CBD and its post-2020 Global Biodiversity Framework", UNESCO, Paris, 2022, p.11.

[331] De hecho se ha puesto en marcha recientemente el programa de Investigación de la Acidificación Oceánica para la Sostenibilidad, denominado en inglés: Ocean Acidification Research for Sustainability (OARS). El programa tiene por objeto proporcionar pruebas sistemáticas de los efectos de la acidificación de los océanos en la sostenibilidad de los ecosistemas marinos, aumentar las observaciones de los cambios químicos de los océanos, mejorar la comunicación con los responsables políticos y las comunidades proporcionando la información necesaria para mitigar la acidificación de los océanos y sus efectos y facilitar la elaboración y evaluación de estrategias para contrarrestar los efectos futuros. El programa de investigación se tomará como un indicador del cumplimiento del ODS 14.3.1: "Minimizar y abordar los impactos de la acidificación de los océanos, incluso a través de una mayor cooperación científica en todos los niveles". Véanse: *http://www.goa-on.org/oars/overview.php; https://oceandecade.org/actions/ocean-acidification-research-for-sustainability/*.

[332] Véase: *https://oceandecade.org/news/unesco-and-the-ocean-decade-community-rally-at-2022-un-ocean-conference-to-advocate-for-science-driven-ocean-action/*; *https://oceandecade.org/es/challenges/*.

Diversidad Biológica (CDB) y sus Partes a medida que avanzan hacia la aplicación del marco mundial de la diversidad biológica posterior a 2020[333]. En este sentido, la aplicación del nuevo marco mundial de la diversidad biológica, que incluye un objetivo expreso de reducir al mínimo la acidificación como causante de pérdida de biodiversidad marina, se está teniendo en cuenta por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO (COI-UNESCO), que ha recibido el mandato de coordinar la aplicación del Decenio de los Océanos para avanzar y orientar la consecución de los objetivos del nuevo marco mundial de la diversidad biológica, en colaboración con el CDB, relacionados con los océanos. De esta forma, se aprecia que tanto los Objetivos de Desarrollo Sostenible (objetivo 14), como los desafíos del Decenio de los Océanos, y las metas del nuevo marco mundial de la diversidad biológica, incorporan la preocupación por la reducción de la acidificación de los océanos para mejorar la salud de éstos y revertir el deterioro de la biodiversidad marina del sistema oceánico. La incorporación de la acidificación de los océanos a los objetivos de biodiversidad puede desempeñar un importante papel en la gestión de este complejo problema, que se encuentra fragmentado en el panorama de la gobernanza internacional, mediante el aporte de cohesión a las acciones colectivas[334]. Asimismo, la búsqueda de sinergias puede reducir las redundancias entre regímenes, al tiempo que garantiza una aplicación más eficaz, y una menor carga de planificación y presentación de informes.

En el CDB de 1992, se establece el régimen jurídico para la conservación y el aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica. Por consiguiente, sus disposiciones también pueden complementar a la CONVEMAR en relación a la

[333] El "Marco mundial de la diversidad biológica Kunming-Montreal" fue aprobado durante la segunda parte de la decimoquinta reunión de la Conferencia de las Partes del Convenio sobre Diversidad Biológica en diciembre de 2022. Consta de 23 metas, entre las que incluye una meta (meta 8) referida expresamente a "reducir al mínimo los efectos del cambio climático y la acidificación de los océanos en la diversidad biológica". CBD, Marco mundial Kunming-Montreal de la diversidad biológica, CBD/COP/15/L.25, 18 de diciembre de 2022, p. 9.

[334] En el Marco mundial Kunming-Montreal de la diversidad biológica, los Estados consideran, en el parágrafo 24, que "la intensificación de la colaboración, la cooperación y las sinergias entre el Convenio sobre la Diversidad Biológica y sus Protocolos, otros convenios relacionados con la diversidad biológica, otros acuerdos multilaterales pertinentes y organizaciones y procesos internacionales, en consonancia con sus respectivos mandatos, tanto a nivel mundial, regional, subregional como nacional, contribuiría a la implementación del Marco mundial de la diversidad biológica con más eficiencia y efectividad, y la promovería". Dado que la acidificación es un problema medioambiental, sistémico y transfronterizo complejo, y que es difícil de abordar eficazmente mediante un solo instrumento o régimen jurídico, es necesario seguir investigando la interacción entre los regímenes jurídicos cuyos objetivos se puedan aplicar para reducir la acidificación.

protección del medio marino y su biodiversidad. Aunque el Convenio no aborda específicamente la acidificación de los océanos, su COP ha reconocido y prestado atención a los posibles efectos de la acidificación de los océanos en la diversidad biológica[335]. El CDB tiene tres objetivos fundamentales: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y el reparto justo y equitativo de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos (artículo 1). A tal respecto, la protección y la conservación de la biodiversidad están estandarizadas como un objetivo del tratado, y toda vez que la acidificación de los océanos pone en peligro la conservación de la biodiversidad marina, el artículo 1 del CDB se puede aplicar como un llamamiento jurídicamente vinculante, aunque no muy concreto, para contrarrestar la acidificación de los océanos. Por otra parte, el CDB incluye expresamente, en su definición de diversidad biológica, a los organismos vivos de los ecosistemas marinos y otros ecosistemas acuáticos (artículo 2). Por tanto, estos ecosistemas, de forma explícita, deben conservarse en virtud de este Tratado[336]. El preámbulo del CDB resalta el principio de precaución, observando que "cuando exista una amenaza de reducción o pérdida sustancial de la diversidad biológica, no debe alegarse la falta de pruebas científicas inequívocas como razón para aplazar las medidas encaminadas a evitar o reducir al mínimo esa amenaza". Esto implica que la falta de certeza científica completa no puede utilizarse como razón para no adoptar las medidas adecuadas para salvaguardar la biodiversidad de los efectos negativos de la acidificación de los océanos[337].

[335] CBD, Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its tenth meeting X/29, Marine and coastal biodiversity, 29 October 2010, p. 12.
[336] CARPENTER, A., "International Protection of the Marine Environment", en NEMETH, A.D, (Ed.) *The Marine Environment: Ecology, Management and Conservation*, Nova Science Publishers, New York, 2011, p. 66.
[337] El principio de precaución también aparece expresamente en el artículo 3.3 de la CMNUCC.

4.2. LA CONFERENCIA DE LAS PARTES DEL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y EL SEGUIMIENTO DE LA ACIDIFICACIÓN DE LOS OCÉANOS

Desde el año 2008, la Conferencia de las Partes (COP) del CDB[338] solicita que se recopile y sintetice información científica sobre la acidificación de los océanos y sus impactos en la biodiversidad y los hábitats marinos[339].

Fruto de estas peticiones, se han elaborado dos Informes de síntesis sobre los efectos de la acidificación de los océanos en la biodiversidad marina. El primero, en 2009[340] , y el segundo, en 2014[341]. Los objetivos de estos informes fueron proporcionar a los responsables políticos información relacionada con la acidificación de los océanos (y sus impactos sobre la biodiversidad), así como directrices sobre cómo los departamentos y organismos gubernamentales pertinentes pueden incorporar la acidificación de los océanos en sus estrategias, planes o programas nacionales sobre conservación de la biodiversidad[342]. En dichos informes, se pone de manifiesto, entre otras cuestiones, que la acidificación de los océanos es irreversible, y sólo puede evitarse mediante reducciones urgentes y rápidas de las emisiones globales de CO2, por lo que debe prestarse atención a la integración de esta cuestión crítica en el debate mundial sobre el cambio climático. Los informes ofrecen una valiosa síntesis del consenso científico sobre los efectos de la acidificación de los océanos, estando basado en el análisis de más de 300 publicaciones que describen un panorama alarmante acerca de los posibles escenarios ecológicos y efectos adversos de la acidificación en la biodiversidad marina.

---

[338] La Conferencia de las Partes es el órgano rector del Convenio y promueve la implementación del mismo a través de las decisiones que toma en sus reuniones periódicas. Las reuniones de la COP del CDB se llevan a cabo cada dos años. La última fue la decimoquinta reunión (COP 15), celebrada en dos fases, en Kunming, China, y en Montreal, Canadá (del 7 al 9 diciembre 2022). La próxima reunión, COP16, tendrá lugar en 2024 en Turquía.

[339] CBD, Report of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity on the work of its ninth meeting, 9 October 2008, p. 149.

[340] Véase: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, "Scientic Synthesis of the Impacts of Ocean Acidication on Marine Biodiversity", CBD Technical Series No. 46, Montreal, 2009, disponible en: *https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-46-en.pdf*.

[341]Véase: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, "An Updated Synthesis of the Impacts of Ocean Acidification on Marine Biodiversity", CBD Technical Series No. 75, Montreal, 2014, disponible en: *https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-75-en.pdf*.

[342] CBD, Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its twelfth meeting XII/23, Marine and coastal biodiversity: Impacts on marine and coastal biodiversity of anthropogenic underwater noise and ocean acidification, priority actions to achieve Aichi Biodiversity Target 10 for coral reefs and closely associated ecosystems, and marine spatial planning and training initiatives, 17 October 2014, p. 3.

Igualmente, en las decisiones de las Conferencias de las Partes, se ha venido solicitando que se integren y coordinen los regímenes existentes que guarden relación con la cuestión de la acidificación[343]. Así, por ejemplo, en la décima reunión de la COP[344], se solicitó al Secretario Ejecutivo que, en colaboración con la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (COI/UNESCO), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Secretaría de la CMNUCC, el Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la Iniciativa internacional sobre los arrecifes de coral, el Tratado Antártico, el Consejo Ártico y otros organismos y grupos científicos pertinentes, desarrollase una serie de procesos conjuntos de exámenes realizados por expertos para supervisar y evaluar los impactos de la acidificación de los océanos en la diversidad biológica marina y costera. Del mismo modo, se pidió al Secretario Ejecutivo que, dada la relación entre la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera y la acidificación de los océanos, transmitiese los resultados de estas evaluaciones a la Secretaría de la CMNUCC[345].

Así pues, en el marco del CDB, se expresa la preocupación por la acidificación de los océanos, siendo reconocida como una amenaza que puede acelerar la pérdida de biodiversidad marina, y, por ende, que puede amenazar los medios de vida y las economías que dependan del uso sostenible de los recursos marinos y de la explotación comercial de los recursos genéticos marinos[346]. En este sentido, el artículo 14.2 del CDB establece que la Conferencia de las Partes examinará, sobre la base de estudios que se realicen, la cuestión de la responsabilidad y la reparación por los daños importantes

[343] La necesidad de integración y coordinación entre los regímenes existentes para abordar la acidificación también ha sido subrayada por el Secretario General de Naciones Unidas. En el Informe de Secretario General, sobre los océanos y el derecho del mar, de 2017, se hacía hincapié en la necesidad de conectar las sinergias entre los instrumentos con mandatos relacionados con el cambio climático, los océanos y el desarrollo sostenible para alcanzar las metas del ODS 14, entre las que se incluye "minimizar y abordar los efectos de la acidificación". UN Doc. A/72/70, para. 95.

[344] En 2010, en la COP10 en Nagoya, Japón, las Partes adoptaron un Plan Estratégico para la Biodiversidad revisado y actualizado, incluidas las Metas de Aichi para la Biodiversidad para 2011–2020. La Meta 10 mencionaba expresamente la acidificación de los océanos. CDB, "El Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica", UNEP/CBD/COP/DEC/X/2, 27 de octubre de 2010.

[345] CBD, Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its tenth meeting X/29, 2010, p. 12

[346] CBD, Report of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity on the work of its ninth meeting, 2008, pp. 53-54.

causados a la diversidad biológica derivados de proyectos. De lo dispuesto en este artículo, la Conferencia de las Partes podría examinar la responsabilidad derivada de proyectos que causen altas emisiones de CO2, en consideración de la acidificación que causan en el océano.

Se puede apreciar cómo las partes del CDB han sido bastante activas en el tratamiento de la acidificación de los océanos. La forma en que los Estados partes del CDB han discutido y desarrollado acciones para abordar la acidificación de los océanos bajo el régimen de este tratado se puede ilustrar de tres maneras.

En primer lugar, los Estados reconocieron y acordaron la necesidad de realizar investigaciones adicionales sobre la acidificación de los océanos y la biodiversidad marina[347]. En segundo lugar, los Estados del CDB convinieron en que la lucha contra la acidificación de los océanos, especialmente tras los hallazgos de los Informes de síntesis sobre los efectos de la acidificación de los océanos en la biodiversidad marina, debe incorporarse en las estrategias, planes y programas para la conservación de la biodiversidad[348]. Ello incluye fortalecer sus esfuerzos nacionales para "gestionar los arrecifes de coral como sistemas socio-ecológicos en proceso de cambio debido a los efectos interactivos de múltiples factores de estrés, incluida la acidificación de los océanos"[349]. En tercer lugar, hay que destacar que la COP del CDB ha solicitado un seguimiento continuo de los efectos de la acidificación de los océanos. Los Estados del CDB solicitaron que el secretario ejecutivo del CDB emprendiese una serie de procesos conjuntos de revisión de expertos para monitorear y evaluar los impactos de la acidificación de los océanos en la biodiversidad marina y costera, y para transmitir los resultados de las evaluaciones a la Secretaría de la CMNUCC[350]. Esta solicitud es de gran

[347]CBD, Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its ninth meeting IX/20, Marine and coastal biodiversity, 9 October 2008, p. 2; CBD, Decision IX/16, Biodiversity and climate change, 2008, para. 3; Secretariat of the Convention on Biological Diversity, "Scientific Synthesis of the Impacts of Ocean Acidication on Marine Biodiversity", CBD Technical Series No. 46, Montreal, 2009, op. cit.; Secretariat of the Convention on Biological Diversity, "An Updated Synthesis of the Impacts of Ocean Acidification on Marine Biodiversity", CBD Technical Series No. 75, Montreal, 2014, op. cit.

[348] CBD, Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its twelfth meeting XII/23, p. 3.

[349] Ibídem, para. 14.

[350] CBD, Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its tenth meeting X/29, 2010, para. 66.

valor desde el punto de vista positivo, ya que el CDB no hace mención expresa del cambio climático ni de ninguna relación con la CMNUCC.

En el marco del CDB, se ha destacado, también, la necesidad de adoptar medidas de adaptación y mitigación para contrarrestar la acidificación de los océanos. El Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 del CDB, adoptado mediante la Decisión X/2 en la décima Conferencia de las Partes en 2010, establecía las "Metas de Aichi". En concreto, la Meta 10 mencionaba expresamente la acidificación de los océanos, estableciendo que: "para 2015, se habrán reducido al mínimo las múltiples presiones antropógenas sobre los arrecifes de coral y otros ecosistemas vulnerables afectados por el cambio climático o la acidificación de los océanos, a fin de mantener su integridad y funcionamiento". Otros objetivos del Plan importantes para contrarrestar los efectos de la acidificación fueron la Meta 6 (aplicación de enfoques basados en los ecosistemas para evitar la pesca excesiva) y la 11 (en relación con los sistemas de áreas protegidas)[351]. En consecuencia, las Metas de Aichi expresaban el consenso de los Estados del CDB para "minimizar las múltiples presiones antropogénicas sobre los ecosistemas vulnerables afectados por el cambio climático o la acidificación de los océanos, a fin de mantener su integridad y funcionamiento"[352].

Este consenso, referido a la necesidad de reducir al mínimo la acidificación como una amenaza al ecosistema marino, se mantiene en el nuevo marco global de biodiversidad que se ha adoptado recientemente. El 19 de diciembre de 2022, en Montreal, representantes de los Estados del CBD adoptaron un nuevo acuerdo en la decimoquinta reunión de la COP para guiar la acción global sobre la naturaleza[353]. El llamado Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal (GBF, por sus siglas en inglés) es el resultado de varios años de negociaciones bajo los auspicios del CDB. La COP 15 se llevó a cabo en dos fases, en

[351] Véase: HARROULD-KOLIEB, E., "Enhancing synergies between action on ocean acidification and the post-2020 global biodiversity framework", *Conservation Biology*, Vol. 35, No. 2, 2021, pp. 548-558.
[352] CBD, Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its tenth meeting X/2, The Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and the Aichi Biodiversity Targets, 29 October 2010, p. 9.
[353] CBD, Decisión adoptada por la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica 15/4, Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal, CBD/COP/DEC/15/4, 19 de diciembre de 2022.

Kunming, China (octubre 2021), y en Montreal, Canadá (diciembre 2022), de ahí el nombre adjudicado al nuevo Marco.

El Marco Global de Biodiversidad tiene como objetivo detener e invertir la pérdida de diversidad biológica a través de una serie de objetivos a largo plazo y metas específicas. El nuevo marco identifica el cambio climático y la acidificación como "impulsores subyacentes de la pérdida de diversidad biológica". El vínculo entre los efectos del cambio climático y la pérdida de biodiversidad se describe de manera explícita en la Meta 8, que se refiere a minimizar "el impacto del cambio climático y la acidificación de los océanos en la biodiversidad," y aumentar la resiliencia de la naturaleza "mediante medidas de mitigación, adaptación y reducción del riesgo de desastres", incluidas las "soluciones basadas en la naturaleza y/o enfoques basados en los ecosistemas", al tiempo que se minimizan los impactos negativos y se fomentan los impactos positivos de la acción por el clima en la biodiversidad[354].

Asimismo, el nuevo acuerdo destaca la necesidad de integración y coordinación entre los regímenes existentes para abordar y reducir los "impulsores de la pérdida de biodiversidad", entre ellos la acidificación. El parágrafo q) destaca la creación de sinergias mediante una "intensificación" de la colaboración y cooperación entre el Convenio sobre la Diversidad Biológica y otros acuerdos multilaterales y organizaciones pertinentes, en consonancia con sus respectivos mandatos, tanto a nivel mundial, regional y subregional, como nacional, para contribuir a una implementación del nuevo marco de forma "más eficaz y eficiente".

A tal respecto, la acidificación, como impulsor de pérdida de biodiversidad marina y efecto adverso del cambio climático, requiere de la fijación de vínculos transversales y sinergias entre los compromisos del CDB, la CMNUCC y otros acuerdos multilaterales. Dichos vínculos transversales pueden ser desarrollados a través de la cooperación entre la Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, por sus siglas en inglés), cuyos informes son considerados en la adopción de decisiones en el marco de las COP del CBD, y por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), que proporciona información científica para fundamentar y traducir en medidas las decisiones de las COP de la CMNUCC. Como resultado, estos organismos intergubernamentales científico-políticos tienen un papel clave que desempeñar mediante el

[354] CBD, Decisión adoptada por la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica 15/4, Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal, CBD/COP/DEC/15/4, p. 10.

aumento de su cooperación. Del mismo modo, una mayor colaboración entre los órganos subsidiarios de los convenios (Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico, de la CMNUCC, y el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico del CDB) puede proporcionar a las Conferencia de Partes (COP) y, según corresponda, a otros órganos subsidiarios, el asesoramiento oportuno relacionado con la aplicación e implementación de los respectivos tratados en aras de reducir y minimizar la acidificación.

Los responsables políticos deben trabajar para aumentar la coherencia política entre las estrategias oceánicas, climáticas y de biodiversidad. La coordinación de los compromisos nacionales (mediante las contribuciones determinadas a nivel nacional -NDC-, en el régimen del cambio climático, y las Estrategias y planes de acción nacionales en materia de diversidad biológica -EPANDB-, en el régimen de biodiversidad) es una oportunidad para alinear objetivos y compromisos tanto climáticamente inteligentes, como neutros para la biodiversidad o, idealmente, positivos para la biodiversidad. De hecho, la COP del CBD reconoce, en tal sentido, que "otros acuerdos ambientales multilaterales relacionados con la biodiversidad contribuirán a la aplicación del Marco Mundial para la Diversidad Biológica de Kunming-Montreal en consonancia con sus mandatos y prioridades"[355]. En consecuencia, se alienta a las Partes del CBD a "facilitar la coordinación entre los puntos focales para otros acuerdos ambientales multilaterales pertinentes y las convenciones de Río"[356], entre las que se sitúa la CMNUCC.

4.2.1. Los objetivos y metas del nuevo marco global de biodiversidad y su relación con la acidificación de los océanos

El nuevo Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming Montreal busca una transformación de la relación de nuestras sociedades con la biodiversidad para 2030, conforme a la Agenda de Desarrollo Sostenible, con la finalidad de garantizar que, para 2050, se cumpla "la visión compartida de vivir en armonía con la naturaleza". Para lograr esta visión, el nuevo marco ha fijado objetivos a largo plazo, más generales, y metas concretas con objeto "detener e invertir la pérdida de diversidad biológica". Los objetivos y metas del Marco están integrados,

[355] CBD, Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, 15/6, Mechanisms for planning, monitoring, reporting and review, CBD/COP/DEC/15/6, 19 December 2022, para. 22.
[356] Ibídem, para. 23b.

y pretenden contribuir de manera equilibrada a los objetivos del Convenio sobre la Diversidad Biológica[357].

A continuación se detallan las metas del nuevo Marco, adoptado en la Decisión 15/4 de la COP15 del CDB, para una mayor comprensión del esquema elaborado por la autora en las páginas posteriores. De esta forma, se clarifica el por qué se han seleccionado unas metas (y no otras) que podrían contribuir al desarrollo de medidas, en las áreas de acción colectiva, para minimizar o abordar el problema de la acidificación en las Estrategias y Planes de Acción Nacionales de los Estados del CDB.

Las metas orientadas a la acción urgente ascienden a 23, y las medidas planteadas en cada meta deben iniciarse inmediatamente y completarse para 2030[358]. En su conjunto, los resultados permitirán alcanzar los objetivos a largo plazo establecidos para 2050.

Las metas orientadas a la acción urgente cubren las siguientes áreas:

Metas	**Resumen de la Meta**
	1. Reducir las amenazas a la biodiversidad
Meta 1	Garantizar que todas las zonas estén sujetas a planificación espacial participativa integrada que tenga en cuenta la biodiversidad y/o procesos de gestión eficaces que aborden el cambio en el uso de la tierra y los océanos, a fin de que la pérdida de zonas de suma importancia para la biodiversidad, incluidos los ecosistemas de gran integridad ecológica, tienda a cero para 2030.
Meta 2	Garantizar que para 2030, al menos un 30 % de las zonas de ecosistemas terrestres, de aguas continentales, y costeros y marinos degradados, estén siendo objeto de una restauración efectiva, con el objetivo de mejorar la biodiversidad, y las funciones y los servicios de los ecosistemas.
Meta 3	Garantizar y hacer posible que, para 2030, al menos un 30 % de las zonas terrestres y de aguas continentales, y de las zonas marinas y costeras, especialmente las zonas de particular importancia para la biodiversidad, y las funciones y los servicios de los ecosistemas, se conserven y gestionen eficazmente mediante sistemas de áreas protegidas ecológicamente representativos, adecuadamente conectados, y gobernados equitativamente, así como otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas.
Meta 4	Garantizar que se adopten con urgencia medidas de gestión para detener la extinción de especies amenazadas conocidas, y para la recuperación y conservación de las especies, en particular, las especies amenazadas.
Meta 5	Garantizar que el uso, la recolección y el comercio de especies silvestres sean sostenibles, seguros y legales, y reducir el riesgo de contagio de patógenos.
Meta 6	Eliminar, minimizar o reducir las especies exóticas invasoras o mitigar sus impactos en la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas mediante la detección y la gestión de las vías de introducción de dichas especies.

[357] Estos objetivos son: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

[358] Las medidas tendentes a alcanzar estas metas deberán implementarse de forma coherente y en armonía con el Convenio sobre la Diversidad Biológica, así como con otras obligaciones internacionales pertinentes, teniendo en cuenta las circunstancias, prioridades y condiciones socioeconómicas nacionales.

Meta 7	Reducir para 2030 los riesgos de contaminación y el impacto negativo de la contaminación de todas las fuentes a niveles que no sean perjudiciales para la diversidad biológica y las funciones y los servicios de los ecosistemas, considerando los efectos acumulativos. Entre otras consideraciones: reduciendo, al menos, en un 50% el exceso de nutrientes que se liberan al medio ambiente.
Meta 8*	"Minimizar el impacto del cambio climático y la acidificación de los océanos en la biodiversidad, y aumentar su resiliencia mediante medidas de mitigación, adaptación y reducción del riesgo de desastres, entre otras cosas por medio de soluciones basadas en la naturaleza y/o enfoques basados en los ecosistemas, al tiempo que se minimizan los impactos negativos y se fomentan los impactos positivos de la acción por el clima en la biodiversidad"[359].
2. Cubrir las necesidades de las personas mediante la utilización sostenible y la participación en los beneficios	
Meta 9	Garantizar que la gestión y el uso de especies silvestres sean sostenibles, proporcionando, así, beneficios sociales, económicos y ambientales para las personas, en especial aquellas que se encuentren en situaciones de vulnerabilidad.
Meta 10	Garantizar que las superficies dedicadas a la agricultura, la acuicultura, la pesca y la silvicultura se gestionen de manera sostenible, en particular, a través de la utilización sostenible de la diversidad biológica, entre otras cosas, mediante un aumento sustancial del empleo de prácticas favorables a la diversidad biológica, tales como enfoques de intensificación sostenible, enfoques agroecológicos y otros enfoques innovadores.
Meta 11	Restaurar, mantener y mejorar las contribuciones de la naturaleza a las personas, incluyendo las funciones y los servicios de los ecosistemas, tales como la regulación del aire, el agua y el clima, mediante soluciones basadas en la naturaleza y/o enfoques basados en los ecosistemas.
Meta 12	Aumentar significativamente la superficie, la calidad y la conectividad de los espacios verdes y azules en las zonas urbanas y densamente pobladas, así como el acceso a ellos y los beneficios derivados de éstos, de manera sostenible.
Meta 13	Tomar medidas jurídicas, de políticas, administrativas y de creación de capacidad a todos los niveles, según proceda, con miras a lograr la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos y de la información digital sobre secuencias de recursos genéticos.
3. Herramientas y soluciones para la implementación y la integración	
Meta 14	Garantizar la integración plena de la biodiversidad y sus múltiples valores en las políticas, los reglamentos, los procesos de planificación y de desarrollo, las estrategias de erradicación de la pobreza, las evaluaciones ambientales estratégicas y las evaluaciones de impacto ambiental y, cuando proceda, las cuentas nacionales, en todos los niveles de gobierno y todos los sectores, en particular, aquellos que provoquen impactos significativos en la biodiversidad, armonizando progresivamente todas las actividades públicas y privadas pertinentes, y las corrientes financieras y fiscales con los objetivos y las metas del Marco.
Meta 15	Tomar medidas legales, administrativas o políticas para alentar y permitir que las empresas, en especial las transnacionales, e instituciones financieras supervisen, evalúen y divulguen de manera transparente sus riesgos, dependencias de la biodiversidad e impactos en ella mediante el establecimiento de requisitos a lo largo de sus operaciones, cadenas de suministro y de valor, y carteras, proporcionando más información a los consumidores e informando sobre el cumplimiento de la normativa.

[359] Hubiera sido conveniente incorporar una aclaración cualitativa a la meta 8, en relación a la acidificación, como, por ejemplo: Reducir al mínimo los efectos del cambio climático y la acidificación de los océanos en la diversidad biológica, contribuir a la mitigación y adaptación mediante las reducciones urgentes de las emisiones de gases de efecto invernadero, en especial del CO2, y los enfoques basados en los ecosistemas -incluidas las soluciones basadas en la naturaleza costera y marina, como las áreas marinas protegidas-, asegurando la resiliencia de los ecosistemas, y garantizando que todos los esfuerzos de mitigación y adaptación sean positivos para la biodiversidad o, al menos, neutros para la misma.

Meta 16	Garantizar que se aliente y apoye a las personas para que elijan opciones de consumo sostenible, entre otras, cosas mediante el establecimiento de marcos de políticas, legislativos o normativos de apoyo, mejorando la enseñanza y el acceso a información pertinente.
Meta 17	En todos los países, establecer y aplicar medidas de seguridad de la biotecnología, y reforzar la capacidad al respecto.
Meta 18	Identificar para 2025, y eliminar, eliminar gradualmente o reformar los incentivos, entre ellos, los subsidios, perjudiciales para la diversidad biológica, de manera proporcionada, justa, efectiva y equitativa, y aumentar los incentivos positivos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica.
Meta 19	Aumentar sustancial y progresivamente, de manera eficaz, oportuna y de fácil acceso, el nivel de recursos financieros de todas las fuentes, incluyendo los recursos nacionales, internacionales, públicos y privados, a fin de implementar las estrategias y planes de acción nacionales en materia de biodiversidad.
Meta 20	Fortalecer la creación y el desarrollo de capacidad, así como el acceso a, y la transferencia de, tecnología, y promover el desarrollo y el acceso a la innovación y la cooperación científica y técnica para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica y el fortalecimiento de las capacidades de investigación científica y de seguimiento, de conformidad con el nivel de ambición de los objetivos y las metas del Marco.
Meta 21	Garantizar que los responsables de la toma de decisiones, los profesionales y el público tengan acceso a los mejores datos, información y conocimientos disponibles a fin de forjar una gobernanza eficaz y equitativa, y una gestión integrada y participativa de la biodiversidad.
Meta 22	Asegurar la representación y participación plena, equitativa e inclusiva con perspectiva de género en la toma de decisiones relacionadas con la biodiversidad, en especial de los pueblos indígenas.
Meta 23	Garantizar la igualdad de género en la implementación del Marco

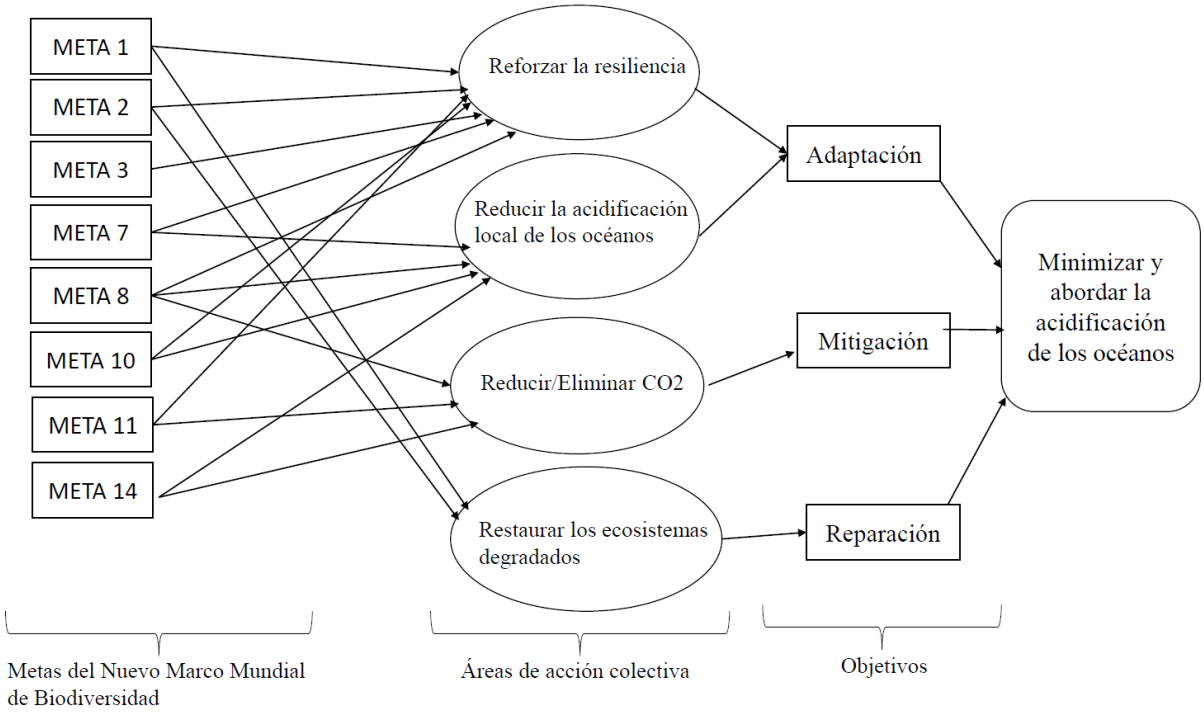
Fuente: elaboración propia a partir de la Decisión 15/4 de la COP15 del Convenio sobre la Diversidad Biológica

Una vez expuestas las metas que se incluyen en el nuevo marco de biodiversidad, podemos realizar un análisis transversal sobre cuáles se relacionan con el tratamiento de la acidificación.

En este sentido, vamos a partir del trabajo de Harrould-Kolieb y Hoegh-Guldberg. Estos autores analizaron literatura relevante sobre los impactos y las soluciones que se pueden ofrecer para abordar la acidificación. A partir de ello, elaboraron un modelo aspiracional, con tres objetivos generales, para encuadrar la acción internacional sobre la acidificación. Estos objetivos generales son: -mitigación de la causa de la acidificación,-adaptación a los impactos de la acidificación, y -reparación de los daños causados a las comunidades humanas y ecológicas. Para alcanzar dichos objetivos, los autores propusieron varias áreas en las que centrar la acción colectiva, tales como: la reducción de las emisiones de CO2, la mejora de la capacidad de adaptación, la reducción de la acidificación local, y la restauración de los ecosistemas dañados[360].

[360] Véase: HARROULD-KOLIEB, E.R., HOEGH-GULDBERG, O., "A governing framework for international ocean acidification policy", *Marine Policy*, Vol. 102, 2019, pp. 10-20, disponible en: *https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X18305323?casa_token=A2RwBuK23jQAAAAA:T9YuCHUJ5UhhqypVEvYGT02o_YOc7Z_TPLhFd9XP7yUCBALrc0I-8ewTPMykfDuI7zAvtOoBAw*

A partir del marco propuesto por los autores referidos, vamos a analizar las metas y objetivos del nuevo marco de biodiversidad que participan en el tratamiento de la acidificación, en el entendido de que algunas de las metas propuestas también pueden paliar los efectos de la acidificación o ayudar a reducirla. Para ello, es necesario adoptar una visión integrada de la acidificación en la lectura de las metas y objetivos del nuevo marco, dado que, en primer lugar, los impulsores de la pérdida de biodiversidad, entre ellos la acidificación, se encuentran interconectados, y, en segundo lugar, el desarrollo de medidas y planes que aborden simultáneamente dichos impulsores puede reducir la peligrosidad de éstos cuando actúan de forma acumulativa en el medio marino.



Fuente: elaboración propia

Cada una de las metas mencionadas, si se aplican bajo una lectura integrada de la acidificación, puede contribuir a desarrollar medidas y acciones en las áreas de acción colectiva que fueron identificadas por Harrould-Kolieb y Hoegh-Guldberg en aras de minimizar y abordar la acidificación (adaptación, mitigación y reparación). Todas las metas referidas pueden reforzar la resiliencia de los ecosistemas marinos.

Así, las metas 7, 8, 10 y 14 pueden contribuir a reducir la acidificación local, principalmente mediante el control de contaminantes que exacerban la acidificación costera. Las metas 1 y 2 pueden aplicarse para restaurar los ecosistemas degradados por la acidificación de los océanos.

Las metas 8, 11 y 14 requieren la reducción de las emisiones de CO2 para minimizar el impacto de la acidificación en la biodiversidad marina, así como para restaurar, mantener y mejorar las funciones y los servicios del océano como regulador del sistema climático, y garantizar que la acidificación (como agente impulsor de la pérdida de biodiversidad) y su reducción se integren en las políticas, los reglamentos, los procesos de planificación, las evaluaciones ambientales estratégicas y las evaluaciones de impacto ambiental.

De conformidad con el artículo 6 del CDB, a nivel nacional, se espera que los Estados Partes del CDB revisen sus Estrategias y Planes de Acción Nacionales sobre Biodiversidad para alinearlos con los objetivos y metas establecidos en el nuevo marco mundial de biodiversidad[361]. El Análisis mundial de la información contenida en las Estrategias y Planes de Acción Nacionales, incluidas las metas nacionales, para evaluar la contribución al Marco Mundial para la Diversidad Biológica de Kunming-Montreal, se examinará en la próxima reunión de la Conferencia de las Partes, la decimosexta, y en cada una de las reuniones ulteriores de la Conferencia de las Partes. La COP 15 alienta a los Estados del CBD a que sus Estrategias y Planes de Acción Nacionales promuevan sinergias con otras convenciones relacionadas con la biodiversidad y los acuerdos multilaterales sobre medio ambiente[362]. Igualmente, se establece que "cuando se revisen o actualicen las Estrategias y Planes de Acción Nacionales sobre Biodiversidad, deberán utilizarse indicadores principales, así como indicadores complementarios y otros indicadores nacionales, cuando proceda, para hacer un seguimiento de las contribuciones a los objetivos y metas del Marco Mundial para la Diversidad Biológica de Kunming-Montreal"[363].

De acuerdo con ello, consideramos que la integración de las cuestiones de acidificación, por los motivos explicados, debe ser reflejada en las Estrategias nacionales actualizadas de biodiversidad, incluyendo información relativa a los medios de aplicación, mediante los siguientes indicadores para monitorizar el cumplimiento de las metas mencionadas en el cuadro

[361] CBD, Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, 15/6, Mechanisms for planning, monitoring, reporting and review, CBD/COP/DEC/15/6, 19 December 2022, para. 6. Las estrategias y planes de acción nacionales en materia de diversidad biológica son el principal instrumento para la aplicación del Convenio a nivel nacional, mientras que los informes nacionales son el principal instrumento para el seguimiento y la revisión de la aplicación del Convenio y del Marco Mundial para la Diversidad Biológica de Kunming-Montreal.

[362] Ibídem, Anexo 1, para. 2.

[363] Ibídem, Anexo 1, para. 5c. A este respecto, en el marco de los programas regionales de mares, se ha fijado un indicador de acidificación oceánica. Aspecto que se tratará en el capítulo VI.

elaborado: -contribuciones para minimizar la acidificación como factor o impulsor del deterioro de la biodiversidad; -medidas para minimizar los factores de estrés en el medio marino que agraven la peligrosidad de los efectos de la acidificación; -desarrollo integrado de la gestión de la biodiversidad para paliar los efectos de la acidificación; -estrategias de protección de los componentes de la biodiversidad especialmente amenazados por la acidificación (entre ellos, los arrecifes de coral).

Asimismo, los Estados del CBD, para maximizar la eficiencia y coherencia, deben identificar y utilizar sinergias entre sus Estrategias nacionales actualizadas de biodiversidad, los mecanismos de planificación y aplicación de las demás convenciones relacionadas con la biodiversidad, las convenciones de Río, otros acuerdos ambientales multilaterales pertinentes, y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS14).

En definitiva, la acidificación de los océanos al impactar en la biodiversidad del medio marino y tener causa en el exceso de CO2 concentrado en la atmosfera, involucra a tres regímenes de tratados universales: el CDB, la CMNUCC y la CONVEMAR. Esta interconexión entre cambio climático, medio marino y biodiversidad debe reflejarse, de forma integrada, en la implementación de las Estrategias y Planes de Acción Nacionales que se desarrollen para aplicar el nuevo Marco Mundial de Biodiversidad, adoptándose "un enfoque multidimensional mejorado de la planificación y el seguimiento de dichas Estrategias"[364]. Atendiendo a ello se procederá a un examen mundial de los progresos colectivos en la aplicación del Marco Mundial para la Diversidad Biológica, incluidos los medios de aplicación sobre la base de los informes nacionales y, según proceda, de otras fuentes, que se evaluarán en las reuniones decimoséptima y decimonovena de las COP del CDB.

4.3. EL ABORDAJE DE LA ACIDIFICACIÓN DE FORMA INTEGRAL E INTEGRADA: NECESIDAD DE COLABORACIÓN ENTRE LA CMNUCC, LA CONVEMAR Y EL CDB

Los datos ofrecidos demuestran que la acidificación de los océanos está recibiendo atención bajo el marco del CDB. No obstante, se debe destacar que aunque el trabajo de las COPs del CDB sobre la acidificación es de gran valor, se encuentra limitado por el hecho de que cualquier decisión que se tome respecto a la mitigación de

[364] CBD, Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, 15/6, Mechanisms for planning, monitoring, reporting and review, CBD/COP/DEC/15/6, 19 December 2022, para. 1.

la acidificación dependerá, en última instancia, de su cumplimiento voluntario por parte de los Estados partes. El CDB no fija ningún medio exigible para ello, ya que el articulado de este tratado no otorga el poder de obligar jurídicamente a las partes contratantes a las decisiones de la COP[365]. Asimismo, Simons y Stephens señalan que es dudoso que alguna de las disposiciones del CDB "pueda utilizarse para imponer a los Estados partes una obligación claramente definida de limitar sus emisiones de CO2 en función del impacto de estas emisiones en los niveles de acidez de los océanos"[366]. Así pues, a pesar del importante papel que ha desempeñado y desempeña el CDB en el seguimiento del estado del conocimiento científico sobre la acidificación, mejorando la compresión del problema y recomendando medidas y políticas para mitigar sus efectos, el CDB no instaura "obligaciones de resultado" para los Estados parte relativas a la reducción de la acidificación.

No obstante, de los instrumentos jurídicos universales que se han analizado, ha sido el CDB el que, quizás, haya proporcionado el marco para un tratamiento activo de la acidificación, al implementar procesos de revisión y monitoreo con que establecer los impactos de la acidificación de los océanos en la biodiversidad marina y costera. Bajo el CDB, también se aprecia un tratamiento proactivo en cuanto al procedimiento colaborativo, entre regímenes jurídicos implicados, para abordar la acidificación, especialmente con la CMNUCC. Aun así, no existe una cooperación formal entre ambos regímenes. A la luz de lo anterior, surge la necesidad de crear, como se ha venido estableciendo anteriormente, una sinergia mayor entre la CMNUCC, el CDB y la CONVEMAR para discutir de manera efectiva posibles formas de avanzar y abordar la acidificación de los océanos de manera integral e integrada. Una opción podría ser celebrar sesiones especiales simultáneas o consecutivas de cada una de las COP (o su equivalente) para que los tres regímenes se centren en la acidificación de los océanos. A modo ilustrativo, el CDB aborda, en la actualidad, la acidificación de los océanos en la sesión sobre biodiversidad marina y costera.

[365] DOWNING, Y., "Ocean Acidification and Protection under International Law from Negative Effects: A Burning Issue amongst a Sea of Regimes?", *Cambridge Journal of International and Comparative Law* (2)2, 2013, pp. 242-273.
[366] SIMONS, M., STEPHENS, T., "Ocean Acidification: Addressing the Other CO2 Problem", *12 Asia Pacific J Env L 1.* , 2009, p. 17.

El foro más proclive para reunir a los regímenes a que aborden la acidificación de los océanos es el sistema de Naciones Unidas. La participación casi universal de los Estados en esta organización realza su potencial como foro global para la discusión de problemas ambientales. De hecho, la práctica de los Estados miembros y de Naciones Unidas demuestra que se han abordado los asuntos ambientales, a pesar de que la Carta no fuese diseñada inicialmente para abordar tales asuntos[367]. Esto puede apreciarse en los trabajos de sus órganos y agencias especializadas. Por ejemplo, la Asamblea General ha sido durante mucho tiempo un foro intergubernamental donde se debaten los problemas ambientales de interés internacional, en relación con lo cual el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) desempeña un papel importante en la facilitación de la cooperación internacional para abordar los problemas ambientales[368]. La acidificación de los océanos no es ajena a estas instituciones. El tema ha sido discutido y abordado por diferentes instituciones de la ONU en un intento no solo de aumentar la conciencia internacional, sino, también, de fomentar la cooperación interestatal.

Teniendo en cuenta que la acidificación es un problema medioambiental, sistémico y transfronterizo complejo, y que es difícil de abordar eficazmente mediante un solo instrumento o régimen jurídico, es necesario investigar más la interacción entre los regímenes jurídicos cuyos objetivos se pueden aplicar para reducir la acidificación. La CONVEMAR ofrece la base jurídica-marco para la regulación de esta forma de contaminación marina. Sin embargo, para abordarla de manera efectiva, se deben tomar medidas bajo el régimen de la CMNUCC, teniendo en consideración las recomendaciones ofrecidas sobre la comprensión de los efectos de la acidificación del océano en el medio ambiente marino, desarrolladas bajo el CDB. Si se quiere tratar la acidificación de los océanos de manera efectiva, estos tres regímenes (como mínimo) deben armonizarse a tales efectos. En la actualidad, sin embargo, casi no existe

[367] SANDS, P.; PEEL, J., *Principles of international environmental law*, Cambridge University Press, 2012, p. 59.

[368] Véase, por ejemplo: UN Doc., A/RES/61/222, Oceans and the law of the sea, 16 March 2007; UN Doc., A/RES/62/215, Oceans and the law of the sea, 14 March 2008; UN Doc., A/RES/64/71, Oceans and the law of the sea, 12 March 2010; UN Doc., A/RES/70/235*, Oceans and the law of the sea, 15 March 2016; UN Doc., A/RES/71/312, Our ocean, our future: call for action, 14 July 2017; UN Doc., A/RES/73/124, Oceans and the law of the sea, 31 December 2018.

coordinación entre los regímenes sobre este tema, y aunque la COP del CDB se ha esforzado por impulsar la cooperación con la CMNUCC, sus acciones aún no han sido fructuosas. De las opciones disponibles, utilizando la ONU como un foro para reunir a los tres regímenes, se pueden celebrar COPs conjuntas o consecutivas, o mejorar la cooperación entre las secretarías y los órganos subsidiarios. Este tipo de cooperación, que aumenta la comprensión de la acidificación a través de conocimientos técnicos compartidos y eventos conjuntos, es relativamente común, y no debe considerarse políticamente problemático. Por ejemplo, podemos ver este tipo de sinergias colaborativas en la conclusión del Memorando de Cooperación para una implementación armonizada entre la Secretaría del CDB y el Programa de Acción Mundial para la protección del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra (Memorándum CDB/GPA), o las que se producen entre los Convenios de Basilea, Estocolmo y Rotterdam, en virtud de las decisiones BC-IX/10, RC-4/11 y SC-4/34, para abordar la protección de la salud humana y el medio ambiente frente a sustancias químicas y residuos peligrosos.

CAPÍTULO V. EL ENFOQUE REGIONAL EN LA PROTECCIÓN DE ECOSISTEMAS MARINOS Y LA MITIGACIÓN DE LA ACIDIFICACIÓN OCEÁNICA

Este capítulo profundiza en la importancia del tratamiento regional de zonas marinas en relación con la acidificación del océano, una problemática que afecta gravemente la salud de los ecosistemas marinos a nivel global.

En la primera y segunda sección, se abordan los programas de mares regionales y las medidas jurídico-políticas que se han adoptado para tratar la acidificación de los océanos. Se hace especial énfasis en la contribución de estos programas al Objetivo de Desarrollo Sostenible 14.3, que busca minimizar y abordar los efectos de la acidificación del océano. En la tercera sección, se analiza la acidificación de los océanos en los espacios polares, con especial atención al Consejo Ártico y al Sistema del Tratado Antártico. En el caso del Consejo Ártico, se destaca la importancia de la mitigación y adaptación a la acidificación en una de las regiones más afectadas por el cambio climático. En cuanto al Sistema del Tratado Antártico, se discuten las medidas necesarias para hacer frente a la acidificación en la región y proteger la biodiversidad única del ecosistema antártico.

Así, el presente capítulo explora la relación entre el tratamiento regional de zonas marinas y la acidificación del océano, presentando los programas de mares regionales y las medidas adoptadas para abordar la acidificación. Asimismo, se estudia el impacto de la acidificación en los espacios polares y las medidas necesarias para proteger sus ecosistemas únicos.

5.1. LOS PROGRAMAS DE MARES REGIONALES Y LAS MEDIDAS JURÍDICO-POLÍTICAS PARA ABORDAR LA ACIDIFICACIÓN OCEÁNICA

En virtud de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR), los Estados tienen el deber de proteger y preservar el medio marino, y de adoptar, individual o conjuntamente, según proceda, todas las medidas compatibles con la Convención con objeto prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino procedente de cualquier fuente[369]. Sobre esta base, la Convención establece una cláusula de cooperación y fortalecimiento de las capacidades de los Estados al fijar el

[369] Artículos 192 y 194 de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.

deber de cooperación, a nivel mundial y regional, para la protección del medio marino mediante la formulación y elaboración de reglas, normas, prácticas y procedimientos, directamente o por conducto de las organizaciones internacionales competentes, teniendo en cuenta las características regionales[370]. Específicamente, en relación a la cooperación entre Estados ribereños con mares cerrados o semicerrados, el artículo 123 anima a estos Estados a cooperar entre sí, directamente o a través de una organización regional apropiada, en la coordinación de la gestión, conservación, exploración y explotación de los recursos vivos del mar, así como en la preservación del medio marino, y en la articulación de sus políticas de investigación científica.

Esta forma de cooperación a nivel regional, para la protección y preservación del medio marino, se ha canalizado, principalmente, a través de los programas de mares regionales, tanto bajo la coordinación del Programa de Mares Regionales del PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), como a través de programas de mares regionales independientes.

El Programa de Mares Regionales del PNUMA se creó en 1974 para promover la preservación y protección del medio marino, abordando los problemas medioambientales específicos de cada región[371]. Proporciona un marco para la cooperación y coordinación a través de una red de programas de mares regionales, mediante los que se aplican planes de acción, a menudo, sobre la base jurídica establecida por convenios de mares regionales. El Programa del PNUMA se creó originalmente con el objetivo de tratar cuestiones como la contaminación de origen terrestre, la contaminación procedente de buques y los desechos marinos. Sin embargo, el Programa está evolucionando para afrontar retos emergentes más amplios, tales

[370] Ibídem, artículo 197.

[371] El Programa de Mares Regionales fue creado en 1974 como una iniciativa del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) para abordar los problemas ambientales y de gestión de los mares regionales en todo el mundo. El Programa trabaja con los Estados para desarrollar estrategias de conservación y uso sostenible de los recursos marinos y costeros, así como para mejorar la capacidad de gestión de los mares regionales. Actualmente, coordina y gestiona 18 programas regionales que cubren diferentes áreas marinas, como el Mar Mediterráneo, el Mar Caribe, el Mar Rojo y el Golfo de Adén, entre otros. Cada programa regional tiene un enfoque específico, y está diseñado para abordar las preocupaciones y desafíos únicos de su área geográfica. El Programa ha sido instrumental en la creación de numerosas convenciones y acuerdos internacionales relacionados con la protección y gestión de los mares, y también promueve la colaboración con otros organismos de Naciones Unidas y organizaciones internacionales para tratar temas como la pesca sostenible, la contaminación marina y el cambio climático.

como el desarrollo sostenible marino regional o la adopción de planes para la mitigación y adaptación de los efectos del cambio climático sobre las aguas marinas, incluida la acidificación de los océanos[372].

Dada la naturaleza crítica y transfronteriza de la acidificación de los océanos, y la función central de los programas de mares regionales en la protección del medio marino, se hace necesaria la cooperación y coordinación regional sobre este problema, incluyendo el seguimiento, la investigación, la concienciación y la aplicación de medidas regionales de adaptación y mitigación. Nos encontramos, pues, ante una oportunidad significativa para que los programas de mares regionales asuman un papel de liderazgo en este asunto a través de un enfoque de "mares compartidos", habida cuenta de la importancia que reviste la coherencia y complementariedad de acciones y estrategias políticas sobre las cuestiones relacionadas con la dimensión ambiental del desarrollo sostenible marino, abordando los efectos del cambio climático en los océanos. En este sentido, la coordinación y colaboración entre los programas de mares regionales permite, pues, aportar un efecto agregado para comprender, mitigar y gestionar mejor y de forma óptima el impacto de la acidificación[373].

De hecho, en las Directrices estratégicas de los Mares Regionales del PNUMA (2017-2020), la acidificación de los océanos y el cambio climático fueron identificados como una de las cuatro áreas clave a tratar para el trabajo futuro de las Convenciones y Planes de Acción de los Mares Regionales, siendo las otras áreas: la contaminación, la extracción (recursos vivos y no vivos) y la gobernanza[374]. Asimismo, en las elaboradas para el período (2022-2025)[375], se ha señalado que afrontar la acidificación forma parte

[372] Véase: UNEP, UNEP Medium Term Strategy 2018-2021, United Nations Environment Programme, 2016, disponible en: *https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7621*.

[373] La creciente presión de las actividades humanas, como la eliminación y destrucción de hábitats y la contaminación, intensifica el impacto de la acidificación de los océanos, ejerciendo una presión adicional sobre las especies y dificultando el funcionamiento de los ecosistemas marinos.

[374] UN Environment Regional Seas Programme, Regional Seas Strategic Directions (2017-2020), 2016, p. 2, disponible en: *https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/31229/RSSD2017-2020.pdf?s%E2%80%A6*. En las Directrices, se señala, asimismo, que "los Convenios y Planes De Acción sobre los mares regionales tendrán por objeto aumentar la resiliencia de […] los ecosistemas marinos y costeros, su salud y productividad, en consonancia con el Objetivo 13 de los ODS (acción climática) y las decisiones adoptadas en la COP de la CMNUCC. Ibídem, p. 2

[375] UN Environment Regional Seas Programme, Regional Seas Strategic Directions (2022-2025), 2021, disponible en: *https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/36810/RSSD.pdf?sequence=1&isAllowed=y*.

del objetivo de garantizar ecosistemas marinos y costeros diversos, resilientes y productivos[376]. Igualmente, se reconoce la necesidad de estabilizar el clima para evitar la acidificación de los océanos y la subida del nivel del mar[377]. Es por ello que el Grupo de Trabajo sobre Indicadores de los Mares Regionales, órgano consultivo de apoyo al Programa de Mares Regionales, ha elaborado 22 indicadores con enfoque de ecosistema, incluyendo un indicador específico para monitorear y hacer seguimiento, a nivel regional, de la acidificación[378].

En este sentido, es útil, a los efectos de nuestro trabajo, conocer si los programas de mares regionales han contribuido al cumplimiento del ODS[379] 14.3, centrado en minimizar y abordar los efectos de la acidificación de los océanos, incluso mediante una mayor cooperación científica a todos los niveles. De este modo, se puede determinar si se han adoptado o no, y en qué proporción, medidas, planes o estrategias que apoyen el citado ODS de conformidad con lo dispuesto en las Directrices estratégicas mencionadas. Resulta, así, conveniente realizar un primer examen de las respuestas jurídicas y políticas, adoptadas en el marco de los programas de mares regionales, frente a la acidificación, y valorar qué tipo de acciones se han desarrollado, y en qué medida, hacia la consecución de dicho objetivo.

5.2. LA CONTRIBUCIÓN DE LOS PROGRAMAS DE MARES REGIONALES AL ODS 14.3: MINIMIZAR Y ABORDAR LOS EFECTOS DE LA ACIDIFICACIÓN

En la actualidad, más de 143 Estados participan en uno o varios de los 18 programas de mares regionales existentes. Estos programas de mares regionales pueden clasificarse en tres grupos atendiendo a su gestión y administración. Siete

[376] Ibídem, p. 15.
[377] Idídem, p. 10.
[378] UN Environment Regional Seas Programme, Input to Secretary General's Annual Report to the General Assembly on the Ocean and Law of the Sea Part I: 'The Effects of Climate Change on Oceans', p. 7, disponible en: *https://www.un.org/Depts/los/general_assembly/contributions_2017/UNEP.pdf; https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/10934/ears_wg2_5_indicatorworkshop_report.pdf?sequence=1&isAllowed=y.*
[379] Los programas de mares regionales son esenciales para la realización de múltiples Objetivos de Desarrollo Sostenible, sobre todo el ODS 14, ya que éstos se encuentran transversalmente relacionados: hambre cero (ODS2), consumo y producción responsables (ODS12), acción por el clima (ODS13), alianzas para el logro de los objetivos (ODS17). A través de 10 metas, el Objetivo 14 pretende mejorar la protección y la gestión de los ecosistemas marinos y costeros a través de la reducción de las amenazas de contaminación, como la acidificación, mejorando la conservación y el uso sostenible de los recursos marinos. La meta 14.3 se centra en la reducción y mitigación de la acidificación.

programas de mares regionales son administrados directamente por el PNUMA, en[380]: región del Caribe[381], región del Mediterráneo[382], los Mares de Asia Oriental[383], región de África Oriental[384], región del Pacífico Noroccidental[385], Región de África Occidental[386] y Mar Caspio[387]. Otros siete programas de mares regionales llevan a cabo iniciativas y medidas que forman parte del Programa de Mares Regionales del PNUMA, siendo admistrados por otra organización (regional). Además, sus servicios financieros y presupuestarios (Fondos Fiduciarios) son gestionados por el propio programa. A saber[388]: región del Mar Negro[389], región del Pacífico del Nordeste[390], Mar Rojo y Golfo de Adén[391], Área del mar del ROPME (Regional Organization for the Protection of the Marine Environment)[392], Mares de Asia meridional[393], Mares del Pacífico del Sur[394], región del Pacífico[395]. El tercer grupo son programas independientes de mares regionales que participan en las reuniones mundiales del Programa Mares Regionales, compartiéndose experiencias, intercambiando asesoramiento sobre políticas y apoyando la implementación de directrices estratégicas globales, siendo, no obstante,

[380] UN Environment administered programmes, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/un-environment.*

[381] Caribbean Environment Programme, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/wider.*

[382] Mediterranean Action Plan, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/mediterranean.*

[383] East Asian Seas, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/east-asian.*

[384] Eastern Africa region, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/eastern-africa.*

[385] Northwest Pacific Action Plan, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/northwest.*

[386] West and Central Africa, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/west-and.*

[387] Caspian Sea, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/caspian-sea.*

[388] Non-UN Environment administered programmes, disponible en: *https://www.unep.org/es/node/986.*

[389] Black sea, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/black-sea.*

[390] North-East Pacific, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/north-east-0.*

[391] Red sea and Gulf of Aden, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/red-sea-and.*

[392] ROPME sea área, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/ropme-sea-area.*

[393] South Asian seas, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/south-asian.*

[394] South East Pacific, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/south-east.*

[395] Pacific Region, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/pacific.*

gestionados por una entidad responsable designada a tal fin. En algunos casos, la entidad responsable puede ser una organización internacional, mientras que en otros casos, puede ser una organización regional o nacional. Estos programas se han desarrollado en[396]: Región Ártica[397], Región del Antártico[398], Mar Báltico[399], y Región del Atlántico Nororiental[400]. Sobre las regiones Ártica y Antártica no haremos referencia, pues serán objeto de estudio en los siguientes epígrafes de este capítulo.

En relación al ODS 14.3, podemos agrupar la aportación de los programas de mares regionales en tres áreas: el establecimiento de estrategias y planes de acción; la creación de alianzas estratégicas para abordar la acidificación; y el establecimiento de indicadores específicos para vigilar el proceso de acidificación. En base a esas tres áreas, se van a comentar las acciones promovidas por ciertos programas de mares regionales.

A) Establecimiento de estrategias y planes de acción sobre acidificación

El programa de mares regionales de África Oriental aborda la acidificación de los océanos tanto en su marco jurídico, como en los planes de trabajo y estrategias adoptadas en este marco. El preámbulo del Convenio de Nairobi enmendado[401] sitúa a la acidificación como un efecto del cambio climático que afecta a las comunidades

[396] Independent regional seas programmes, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/independent.*

[397] Arctic region, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/arctic-region.*

[398] Antarctic region, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/antarctic.*

[399] Baltic sea, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/baltic-sea.*

[400] North East Atlantic, disponible en: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/north-east.*

[401] Los Estados de la región del Océano Índico occidental solicitaron al PNUMA la creación de un programa de mares regionales para la región. El Consejo de Administración del PNUMA creó el Programa de Mares Regionales de África Oriental mediante la decisión 8/13C del 29 de abril de 1980, en la que solicitó que el PNUMA asistiese a los gobiernos de la región a formular e implementar un programa para el manejo y conservación de los recursos marinos y costeros. Los Estados de la región se reunieron en 1985 para adoptar un plan de acción para la protección, gestión y desarrollo del medio ambiente marino en la región de África Oriental, y firmaron un Convenio y dos protocolos, sobre colaboración en la lucha contra la contaminación en casos de emergencia, y sobre áreas protegidas y fauna y flora silvestres. El Convenio y sus dos protocolos entraron en vigor el 30 de mayo de 1996, y, en 2002, habían sido ratificados por todos los signatarios. Posteriormente, en 2010, la Conferencia de las Partes se reunió nuevamente para enmendar el Convenio de Nairobi en aras de incorporar desafíos emergentes como el cambio climático, la gestión de zonas costeras o la vulnerabilidad de los pequeños estados insulares en desarrollo. Las Partes Contratantes del Convenio son: Comoras, Francia, Kenia, Madagascar, Mauricio, Mozambique, Seychelles, Somalia, Tanzania y la República de Sudáfrica.

costeras[402]. Asimismo, el Protocolo para la Protección del Medio Marino y Costero del Océano Índico Occidental frente a Fuentes y Actividades Terrestres -adoptado en Nairobi, el 31 de marzo de 2010- establece de forma similar en su preámbulo que las partes son conscientes de que los efectos del cambio climático en el medio marino, incluida la acidificación, pueden afectar a las comunidades costeras[403].

En la Decisión CP.9/9 adoptada en la novena Conferencia de las Partes[404] del Convenio de Nairobi, se instó a abordar el impacto de la acidificación de los océanos por las Partes, incluso mediante el desarrollo de capacidades y la mejora de la cooperación científica[405]. Este enfoque también se refleja en el Programa de trabajo, para la aplicación del Convenio, propuesto para el período 2022-2024[406], en el que se hace hincapié en la creación de capacidad y el desarrollo de alianzas para abordar los impactos de la acidificación, incluida la cooperación científica a nivel nacional y regional. El programa de trabajo 2022-2024 aborda cuestiones nuevas y emergentes priorizadas por las Partes Contratantes, entre ellas la acidificación de los océanos[407]. Para ello, se va a centrar la acción en apoyar la realización de proyectos sobre áreas prioritarias, de entre los cuales se hace referencia a aquellos que tengan por objetivo impulsar la capacidad de las instituciones académicas y de investigación nacionales, mediante alianzas estratégicas, para abordar la degradación de la calidad del agua y la acidificación de los océanos[408].

---

[402] The Amended Nairobi Convention for the Protection, Management and Development of the Marine and Coastal Environment of the Western Indian Ocean (Amended Nairobi Convention), 2010, p. 1, disponible en: *https://www.nairobiconvention.org/clearinghouse/node/206*.

[403] Protocol for the Protection of the Marine and Coastal Environment of the Western Indian Ocean from Land-Based Sources and Activities, 2010, p. 1, disponible en: *https://www.nairobiconvention.org/clearinghouse/node/242*.

[404] La Conferencia de las Partes (COP) es el principal órgano de toma de decisiones del Convenio, integrado por expertos de cada Estado. La COP se convoca cada dos años para revisar la implementación del Convenio y los Protocolos.

[405] Contracting Parties to the Amended Nairobi Convention for the Protection, Management and Development of the Marine and Coastal Environment of the Western Indian Ocean Region, Ninth meeting, Decision CP.9/9, Kenya, 30 and 31 August 2018, p. 9, disponible en: *https://www.nairobiconvention.org/CHM%20Documents/COP%20Decisions/UNEP-EAF-COP-9-5%20-%20Nairobi%20Convention%20COP9%20meeting%20-%20Report%20-%20Advance.pdf*

[406] UNEP, Work programme for the period 2022–2024 for the implementation of the Nairobi Convention, UNEP/EAF/CP.10/2, 25 October 2021, disponible en: *https://www.nairobiconvention.org/clearinghouse/sites/default/files/COP10%20Approved%20Work%20Programme%202022-2024.pdf#overlay-context=node/771*.

[407] Ibídem, para. 29.

[408] Ibídem, para. 56 (l), (n).

Sobre la base de lo anterior, la secretaría del Convenio ha estado trabajando en la elaboración, junto a otros socios, de un posible plan de acción para abordar la acidificación y comprender su impacto en toda la región del Océano Índico Occidental. Entre 2017 y 2019 se llevaron a cabo dos talleres regionales sobre acidificación en el Océano Índico Occidental, en colaboración con el Grupo Internacional de Usuarios de Referencia sobre Acidificación Oceánica, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y Asociación de Ciencias Marinas del Océano Índico Occidental (WIOMSA). Los principales objetivos del taller fueron realizar un balance de los conocimientos y acciones regionales actuales sobre la acidificación de los océanos, y desarrollar un plan de acción. Durante el taller de 2017, se elaboró un libro blanco sobre la acidificación de los océanos, que incluía los siguientes puntos de acción para las partes del Convenio de Nairobi[409]:

-Comprender la relación entre los cambios en el ecosistema marino y el impacto socioeconómico de la acidificación de los océanos.

-Evaluar la vulnerabilidad de los ecosistemas, las especies, los procesos y las sociedades costeras a la acidificación de los océanos.

-Comprender el impacto de la acidificación oceánica en la dinámica de las redes tróficas y la composición del plancton.

-Llevar a cabo investigaciones a largo plazo a escala regional y mundial sobre el impacto de la acidificación de los océanos.

- Modelizar el impacto de la acidificación oceánica y la respuesta de comunidades y ecosistemas marinos.

-Formular estrategias que impulsen la salud de las comunidades costeras y los ecosistemas para que puedan afrontar mejor el impacto de la acidificación de los océanos (tales como estrategias para reducir los factores acidificantes locales, hacer frente a la sobrepesca, la contaminación y las alteraciones del hábitat).

[409]Véase: *https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25935/WIO-OA_White_Paper.pdf?sequence=1&isAllowed=y*

-Establecer un marco para una red coordinada regional de observación integrada de la acidificación de los océanos.

-Desarrollar estrategias para sensibilizar y capacitar a las comunidades dependientes de los recursos marinos que estén expuestas al impacto de la acidificación de los océanos, con el fin de mejorar su resiliencia y aumentar su potencial de adaptación.

-Promover estrategias de gestión para la restauración de ecosistemas marinos degradados, y desarrollar tecnologías para hacer frente a escenarios más desfavorables (como opciones alternativas de subsistencia y el cultivo de organismos resistentes a la acidificación de los océanos).

-Poner en marcha políticas y estrategias que promuevan la colaboración entre las instituciones y los Estados de la región para desarrollar infraestructuras y métodos estandarizados que generen información y datos científicos sobre el impacto de la acidificación de los océanos.

-Fomentar la inclusión de estrategias de mitigación de la acidificación de los océanos en la gobernanza nacional y regional de los océanos y en otras plataformas políticas sobre los océanos.

Tras este trabajo previo, finalmente, la Decisión CP.10/7, adoptada en la décima Conferencia de las Partes, solicitó formalmente a la secretaría del Convenio que adoptase un Plan de acción regional específico para hacer frente a la acidificación de los océanos[410]. El Plan de acción regional sobre acidificación oceánica para la región del Océano Índico Occidental se presentará en la próxima reunión de la Conferencia de las Partes del Convenio en 2024. Se espera que el plan de acción sirva de impulso para aplicar muchos de los puntos de acción descritos anteriormente. Así, el programa de mares regionales de África Oriental y su organigrama organizativo han prestado atención al problema de la acidificación, planteándose un plan de acción específico que incluya actividades estratégicas y prioritarias sobre acidificación, especialmente, para

[410] Nairobi Convention for the Protection, Management and Development of the Marine and Coastal Environment of the Western Indian Ocean Region Contracting Parties, 25 November 2021, Decision CP.10/7, p. 3, disponible en: *https://www.nairobiconvention.org/clearinghouse/sites/default/files/Adopted%20Decisions%20for%20COP10_25_11_21_12.00pm_CLEAN.pdf#overlay-context=node/771*

aumentar el conocimiento científico de sus impactos en el ecosistema y desarrollar medidas de gestión y adaptación. Se busca, de este modo, la adopción del Plan para alcanzar el compromiso de las Partes del Convenio de Nairobi en su aplicación, lo que supone un paso relevante.

Por otro lado, en términos similares, en la región del Gran Caribe, las partes de la Convención para la Conservación y Desarrollo del Medio Marino de la Región del Gran Caribe (conocida como el Convenio de Cartagena)[411] han solicitado, recientemente, la actualización del Plan de Acción del Caribe a la secretaría del Convenio para desarrollar una nueva Estrategia regional que incluya cuestiones emergentes, como las economías azules sostenibles y la acidificación de los océanos[412]. En concreto, en la decimocuarta Reunión de las Partes Contratantes del Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe, las partes acogieron con beneplácito la "Iniciativa Internacional de Acidificación de los Océanos" de la Fundación Océanos (The Ocean Foundation). Teniendo en cuenta la recomendación VIII de la octava reunión del Comité Asesor Técnico Directivo del Protocolo relativo a las Áreas de Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas ("Protocolo SPAW"), solicitaron a la secretaría trabajar conjuntamente con la Fundación Océanos, a través de la firma de un Memorando de Entendimiento, para facilitar la colaboración e impulsar estrategias conjuntas y proyectos piloto con que tratar la acidificación de los océanos y aspectos

[411] En 1981, los gobiernos de la región instaron al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente a brindarles asistencia para salvaguardar los recursos costeros y marinos que forman la base del futuro desarrollo económico y social de la región. Durante la reunión intergubernamental ese año en Montego Bay bajo los auspicios del PNUMA, los Estados del Gran Caribe llegaron a la conclusión unánime que la única forma de resolver los asuntos críticos que enfrentan los ecosistemas marinos de la región era adoptando un enfoque integrado, cooperativo y regional. Subsiguientemente, el resultante Plan de Acción del Gran Caribe llevó a la adopción en 1983 del Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino de la Región del Gran Caribe en Cartagena de Indias, Colombia. El tratado, comúnmente conocido como el Convenio de Cartagena, entró oficialmente en vigor en 1986. El Convenio de Cartagena se complementa con tres Protocolos: Protocolo relativo a la Cooperación para Combatir los Derrames de Hidrocarburos en la Región del Gran Caribe ("Protocolo sobre Derrames de Hidrocarburos"); Protocolo relativo a las Áreas y Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas ("Protocolo SPAW"); Protocolo relativo a la Contaminación por Fuentes y Actividades Terrestres ("Protocolo FTCM"). El artículo 15 del Convenio de Cartagena encargó al PNUMA la responsabilidad de realizar las funciones de la secretaría para el Convenio y sus Protocolos. Una lista actualizada de Partes Contratantes y Signatarios del Convenio de Cartagena y de los tres protocolos pueden encontrarse en: *https://www.unep.org/cep/who-we-are/cartagena-convention*

[412] Decimoctava Reunión Intergubernamental sobre el Plan de Acción para el Programa Ambiental del Caribe, y Decimocuarta Reunión de las Partes Contratantes del Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe, UNEP(DEPI)/CAR IG.42/6, 2019, DECISIÓN IV, p. 5.

relacionados dentro de la Región del Gran Caribe[413]. Así pues, en 2019, se firmó un Memorando de Entendimiento formal entre la secretaría del Programa Ambiental del Caribe y "The Ocean Foundation" para trabajar en estrategias conjuntas, en particular, para contribuir a la meta del 14.3 de los ODS (reducir y abordar la acidificación)[414]. Desde su firma, se han desarrollado proyectos conjuntos de seguimiento e intercambio de datos, y de sensibilización y desarrollo de capacidades para mejorar el conocimiento y la facultad de mitigar el impacto de la acidificación. La información y las experiencias fruto de la firma del Memorando, así como el trabajo realizado en el marco de otros proyectos (como el Proyecto CLME+ PNUD/FMAM[415]), han sido empleados en la elaboración de una estrategia y un plan de acción regionales actualizados que identifican, entre otros retos emergentes, la acidificación de los océanos como un área clave de investigación[416]. A tal respecto, se han fijado los siguientes objetivos específicos en relación con la Estrategia[417]:

-Investigar y modelizar los efectos biológicos de la acidificación de los océanos en la región para 2026;

-Emprender acciones urgentes para proteger los arrecifes de coral y otros ecosistemas marinos vulnerables mediante el desarrollo y la aplicación de enfoques globales e integrados para la gestión y mejora de su resiliencia frente a los efectos de la acidificación.

En este contexto, un factor clave en el tratamiento reciente de la acidificación en la región del Gran Caribe ha sido el mandato dado por las partes contratantes del Convenio de Cartagena a la secretaría para tomar acción sobre cuestiones emergentes para el ecosistema marino que carecían de atención o apoyo en la región, en particular, la acidificación oceánica. Esto dio lugar a que la secretaría actualizara la Estrategia Regional para proponer objetivos estratégicos alineados con dichas cuestiones

[413] Ibídem, UNEP (DEPI)/CAR IG.42/6, Decisión X, p. 12.
[414] Memorandum of Understanding Between The United Nations Environment Programme And Ocean Foundation (Formerly Coral Reef Foundation), 2019, disponible en: *https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/30774*
[415] Proyecto CLME+ del PNUD/FMAM, disponible en: *https://www.clmeproject.org/?lang=es*
[416] UNEP, Regional Strategy and Action Plan for the Valuation, Protection and/or Restoration of Key Marine Habitats in the Wider Caribbean 2021–2030, 2020, disponible en: *https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/36347*
[417] Ibídem, pp. 29, 45.

emergentes. La ejecución conjunta de proyectos de seguimiento de la acidificación de los océanos en ecosistemas marinos clave ha comenzado entre las partes contratantes a través de Áreas de Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas ("Protocolo SPAW"), con el objetivo de proceder a desarrollar actividades de gestión, adaptación y restauración en dichas áreas.

Podemos, también, destacar avances en relación al tema que nos ocupa en la Región de África Occidental. En el marco de la Convención de Cooperación para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino y Costero de la Región de África Occidental y Central (conocido como Convenio de Abidjan)[418], se han adoptado cuatro nuevos protocolos en la Conferencia de Plenipotenciarios en julio de 2019[419]. Dos de estos protocolos están relacionados con acciones de adaptación y gestión frente a los efectos del cambio climático, incluida la acidificación. En concreto: el Protocolo Adicional al Convenio de Abidjan sobre la Gestión Integrada de Zonas Costeras, y el Protocolo Adicional al Convenio de Abidjan sobre la Gestión Sostenible de Manglares.

El Protocolo Adicional sobre la Gestión Integrada de Zonas Costeras fija en su preámbulo la preocupación por los riesgos que amenazan las zonas costeras debido al cambio climático. Uno de los objetivos de la gestión integrada de zonas costeras es promover y mantener la resiliencia del ecosistema, incluida la protección adecuada de las áreas sensibles frente a las actividades humanas, los riesgos naturales y el cambio climático. El artículo 29 hace referencia al desarrollo de medidas de adaptación y mitigación del cambio climático en todos los marcos de gestión integrada de zonas

[418] La región de África Occidental y Central se encuentra entre los programas de Mares Regionales más antiguos, forjado a principios de los años ochenta mediante un Plan de Acción para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino y Costero de la Región de África Occidental y Central (también conocido como Convenio de Abiyán) y un Protocolo asociado relativo a la contaminación. El Plan de Acción fue aprobado por 11 Estados en una Conferencia celebrada en Abiyán en marzo de 1981. El Convenio y el Protocolo entraron en vigor el 5 de agosto de 1984 tras el depósito del sexto instrumento de ratificación. Las Partes Contratantes que han ratificado el Convenio son: Benín, Camerún, Congo, Costa de Marfil, Gabón, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea Bissau, Liberia, Mauritania, Nigeria, Senegal, Sierra Leona, Sudáfrica y Togo. Véase: Convention for Cooperation in the Protection, Management and Development of the Marine and Coastal Environment of the Atlantic Coast of the West, Central and Southern Africa Region, disponible en: *https://www.abidjanconvention.org/themes/critai/documents/meetings/plenipotentiaries/references_documents/en/The%20Abidjan%20Convention%20Articles.Eng.pdf*

[419] Countries endorse new protocols under Abidjan Convention: *https://www.environewsnigeria.com/images-countries-endorse-new-protocols-under-abidjan-conventions/*

costeras, teniendo en cuenta los riesgos inducidos por el cambio climático, como la acidificación del océano, y asegurando que las políticas contribuyan a la construcción de la resiliencia de los ecosistemas costeros y marinos. Las Partes también deben cooperar en intervenciones regionales colectivas donde existan dimensiones transfronterizas del cambio climático. Las Partes Contratantes deben, asimismo, buscar aumentar la consulta y coordinación entre los sectores gubernamentales y los actores no estatales para permitir el desarrollo e implementación de medidas de adaptación y mitigación del cambio climático a nivel nacional y multilateral, debiendo desarrollar paralelamente conocimientos científicos y técnicos sobre los impactos del cambio climático, así como estrategias de cooperación con otras Partes Contratantes con este fin.

B) Creación de alianzas estratégicas para abordar la acidificación

Además del supuesto comentado anteriormente, en el que se ha hecho mención a la asociación estratégica entre la Secretaría del Convenio de Cartagena y The Ocean Foundation para poner en marcha programas de vigilancia y evaluación de la acidificación de los océanos, hay que destacar la Alianza del Pacífico sobre Acidificación Oceánica[420], cuyo objetivo es aumentar la resiliencia a la acidificación del océano en las comunidades y ecosistemas de las islas del Pacífico. Se trata de un proyecto de colaboración entre la Secretaría del Programa Ambiental Regional del Pacífico (SPREP[421], por sus siglas en inglés), la Universidad del Pacífico Sur y la Comunidad del Pacífico, que está financiado por Mónaco y el Ministerio de Asuntos Exteriores y Comercio de Nueva Zelanda[422].

[420] Las siglas en inglés de esta alianza conjunta es PPOA: The New Zealand-Pacific Partnership on Ocean Acidification. Véase: SPREP, New Zealand-Pacific Partnership On Ocean Acidification, disponible en: *https://www.sprep.org/project/new-zealand-pacific-partnership-on-ocean-acidification*

[421] Secretariat of the Pacific Regional Environment Programme (SPREP). En cuanto a su historia, en el marco del Programa de Mares Regionales en la región del Pacífico, hay que destacar que: la Secretaría del Programa Ambiental Regional del Pacífico (SPREP) es la principal organización regional que se ocupa del desarrollo sostenible del medio ambiente en el Pacífico Sur y actúa como Secretaría de la Convención para la Protección de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente en el Pacífico Sur (conocida como Convención de Noumea). Véase: *https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes/pacific*

[422] La Alianza se desarrolló para responder a las necesidades identificadas durante el "Taller Internacional sobre Acidificación Oceánica: Consideraciones sobre el estado de la ciencia para los pequeños Estados insulares en desarrollo", que fue coorganizado por Nueva Zelanda y Estados Unidos en colaboración con la SPREP como evento paralelo oficial de la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo en agosto de 2014.

El resultado a largo plazo de este proyecto es garantizar que la resiliencia a los impactos de la acidificación de los océanos quede fortalecida a través de una mejor gestión de las pesquerías y de los ecosistemas marinos vulnerables. La Alianza del Pacífico sobre Acidificación Oceánica busca lograr este resultado mediante cuatro acciones asociadas:

1. Investigación y monitoreo.
2. Desarrollo de capacidades y sensibilización.
3. Integración de la acidificación de los océanos en las políticas nacionales.
4. Acciones prácticas de adaptación.

Como parte de la asociación, la SPREP apoya el seguimiento de la acidificación oceánica en las islas del Pacífico[423], y ha publicado evaluaciones de la acidificación oceánica para la región y las pesquerías pelágicas. Entre dichas evaluaciones, se destacan dos: Integración de la acidificación de los océanos en las políticas nacionales-Manual para las islas del Pacífico (2019)[424]; Directrices para la plantación de manglares en Kiribati (2020)[425]. La información proporcionada ha servido de base para priorizar la realización de acciones piloto de adaptación en áreas marinas de Fiji, Kiribati y Tokelau.

Se está trabajando para aumentar la resiliencia a la acidificación de los océanos mediante actividades prácticas de adaptación basadas en la naturaleza, como la plantación de manglares para amortiguar el pH a nivel local, la restauración de corales para aumentar la resiliencia de los arrecifes y el establecimiento de zonas marinas gestionadas localmente. La Alianza también está colaborando con otros socios internacionales como The Ocean Foundation y la Red Mundial de Observación de la Acidificación Oceánica para aumentar el seguimiento científico de la acidificación oceánica.

[423] La atención a los efectos del cambio climático en el océano es una de las áreas prioritarias de acción contempladas en el Plan Estratégico (2017-2026) elaborado por la SPREP. Véase: Secretariat of the Pacific Regional Environment Programme, Strategic Plan 2017–2026, disponible en: *https://www.sprep.org/attachments/Publications/Corporate_Documents/strategic-plan-2017-2026.pdf*

[424] Disponible en: *https://library.sprep.org/content/mainstreaming-ocean-acidification-national-policies-handbook-pacific-islands*

[425] Disponible en: *https://library.sprep.org/content/mangroves-planting-guidelines-kiribati*

Tres factores han sido clave en el desarrollo de la Alianza del Pacífico sobre Acidificación Oceánica: la financiación recibida de los Gobiernos de Mónaco y Nueva Zelanda, el liderazgo de la SPREP y la voluntad política de ciertos países del Pacífico.

C) Establecimiento de indicadores específicos para vigilar el proceso de acidificación

La Comisión de protección del medio marino de la zona del mar Báltico (HELCOM, por sus siglas en inglés) es el órgano rector del Convenio sobre protección del medio marino de la zona del mar Báltico (Convenio de Helsinki)[426]. En los últimos años, HELCOM ha empezado a prestar atención al cambio climático y a la acidificación de los océanos. Los Estados del Convenio de Helsinki han expresado su interés por obtener más información sobre el ciclo del carbono y sus efectos en el medio marino. En la Declaración de los Ministros de Medio Ambiente de los Estados ribereños del Báltico y del Comisario de Medio Ambiente de la UE, se acordó que era necesario aumentar la comprensión científica del impacto del cambio climático, junto con otros múltiples factores de estrés en el medio marino del Mar Báltico, y que HELCOM debería actuar para conectar ese conocimiento con la política y la práctica[427]. El Informe Anual 2018 de HELCOM señaló que uno de los objetivos del trabajo de la Comisión era aumentar la resiliencia del sistema del Mar Báltico con respecto a los impactos del cambio climático[428].

[426] Fue firmado originalmente en 1974 por todos los Estados costeros del Mar Báltico, con el objetivo de abordar los crecientes desafíos ambientales derivados de la industrialización y otras actividades humanas en el medio ambiente marino. El Convenio de Helsinki incluye la protección del Mar Báltico de todas las fuentes de contaminación de la tierra, el aire y el mar. También compromete a los signatarios a adoptar medidas para la conservación de los hábitats y la diversidad biológica, y para el uso sostenible de los recursos marinos. El Convenio se actualizó en 1992 para tener en cuenta los cambios geopolíticos y los desafíos ambientales emergentes en la región. El Convenio se amplió a diez Partes Contratantes, a saber: Dinamarca, Estonia, la Unión Europea, Finlandia, Alemania, Letonia, Lituania, Polonia, Rusia y Suecia. El Convenio creó una Comisión de protección del medio marino de la zona del mar Báltico (HELCOM) para lo siguiente: supervisar la aplicación del Convenio, formular recomendaciones para la protección del medio marino, decidir el presupuesto y asumir otras funciones que puedan ser convenientes con arreglo al Convenio. La Comisión se reúne anualmente con los jefes de delegación en representación de las Partes contratantes. Las decisiones se toman por consenso. Véase: *https://helcom.fi/about-us/organisation/*

[427] Declaration of the Ministers of the Environment of the Baltic Coastal Countries and the EU Environment Commissioner, HELCOM Brussels Declaration 2018, disponible en: *https://www.helcom.fi/wp-content/uploads/2019/06/HELCOM-Brussels-Ministerial-Declaration.pdf*

[428] Baltic Marine Environment Protection Commission, Annual Report 2018, Translating the Commitments into Actions, Baltic Sea Environment Proceedings No. 166, 2018, p. 26, disponible en: *https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/12/BSEP166.pdf*

Hacia tal fin, se puso en marcha un proyecto de Indicador Operativo de Acidificación Marina -Operational Marine Acidification Indicator (OMAI)- para desarrollar un indicador regional de acidificación marina en el Mar Báltico. Mediante amplias consultas entre representantes y expertos de cuatro Estados del Mar Báltico, la secretaría de HELCOM y el Grupo de Trabajo sobre el estado del Medio Ambiente y la conservación de la Naturaleza se ha propuesto un indicador a este respecto[429]. Un indicador sobre acidificación puede ser relevante para monitorizar y obtener información sobre el ciclo del carbono. Por otra parte, la acidificación, influida por varios factores ambientales, puede desempeñar un papel en la modificación del entorno de los organismos marinos. En consecuencia, se puede considerar que un indicador de acidificación puede tener cabida en más de una evaluación temática: Evaluación del estado de eutrofización; Evaluación del estado de la biodiversidad; Evaluación de los impactos del cambio climático.

Los indicadores básicos de HELCOM se elaboran para evaluar la situación de determinados elementos de la biodiversidad y las presiones inducidas por el hombre en el Mar Báltico[430], para, así, apoyar los esfuerzos en la medición de avances hacia las metas y objetivos acordados a nivel regional. La evaluación de los indicadores sustenta la adopción de las políticas y proporciona una base para identificar nuevas acciones nacionales y regionales[431]. Los resultados de las evaluaciones de indicadores de HELCOM también pueden contribuir a ofrecer datos a las evaluaciones globales, como la Evaluación Mundial de los Océanos[432], y apoyar los compromisos nacionales y regionales hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Se espera que el desarrollo del indicador de acidificación contribuya a esas actividades.

---

[429] HELCOM, Project Description: Operational Marine Acidification Indicator (OMAI), disponible en: *https://portal.helcom.fi/meetings/STATE%20-%20CONSERVATION%209-2018-501/MeetingDocuments/3J-3%20Project%20Description%20for%20Operational%20Marine%20Acidification%20Indicator%20(OMAI).pdf*

[430] HELCOM Indicator Manual, BSEP No. 175, 2020, disponible en: *https://helcom.fi/wp-content/uploads/2021/01/BSEP175.pdf*

[431] Véase HELCOM Indicator web page, disponible en: *https://indicators.helcom.fi/*

[432] En sus resoluciones 57/141 y 58/240, la Asamblea General decidió establecer un proceso ordinario en el marco de las Naciones Unidas para la presentación de informes y la evaluación del estado del medio marino a escala mundial, incluidos los aspectos socioeconómicos, tanto actuales como previsibles, sobre la base de las evaluaciones regionales existentes.

De forma concreta, el indicador de acidificación propuesto por HELCOM se ha desarrollado como una herramienta para medir y monitorear la acidificación del Mar Báltico. Se basa en mediciones de la concentración de iones de hidrógeno (pH) en el agua de mar, que es un indicador directo de la acidez del agua. El indicador utiliza una serie temporal de datos de pH de diferentes estaciones en el Mar Báltico para calcular el valor promedio del pH y su variabilidad en el tiempo. Además, se utilizan otros datos e información sobre el medio ambiente marino, como la temperatura y la salinidad del agua, para analizar la posible influencia de otros factores ambientales en la acidificación. La elaboración del indicador ha sido un proceso colaborativo entre científicos y expertos en acidificación marina de los Estados miembros de HELCOM. Los expertos han trabajado en conjunto para definir el marco conceptual y los métodos para la elaboración del indicador, y también han proporcionado datos y comentarios sobre su aplicación práctica[433].

El indicador de acidificación propuesto por HELCOM es una herramienta importante para monitorear la salud del medio ambiente marino en el Mar Báltico y evaluar el éxito de las medidas de protección y gestión del ecosistema marino de acuerdo a los resultados de medición[434]. Igualmente, su desarrollo demuestra la importancia de la colaboración y la coordinación entre los Estados y socios para afrontar los problemas ambientales globales y regionales.

De lo expuesto en este epígrafe, podemos señalar las siguientes ideas:

Dada la naturaleza crítica y transfronteriza de la acidificación de los océanos y la función central de los programas de mares regionales de proteger el medio costero y marino, existe una oportunidad significativa para que los programas de mares regionales asuman un papel de liderazgo en este asunto y aborden la acidificación de los océanos de manera integral, incluyendo el seguimiento y la investigación, la concienciación y la aplicación de medidas regionales de adaptación y mitigación. No obstante, se reconoce que estos programas presentan un panorama desigual de estructuras de gobernanza, con distintos grados de apoyo, capacidad e influencia a nivel regional, lo que puede dar

[433] HELCOM Indicator Manual, BSEP No. 175, 2020, op. cit.

[434] Véase: HELCOM, Baltic Sea acidification, Element indicator report, 2023, disponible en: *https://indicators.helcom.fi/wp-content/uploads/2023/04/Acidification_Final_April_2023.pdf*

lugar a una menor capacidad de respuesta frente al ODS14.3 para reducir y minimizar la acidificación de los océanos.

Algunos programas de mares regionales han comenzado recientemente a abordar, en su trabajo político-técnico, la acidificación de los océanos para responder a los efectos del cambio climático en los espacios marinos. Se han visualizado, sobre todo, propuestas estratégicas de adaptación y mejora de la resiliciencia de los ecosistemas afectados, seguidas de un previo reclamo por los Estados para aumentar el conocimiento científico de los efectos de la acidificación. En cuanto a los programas de mares regionales administrados el PNUMA, el programa de África Oriental es el único que ha respondido a la cuestión de la acidificación de los océanos de una forma más integral. Sin embargo, dada la gravedad de la acidificación de los océanos, no basta con que las medidas de adaptación al cambio climático puedan también incidir positivamente en los efectos de la acidificación de los océanos. Es imperativo que los programas de mares regionales aborden específicamente la mitigación de la acidificación de los océanos. El seguimiento y vigilancia de la acidificación oceánica es un elemento importante e indispensable para ofrecer una respuesta científicamente sólida a dicho fenómeno. No obstante, no debe ser considerado de forma aislada.

Dados los probables efectos no sólo sobre los ecosistemas marinos y costeros, sino, también, sobre los medios de subsistencia de millones de habitantes de las costas, los programas de mares regionales deben dar prioridad a la acidificación de los océanos como un problema medioambiental de preocupación inmediata que requiere de medidas jurídico-políticas integrales basadas en la investigación y el seguimiento, la concienciación y el desarrollo de acciones de mitigación y adaptación.

5.3. LA ACIDIFICACIÓN Y LOS ESPACIOS POLARES: ESPECIAL REFERENCIA AL CONSEJO ÁRTICO Y AL SISTEMA DEL TRATADO ANTÁRTICO

Las aguas de los océanos polares (el Océano Ártico y el Océano Austral) poseen una mayor capacidad de absorción de dióxido de carbono (CO2)[435]. Como se ha indicado, estas aguas son más frías y, por tanto, tienen una mayor capacidad para disolver el CO2, ya que, al aumentar la solubilidad del CO2 en agua con la disminución de la temperatura,

[435] CAI, W.J., et al., "Decrease in the CO2 uptake capacity in an ice-free Arctic Ocean basin", *Science*, Vol. 329, No. 5991, 2010, pp. 556-559.

las aguas más frías pueden disolver más CO2 que las aguas más cálidas[436], resultando en menores concentraciones de carbonatos[437].

Debido a ello, el Programa de Vigilancia y Evaluación del Ártico (AMAP, por sus siglas en inglés), está ampliando su trabajo sobre la comprensión y el alcance del problema de la acidificación en este espacio polar. Asimismo, al igual que en el Ártico, la amenaza de la acidificación en el Océano Austral, que abarca el continente antártico, ha suscitado un gran interés. Aun así, esta preocupación no lleva todavía aparejado un nivel comparable de evaluación sistemática, lo que refleja tanto los grandes retos de la investigación científica en el Océano Austral, como las diferencias entre el Sistema del Tratado Antártico (STA) y el Consejo Ártico a este respecto. En tal sentido, resulta de utilidad examinar el estado actual de los conocimientos sobre la acidificación de los océanos en los espacios polares para evaluar la idoneidad de las respuestas adoptadas tanto por el Consejo Ártico y el STA, como para identificar oportunidades de adoptar compromisos sustantivos y eficaces frente a esta amenaza creciente de la acidificación en los entornos marinos polares.

La acidificación de los océanos es, al igual que el cambio climático y otros cambios planetarios provocados por la mano del hombre, un problema mundial por excelencia que solo puede resolverse mediante una coordinada acción internacional, en particular por parte de los principales Estados emisores. Sin embargo, de ello no se deduce que las respuestas a nivel regional, incluidos los regímenes internacionales que proporcionan marcos de gobernanza para el Ártico y el Antártico, no tengan ningún papel que desempeñar. Al ser los océanos polares especialmente susceptibles a la acidificación oceánica, las respuestas regionales pueden contribuir directamente a los procesos de la CMNUCC y del Acuerdo de París, especificando niveles peligrosos de cambio en el sistema climático que sean pertinentes para las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC). Igualmente, en la medida en que los esfuerzos mundiales para reducir las emisiones de dióxido de carbono no se logren al ritmo y a la

[436] Véase: KATZ, C., "Why Rising Acidification Poses a Special Peril for Warming Arctic Waters", *Yale School of the Environment Explore Search*, October 2019, disponible en: *https://e360.yale.edu/features/why-rising-acidification-poses-a-special-peril-for-warming-arctic-waters*

[437] TURNER, J., et al., "Antarctic climate change and the environment: an update", *Polar record*, Vol. 50, No. 3, 2014, pp. 237-259.

escala necesarios, las respuestas ofrecidas en el marco del Consejo Ártico y del Sistema del Tratado Antártico para los océanos polares pueden ser tomadas como referencia para impulsar políticas de adaptación destinadas a mejorar la resiliencia de los ecosistemas marinos polares frente a la acidificación y otros cambios medioambientales marinos.

5.3.1 La mitigación y adaptación a la acidificación en el Consejo Ártico

El rápido avance de la acidificación en el Océano Ártico se puso de relieve en el Informe Especial del IPCC sobre "El océano y la criosfera en un clima cambiante"[438]. La acidez oceánica en el Ártico se ha convertido en una preocupación creciente debido a la especial vulnerabilidad de esta región[439]. Como se ha indicado, las aguas polares frías tienen una mayor capacidad de absorción del CO2, y, en el caso del Ártico, la acidificación de sus aguas se intensifica aún más con ocasión de las grandes aportaciones de agua dulce (procedente de los ríos y del deshielo) y de la afluencia de aguas con pH bajo procedentes del Pacífico[440]. Asimismo, esta intensificación de la acidez se ve

[438] IPCC, "El océano y la criosfera en un clima cambiante, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático", Resumen para responsables de políticas, Suiza, 2019, p. 25.

[439] La acidificación del Océano Ártico es cada vez más evidente, con observaciones continuas que muestran un sistema de carbonato marino que cambia rápidamente. Sin embargo, la alta variabilidad natural del sistema de carbonatos hace que sea difícil obtener una imagen clara de la acidificación en el Océano Ártico. En él influyen las estaciones, impulsadas por una compleja interacción entre la producción biológica estacional, la variabilidad de la temperatura, el suministro de agua dulce y la capa de hielo. A pesar de esta variabilidad natural, las proyecciones sugieren que, con las emisiones netas de carbono en curso, la acidificación del Océano Ártico continuará durante el resto de este siglo. Además de la absorción de CO2 de la atmósfera, la acidificación también es impulsada por la descomposición de la materia orgánica que llega al océano a través de los ríos y por la oxidación del metano (CH4) procedente del deshielo del permafrost submarino. Esta oxidación del metano puede provocar una acidificación rápida. En algunas zonas del océano, sobre todo en las plataformas costeras relativamente poco profundas, estos procesos desempeñan actualmente un papel mucho más importante que el del CO2 atmosférico a la hora de determinar el ritmo y el alcance de la acidificación oceánica. En algunas regiones de la plataforma siberiana, por ejemplo, la materia orgánica en descomposición procedente del deshielo del permafrost submarino y de la escorrentía fluvial da lugar a concentraciones marinas de CO2 muy superiores incluso a los niveles previstos en la atmósfera para finales de siglo. Estos procesos influyen en el agua de pH relativamente alto que ingresa al Océano Ártico desde el Atlántico Norte, que luego se mezcla con agua de pH más bajo que fluye desde el Pacífico. Esta agua ártica modificada fluye, posteriormente, hacia el Atlántico norte a través del archipiélago ártico canadiense y el estrecho de Fram. Las regiones del Atlántico Norte influenciadas por estos flujos son biológicamente productivas y sustentan importantes pesquerías comerciales. La aceleración de la acidificación como consecuencia del aumento de la absorción atmosférica de CO2 y de la descomposición de la materia orgánica en el Océano Ártico puede afectar no sólo a los ecosistemas del Océano Ártico central, sino, también, a los ecosistemas situados en el Atlántico Norte. Véase: AMAP, "Arctic Ocean Acidification Assessment: 2018, Summary for Policymakers", Arctic Monitoring and Assessment Programme, 2019, p. 5, disponible en: *https://www.amap.no/documents/download/3296/inline*

[440] AMAP, "AMAP Assessment 2018: Arctic Ocean Acidification", Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Tromsø, Norway, 2018, pp. 1-2.

favorecida por la filtración de gas metano (CH4) desde el lecho marino del Ártico como consecuencia del calentamiento de los océanos[441]. El CH4 es un gas de efecto invernadero que se encuentra atrapado en los depósitos de permafrost en el lecho marino de las regiones árticas. A medida que el permafrost se descongela, el metano puede ser liberado a través de burbujas de gas, y llegar a la superficie del océano. Allí, tras un proceso químico, se oxida produciendo ácido carbónico, lo que contribuye a aumentar la acidez del agua y, por consiguiente, la acidificación.

Hay que destacar que las regiones ártica y subártica albergan importantes y valiosas pesquerías comerciales y de subsistencia, que pueden verse afectadas negativamente por la acidificación oceánica[442]. Por ejemplo, se han identificado como pesquerías especialmente amenazadas por la acidez oceánica ártica la pesca del bacalao en el Mar de Barents, la de camarones en Groenlandia, y la de cangrejos y erizos de mar en Alaska y en el norte de Noruega[443].

Para el Ártico, no existe régimen específico instituido por un Tratado Internacional. Existen varios foros de cooperación intergubernamental, entre los que cabe destacar el Consejo Ártico[444] creado por varios Estados (Canadá, Dinamarca, Estados Unidos, Rusia, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia) mediante una Declaración conjunta en 1996[445]. Se trata del principal foro intergubernamental que promueve la cooperación, la coordinación y la interacción entre los Estados del Ártico, los pueblos indígenas del Ártico y otros habitantes del Ártico para impulsar el desarrollo sostenible y la protección medioambiental de la región. Todas las decisiones y declaraciones del Consejo Ártico requieren el consenso de los ocho Estados del Ártico.

En relación al tratamiento científico de la acidificación en el Ártico, hay que destacar el papel que ha desempeñado el Programa de Vigilancia y Evaluación del Ártico

[441] AMAP, "AMAP Assessment 2013: Arctic Ocean Acidification", Oslo, Norway, 2013, p.27; ZHUANG, Q., et al., "CO2 and CH4 exchanges between land ecosystems and the atmosphere in northern high latitudes over the 21st century", *Geophysical Research Letters*, Vol. 33, No. 17, 2006.
[442] Véase: MATHIS, J. T., et al., "Ocean acidification risk assessment for Alaska's fishery sector", *Progress in Oceanography*, Vol. 136, 2015, pp. 71-91.
[443] AMAP, "Arctic Ocean Acidification Assessment: 2018, Summary for Policymakers", Arctic Monitoring and Assessment Programme, 2019, pp. 8-11.
[444] Para mayor información sobre el Consejo Ártico, véase: *https://arctic-council.org/about/*
[445]Véase: Declaración sobre la creación del Consejo Ártico, conocida como la Declaración de Ottawa, disponible en: *https://oaarchive.arctic-council.org/handle/11374/85*

(AMAP). El AMAP es uno de los seis grupos de trabajo[446] del Consejo Ártico, y se encarga de supervisar y evaluar la situación de la región ártica en relación con el cambio climático y otras cuestiones medioambientales, incluida la acidificación de los océanos. Este grupo de trabajo puede recomendar medidas necesarias para guiar e informar sobre la adopción de decisiones por el Consejo Ártico en aras de reducir los riesgos ecosistémicos de la región.

El AMAP ha elaborado dos informes científicos[447] sobre la acidificación del océano en el Ártico, en 2013 y 2018 respectivamente. Ambos documentos ofrecen evaluaciones extensas y detalladas sobre el impacto de la acidificación del océano Ártico. De la síntesis de dichos informes, se pueden extraer las siguientes reflexiones:

-El Océano Ártico es especialmente vulnerable a la acidificación oceánica, por lo que se recomienda que el Consejo Ártico inste a los Estados miembros a reducir urgentemente la emisión de dióxido de carbono, reforzar la investigación y el seguimiento de la acidificación, así como aplicar estrategias de adaptación cuando sea posible[448];

-La acidificación del océano se ve exacerbada en el Ártico debido a las bajas temperaturas, el aumento de los flujos de agua dulce de ríos y glaciares, el deshielo de los glaciares y la afluencia de agua con bajo pH desde el Océano Pacífico[449];

-Las modificaciones detectadas en el ciclo del carbono del Océano Ártico revelan un sistema de gran heterogeneidad con grandes variaciones, tanto estacionales como regionales[450], por lo que el alcance de la acidificación oceánica está diferenciado regionalmente dentro del Ártico, existiendo una variación en los impactos de las

[446] Las actividades del Consejo se llevan a cabo principalmente en seis Grupos de Trabajo y un Grupo de Expertos independiente que cubren un amplio campo de temas, desde el cambio climático, hasta la respuesta a emergencias o el desarrollo sostenible. Los Grupos de Trabajo y el Grupo de Expertos en Carbono Negro y Metano proporcionan una base de conocimientos amplia y científicamente sólida sobre la cual el Consejo Ártico adopta decisiones informadas. Los informes de estos grupos visualizan mejores prácticas y recomendaciones para guiar la acción política del Consejo Ártico.

[447] Véanse: AMAP, "AMAP Assessment 2013: Arctic Ocean Acidification", Oslo, Norway, 2013, disponible en: *https://www.amap.no/documents/download/1577/inline;* AMAP, "AMAP Assessment 2018: Arctic Ocean Acidification", Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Tromsø, Norway, 2018, disponible en: *https://repository.oceanbestpractices.org/handle/11329/1268*

[448] AMAP, "AMAP Assessment 2013: Arctic Ocean Acidification", Oslo, Norway, 2013, p. 10.

[449] AMAP, "AMAP Assessment 2018: Arctic Ocean Acidification", Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Tromsø, Norway, 2018, p. 3, 13.

[450] Ibídem, p. 14.

especies, con una pequeña proporción de organismos que se benefician o no muestran efectos, en tanto que la mayoría de los demás organismos experimentan efectos adversos a la acidificación[451]. Se recomienda la intensificación de los esfuerzos de investigación y seguimiento de la acidificación del Océano Ártico con un enfoque ecosistémico de gestión y adaptación;

-La acidificación de los océanos puede alterar el equilibrio de los ecosistemas[452], repercutiendo, a su vez, sobre las sociedades humanas que dependen del Océano Ártico para su aprovisionamiento (por ejemplo, la pesca[453]), regulación y mantenimiento (por ejemplo, la estabilidad física, química y ambiental)[454];

-La existencia de una necesidad urgente de seguir desarrollando soluciones tecnológicas para vigilar la acidificación de los océanos con alta frecuencia, durante todo el año y en toda la columna de agua[455];

-La legislación y las políticas relativas a los posibles efectos del cambio climático y la acidificación de los océanos en las especies marinas deben coordinarse a nivel universal, regional y nacional, para complementarse y evitar contradicciones, lagunas o ineficacia en la reducción de este problema ambiental[456], por lo que conviene clarificar la identificación de sinergias[457]. De entre las anteriores, la acción universal para mitigar la acidificación de los océanos y el cambio climático es fundamental[458].

Podemos resaltar que el Consejo Ártico ha desempeñado un papel importante en la evaluación y difusión de la investigación científica sobre la acidificación en el Océano Ártico, con la elaboración por parte del AMAP de informes exhaustivos, de alta calidad y pertinentes para la formulación de políticas. Dicho Consejo está formado por

[451] Ibídem, p. 49.
[452] Ibídem, p. 25.
[453] El efecto de la acidificación de los océanos en la pesca comercial es especialmente preocupante dado que las pesquerías del Ártico y subártico representan alrededor del 10% de las capturas mundiales. El informe del AMAP de 2018 examinó los efectos actuales y futuros de la acidificación del océano en una serie de especies de importancia comercial a través de cinco casos de estudio (algas y erizos de mar noruegos, bacalao del Mar de Barents, camarón de Groenlandia, sector pesquero de Alaska y del Ártico occidental canadiense).
[454] AMAP, "AMAP Assessment 2018: Arctic Ocean Acidification", op. cit., p.26.
[455] Ibídem, p. 14.
[456] Ibídem, p. 2.
[457] Ibídem, p.177.
[458] Ibídem, p. 48.

ocho Estados miembros[459], seis grupos de trabajo[460], seis organizaciones que representan a los pueblos indígenas del Ártico como participantes permanentes[461] y varios Estados no árticos[462], organizaciones internacionales[463] y ciertas ONGs como observadores. Si bien el AMAP ha sido el principal foro del Consejo Ártico para evaluar el problema, la acidificación de los océanos ha sido considerada en varios órganos del Consejo Ártico y en la adopción de declaraciones, informes o estrategias para fortalecer la resiliencia ecológica de la región, por ejemplo, mediante la designación de áreas marinas protegidas (AMP) en el marco de los instrumentos de protección del medio ambiente marino ártico. En este sentido, el Marco de 2015[464] para la creación de una Red pan-ártica de áreas marinas protegidas[465] menciona expresamente la acidificación

[459] Canadá, Dinamarca, Estados Unidos, Federación Rusa, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia.

[460] El Programa ártico de supervisión y evaluación (AMAP, por sus siglas en inglés) -cuya finalidad es supervisar y evaluar los efectos de los contaminantes atropogénicos y asesorar a los Estados sobre las amenazas que suponen-, el Programa de acción de contaminantes árticos (ACAP, por sus siglas en inglés) -que tiene por objeto reducir las emisiones de contaminantes-, el Programa de conservación de la flora y la fauna árticas (CAFF, por sus siglas en inglés) -que promueve la conservación de la diversidad biológica, informando a los Estados e impulsando prácticas sostenibles-, el Grupo de Trabajo sobre prevención, preparación y respuesta en caso de emergencia (EPR, por sus siglas en inglés) -que persigue la prevención, preparación y respuesta ante las posibles emergencias de carácter ambiental y desastres naturales que puedan producirse en el Ártico-, el Grupo de Trabajo sobre protección del medio ambiente marino del Ártico (PAME, por sus siglas en inglés) -que busca la protección del medio marino del Ártico, como consecuencia del progresivo deshielo, o de las actividades de aprovechamiento económico que se están incrementando-, y el Grupo de Trabajo sobre desarrollo sostenible (SDWG, por sus siglas en inglés) -que pretende mejorar la economía, la cultura y la salud de los habitantes del Ártico, a través de la promoción del desarrollo sostenible-.

[461] Asociación Rusa de los Pueblos Indígenas del Norte (RAIPON), Conferencia Circumpolar Inuit, Consejo Saami, Consejo Ártico Atabascano, Consejo Internacional Gwichin y la Asociación Internacional Aleutiana.

[462] Entre ellos, España, Francia, Alemania, Italia, Polonia, Reino Unido, India, China.

[463] Entre ellas, la Organización Marítima Internacional (OMI), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

[464] Este Marco, elaborado por el Grupo de Trabajo PAME del Consejo Ártico, ofrece orientación estratégica para la protección y el uso sostenible del medio ambiente marino del Ártico, por lo que no es jurídicamente vinculante. Cada Estado del Ártico desarrolla las AMP en función de sus propias autoridades, prioridades y plazos. El objetivo de este Marco es informar para trazar una planificación, gestión y acciones de colaboración conjuntas a través del desarrollo de AMP situadas dentro de la jurisdicción nacional de los Estados Árticos en aras de conservar y proteger el medio marino ártico. Véase: PAME (Protection of the Artic marine environement), Framework for a Pan-Arctic Network of Marine Protected Areas, PAME International Secretariat, Iceland, 2015, disponible en: *https://www.pame.is/images/03_Projects/MPA/MPA_Report.pdf*

[465] El Consejo Ártico tiene como objetivo en este ámbito facilitar la creación de una red de áreas marinas protegidas o red pan-ártica, dentro de las zonas económico exclusivas de los Estados ribereños. Desde 1996, el mapeo de las áreas protegidas, tanto marinas como terrestres, ha sido objeto de estudio por el Consejo Ártico. El Programa de conservación de la flora y la fauna árticas (CAFF), otro de los grupos de trabajo del Consejo Ártico, diseñó la Estrategia de la Red de áreas protegidas circumpolares y su Plan de acción. En 2004, el Consejo Ártico instó al establecimiento de una Red, y en 2009, el Grupo de Trabajo sobre protección del medio ambiente marino del Ártico (PAME) solicitó la identificación de las áreas de mayor importancia ecológica y cultural para otorgarles protección. Finalmente, el informe del PAME de 2015 ha sido el paso decisivo para la creación de esta Red pan-ártica de áreas marinas protegidas. No

y otros cambios relacionados con el dióxido de carbono en el medio marino para delimitar dichas áreas[466] en base a su deterioro ecológico por dichos factores[467]. De acuerdo con ello, el Programa de conservación de la flora y la fauna árticas (CAFF, por sus siglas en inglés), otro de los grupos de trabajo del Consejo Ártico, elaboró un informe completo en 2017 sobre el estado de la biodiversidad marina del Ártico, en el que se ponía de manifiesto que la acidificación de los océanos es uno de los principales factores de cambio que afectan a la biodiversidad del Océano Ártico[468]. A modo ilustrativo, el cambio de temperatura del agua, la pesca comercial de arrastre de fondo, la acidificación del océano, la descarga de agua dulce de ríos/glaciares y la introducción de especies no autóctonas se consideran los principales factores de los cambios observados y previstos en la estructura de las comunidades bentónicas del Ártico.

La acidificación de los océanos también se ha incluido en las Declaraciones del Consejo Ártico, declaraciones no vinculantes adoptadas en las Reuniones Ministeriales, celebradas cada dos años, del Consejo. No obstante, podemos apreciar cómo a pesar de que en las declaraciones adoptadas en las reuniones ministeriales del Consejo se reconocen el cambio climático y el reto de la acidez oceánica, los Estados del Consejo presentes en ellas han sido tímidos y cautos a la hora de establecer recomendaciones políticas específicas y detallas para abordar estos problemas ambientales en la región.

La acidificación de los océanos se mencionó por primera vez en la Declaración de Tromsø de 2009, que se centraba especialmente en el cambio climático en el medio marino del Ártico[469]. La Declaración señalaba que "el aumento de los niveles de CO2

obstante, el establecimiento efectivo de una red pan-ártica de AMP sigue siendo difícil, ya que el Marco no es jurídicamente vinculante, razón por la que deja discreción a cada Estado ártico en su aplicación. El Marco pretende informar sobre el desarrollo de redes de AMP bajo la jurisdicción de los Estados árticos, y no aborda enfoques de AMP específicos para zonas fuera de la jurisdicción nacional. Se asigna a un Grupo de Expertos en Redes de AMP una función de coordinación y desarrollo de redes, pero sin un papel claramente definido. No se ha desarrollado ninguna metodología ni mecanismo acordado para determinar la eficacia regional de una red de AMP pan-ártica, aunque el Marco lo enumera como una acción a largo plazo.

[466] PAME (Protection of the Artic marine environement), Framework for a Pan-Arctic Network of Marine Protected Areas, op. cit., p. 6, 19.

[467] Véase: PAME, Scientific considerations of how Arctic Marine Protected Area (MPA) networks may reduce negative effects of climate change and ocean acidification, 2017, disponible en: *https://www.pame.is/images/03_Projects/MPA/Workshop/3rd_MPA_Workshop_Report.pdf*

[468] CAFF, State of the Arctic Marine Biodiversity Report, 2017, disponible en: *https://www.caff.is/assessment-series/431-state-of-the-arctic-marine-biodiversity-report-full-report*

[469] Arctic Council, Tromsø Declaration, On the occasion of the Sixth Ministerial Meeting of The Arctic Council, The 29th of April, 2009, Tromsø, Norway, disponible en: *https://oaarchive.arctic-*

atmosférico puede acelerar la acidificación de los océanos", por lo que los Estados "deciden vigilar estos cambios". También confirmó el compromiso de todos los Estados árticos de hacer frente al cambio climático a través de la CMNUCC.

La Declaración de Kiruna de 2013 se adoptó tras la finalización del informe del AMAP sobre la evaluación de la acidificación oceánica en el Ártico, por lo que pudo incluir un lenguaje más detallado con respecto a la acidificación:

"Acogemos con satisfacción la evaluación de la acidificación del Océano Ártico, aprobamos sus recomendaciones, observamos con preocupación los posibles efectos de la acidificación en la vida marina y en las personas que dependen de unos ecosistemas marinos sanos, reconocemos que la reducción de las emisiones de dióxido de carbono es la única forma eficaz de mitigar la acidificación de los océanos, y pedimos a los Estados árticos que sigan adoptando medidas de mitigación y adaptación, y que vigilen y evalúen el estado de la acidificación del Océano Ártico"[470].

En la Declaración de Iqaluit de 2015, los Estados del Consejo Ártico reconocieron que la absorción de dióxido de carbono puede tener repercusiones significativas en los ecosistemas marinos del Ártico y en las comunidades que dependen de ellos, a la luz de lo cual decidieron emprender una labor de concienciación sobre la acidificación de los océanos en el Ártico[471]. La Declaración de Fairbanks de 2017 incluía un lenguaje muy similar con respecto a la acidificación de los océanos, y el énfasis recurrente sugería que, al igual que el cambio climático y otras amenazas globales para el Ártico, la acidificación de los océanos se convertiría ahora en un punto permanente en las declaraciones del Consejo Ártico[472]. Aun así, en la reunión del Consejo Ártico de Rovaniemi de 2019, se

council.org/bitstream/handle/11374/91/06_tromso_declaration_2009_signed%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[470] Arctic Council, Kiruna Declaration, On the Occasion of the Eighth Ministerial Meeting of the Arctic Council, Kiruna, Sweden, 15 May 2013, p. 6, disponible en: *https://oaarchive.arctic-council.org/bitstream/handle/11374/93/MM08_Kiruna_Declaration_final_formatted.pdf?sequence=5&isAllowed=y*

[471] Arctic Council, Iqaluit Declaration, Iqaluit, Canada, 24 APRIL 2015, para. 41, disponible en: *https://oaarchive.arctic-council.org/bitstream/handle/11374/662/EDOCS-2547-v1-ACMMCA09_Iqaluit_2015_Iqaluit_Declaration_formatted_brochure_low-res.PDF?sequence=6&isAllowed=y*

[472] Disponible en: *https://oaarchive.arctic-council.org/bitstream/handle/11374/1910/EDOCS-4339-v1-ACMMUS10_FAIRBANKS_2017_Fairbanks_Declaration_Brochure_Version_w_Layout.PDF?sequence=8&isAllowed=y*

produjo un cambio radical con respecto a tal práctica. Por primera vez en la historia del Consejo Ártico, los ministros no fueron capaces de acordar la redacción de una declaración ministerial a causa de la oposición de Estados Unidos sobre la inclusión de términos que abordasen el cambio climático[473]. Como resultado, se emitieron dos declaraciones ministeriales. La Declaración Ministerial Conjunta de Rovaniemi, firmada por representantes de todos los Estados árticos, fue un breve documento de una página sin apenas orientaciones sustantivas[474], salvo la de encargar a los Altos Funcionarios del Ártico que prosigan la planificación estratégica para mejorar la eficiencia y eficacia del Consejo Ártico. El Presidente, el Ministro de Asuntos Exteriores de Finlandia, emitió una segunda declaración, en la que se abordaban numerosas cuestiones relacionadas con el Ártico, destacándose, no obstante, en varios puntos la falta de acuerdo sobre la necesidad de mitigar el cambio climático y de adaptarse a él[475]. Lo cierto es que con diferentes perspectivas nacionales sobre las amenazas del cambio climático, el Consejo Ártico ha tenido dificultades para llegar a un consenso sobre las respuestas adecuadas de mitigación y adaptación.

Con el cambio de gobierno de Estados Unidos, en la última Reunión ministerial en Reykjavik, Islandia, 20 de mayo de 2021, se adoptó otra Declaración con 62 puntos, entre los que se prestó especial interés a los efectos del cambio climático en el Ártico[476]. En esta reunión, si bien se volvió a avanzar en cuestiones sobre el cambio climático[477], quedaron patentes las tensiones geopolíticas entre Estados Unidos y Rusia por la invasión de Ucrania. El punto 31 hacía referencia a la "preocupación por el aumento de las concentraciones de dióxido de carbono, la acidificación de los océanos y los efectos

[473] Reuters, "EE.UU hunde acuerdo sobre el Ártico por diferencias sobre cambio climático: diplomáticos", disponible en: *https://www.reuters.com/article/us-finland-arctic-council-idUSKCN1SD143*

[474] Arctic Council, Rovaniemi Joint Ministerial Statement 2019, On the Occasion of the Eleventh Ministerial meeting of the Arctic Council, disponible en: *https://oaarchive.arctic-council.org/bitstream/handle/11374/2418/Rovaniemi_Ministerial_Statements.pdf?sequence=1&isAllowed=y*

[475] Statement By The Chair Minister for Foreign Affairs of Finland, Timo Soini, On the Occasion of the Eleventh Ministerial meeting of the Arctic Council, Rovaniemi 6-7 May 2019.

[476] Disponible en: *https://oaarchive.arctic-council.org/bitstream/handle/11374/2600/2021%20Reykjavik%20Declaration%2020-5-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y*

[477] "Subrayando la importancia de alcanzar los objetivos del Acuerdo de París y, a este respecto, exhortando a todas las partes en el Acuerdo de París, incluidos los Estados árticos y los Estados observadores del Consejo Ártico, a que apliquen y mejoren las contribuciones determinadas a nivel nacional y otras medidas en consonancia con los objetivos del Acuerdo de París". Arctic Council, Reykjavik Declaration 2021, On the occasion of the Twelfth Ministerial meeting of the Arctic Council.

generalizados del cambio climático en el medio marino y costero del Ártico, incluida la pérdida de hielo marino", y a la decisión de "seguir vigilando y evaluando estos efectos para fundamentar las decisiones y acciones destinadas a mejorar la cooperación relacionada con las actividades marinas y la protección del medio ambiente del Ártico". El Plan estratégico del Consejo Ártico (2021-2030) también fue presentado en la reunión ministerial de Reykjavik. En dicho Plan, aunque no se hace referencia explícita a la acidificación, se establecen varios objetivos (protección del medio ambiente, desarrollo sostenible, fortalecimiento del Consejo Ártico) para cuyo cumplimiento el Consejo se compromete a realizar acciones estratégicas, las cuales redundan en la reducción de la acidificación. En concreto, en el objetivo de protección del medio ambiente, un punto clave es el clima ártico. En este marco, el Consejo se compromete a: vigilar, evaluar y poner de relieve los efectos del cambio climático en el Ártico para "fomentar el cumplimiento del Acuerdo de París", y apoyar medidas mundiales más enérgicas para "reducir los gases de efecto invernadero", reforzando al mismo tiempo la cooperación en materia de: ciencia y observaciones climáticas, reducción de emisiones, "mitigación del cambio climático", adaptación y resiliencia e intercambio de conocimientos y tecnologías innovadoras en apoyo de estos esfuerzos[478].

Para el desarrollo y la puesta en marcha de dichas acciones estratégicas, el Consejo cuenta con los grupos de trabajo, mencionados anteriormente, y, en ocasiones, con grupos de expertos independientes, como el Grupo de expertos en gestión basada en ecosistemas o el Grupo de Expertos en Carbono Negro y Metano. Asimismo, el apoyo y la labor de los grupos de trabajo han sido tenidos en cuenta en la negociación de tres instrumentos vinculantes, sobre tres áreas, adoptados en el marco del Consejo Ártico: el riesgo de la sobreexplotación pesquera, la contaminación por hidrocarburos y la navegación de las aguas árticas. Se trata del Acuerdo de 2011 sobre cooperación en materia de búsqueda y salvamento aeronáutico y marítimo en el ártico[479], el Acuerdo de 2013 sobre cooperación en materia de preparación y lucha contra la contaminación

[478] Arctic Council Strategic Plan 2021 to 2030, Reykjavík, 20 May 2021, paras. 1.2, 1.3, 1.4, disponible en: *https://oaarchive.arctic-council.org/bitstream/handle/11374/2601/MMIS12_2021_REYKJAVIK_Strategic-Plan_2021-2030.pdf?sequence=1&isAllowed=y*

[479] Cuyos Estados Partes son: Canadá, Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega, Federación de Rusia, Suecia y Estados Unidos. Acuerdo disponible en: *https://oaarchive.arctic-council.org/handle/11374/531*

marina por hidrocarburos en el Ártico[480], y el Acuerdo de 2017 para mejorar la cooperación científica internacional en el Ártico[481]. Un ejemplo de un marco ambiental que podría ser un precedente como respuesta a la acidificación de los océanos es el Marco de acción mejorado para la reducción de emisiones de carbono negro y metano (Marco EBCME, por sus siglas en inglés), que se adoptó en la Reunión Ministerial del Consejo Ártico en Iqaluit en 2015[482]. El Marco EBCME busca lograr reducciones sustanciales en las emisiones de metano y carbono negro de los miembros del Consejo Ártico a través de la provisión de inventarios, de metano y carbono negro, y el intercambio de planes nacionales para reducir las emisiones. Se alienta a los observadores del Consejo Ártico a participar activamente en la implementación del Marco EBCME, incluso mediante el fortalecimiento de sus inventarios nacionales de emisiones y planes de mitigación. Además, el Marco EBCME señala el compromiso de los Estados del Ártico para crear conciencia sobre el impacto de las emisiones de metano y carbono negro.

Desde una perspectiva más amplia, en la OMI se han producido varios avances relacionados con el Ártico que han sido impulsados, en gran medida, por las preocupaciones del Ártico[483] , y que guardan alguna relación con la acidificación de los océanos. En 2014, la OMI adoptó el Código Internacional para los buques que operen en aguas polares (Código Polar), que, desde 2017, es obligatorio en virtud de MARPOL y del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar[484]. El Código Polar

[480] Cuyos Estados Partes son: Canadá, Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega, Federación de Rusia, Suecia y Estados Unidos. Acuerdo disponible en: *https://oaarchive.arctic-council.org/bitstream/handle/11374/529/EDOCS-2067-v1-ACMMSE08_KIRUNA_2013_agreement_on_oil_pollution_preparedness_and_response__in_the_arctic_formatted.PDF?sequence=5&isAllowed=y*

[481] Cuyos Estados Partes son: Canadá, Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega, Federación de Rusia, Suecia, Estados Unidos. Acuerdo disponible en: *file:///C:/Users/Adriana%20Fillol/Downloads/EDOCS-4288-v2-ACMMUS10_FAIRBANKS_2017_Agreement_on_Enhancing_International_Arctic_Scientific_Cooperation.pdf*

[482] Disponible en: *https://oaarchive.arctic-council.org/handle/11374/1430*

[483] La Evaluación del Transporte Marítimo en el Ártico de 2009 de PAME desempeñó un papel clave en el avance de las negociaciones en la Organización Marítima Internacional para la adopción del Código. Véase: PAME, Arctic Marine Shipping Assessment 2009 Report, disponible en: *https://oaarchive.arctic-council.org/handle/11374/54*

[484] OMI, Código internacional para buques que operen en aguas polares (Código Polar), Resolución de la OMI MSC.385(94), 21 de noviembre de 2014, y Resolución de la OMI MEPC.264, 15 de mayo de 2015, ambas en vigor a partir del 1 de enero de 2017; Enmiendas al Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar de 1974, Resolución de la OMI MSC.386(94), 21 de noviembre de 2014, en vigor

pretende mejorar la seguridad de los buques y la prevención de la contaminación en los océanos Ártico y Austral mediante normas detalladas sobre diseño, construcción, equipamiento, operación, navegación, tripulación y formación, búsqueda y salvamento, y protección del medio ambiente. El Código Polar no aborda la acidificación de los océanos *per se*, pero, al igual que otras iniciativas de protección del medio marino aplicables en las regiones polares, puede contribuir a aumentar su resistencia al cambio climático y a la acidificación de los océanos.

Como se ha podido apreciar, aunque el Consejo Ártico ha proporcionado el punto de apoyo para la evaluación y la respuesta del Ártico a la acidificación de los océanos, demostrando un liderazgo sustancial en materia de cooperación científico-técnica, el Consejo ha tenido dificultades, en cambio, para abordar de forma eficaz la mitigación y la adaptación a las amenazas de la acidificación de los océanos. A la luz de las diferentes perspectivas nacionales sobre la mitigación del cambio climático, los Estados árticos no han sido capaces de forjar una única voz sólida sobre la reducción de las emisiones de CO2. Las declaraciones ministeriales solo han podido pedir acciones generales de mitigación, no pudiéndose llegar en 2019 a un acuerdo para incluir una mención al cambio climático en la Declaración de Rovaniemi. Las orientaciones futuras de las respuestas de gobernanza regional son más fáciles de discernir para la adaptación que para la mitigación de la acidez del Océano Ártico. Así, es fundamental proseguir con la creación de una red de AMP en el Ártico. Aunque la negociación y adopción de acuerdos regionales jurídicamente vinculantes sobre las fuentes terrestres de contaminación y las zonas especialmente protegidas siguen siendo opciones, los Estados árticos se han mostrado reticentes a formalizar aún más la cooperación marina ártica. Un Grupo de Trabajo sobre Cooperación Marina en el Ártico, creado en 2015, se encargó originalmente de evaluar las necesidades futuras de un programa de mares regionales, limitándose, finalmente, a formular recomendaciones de mejoras complementarias de los mecanismos existentes del Consejo Ártico[485]. Es probable que las nuevas iniciativas y acciones para mitigar la acidez del océano Ártico a nivel regional sean difíciles y

a partir del 1 de enero de 2017; Enmiendas a los anexos I, II, IV y V de MARPOL, Resolución de la OMI MEPC.265(68), 15 de mayo de 2015, en vigor a partir del 1 de enero de 2017.

[485] Recommendations by the Task Force on Arctic Marine Cooperation II for complementary enhancements of the Arctic Council institutions, 2018, disponible en: *https://oaarchive.arctic-council.org/handle/11374/2231*

dependan de la evolución política de los Estados árticos y de los compromisos políticos nacionales para mitigar el cambio climático y la acidificación de los océanos. Obviamente, los principales esfuerzos de mitigación habrán de producirse a escala mundial en virtud de la aplicación del Acuerdo de París. Aún está por ver cómo se desenvolverán las complejas corrientes de esfuerzos mundiales y regionales para abordar la acidificación de los océanos y la conservación de la biodiversidad marina en general. No obstante, es evidente que, a la luz de lo indicado, la acidificación de los océanos seguirá siendo una cuestión de primer orden tanto para la ciencia, como para la gobernanza.

5.3.2 La acidificación de los océanos y el Sistema del Tratado Antártico

En el continente antártico y sus alrededores, se realizan numerosas investigaciones científicas sobre una gran variedad de temas. El cambio climático y, más recientemente, la acidificación de los océanos han sido objeto de atención y estudio durante la última década en la investigación sobre la región[486]. La vigilancia de estos desafíos climáticos ha sido incorporada en la agenda medioambiental más amplia del Sistema del Tratado Antártico (STA).

Para la Antártida[487], no existe un grupo de trabajo equivalente al Programa de Vigilancia y Evaluación del Ártico (AMAP) que lleve a cabo un seguimiento y evaluación periódica del medio ambiente antártico. El equivalente más cercano es el Comité Científico para la Investigación en la Antártida (SCAR -Scientific Committee on Antarctic Research-, por sus siglas en inglés)[488]. Se trata de un comité interdisciplinario del Consejo Internacional de Ciencia que tiene como objetivo facilitar y coordinar la investigación científica en la región antártica. SCAR fue establecido en 1958, y, desde

[486] O'REILLY, J., "Antarctic climate futures: how terra incognita becomes terra clima", *The Polar Journal*, Vol. 3, No. 2, 2013, pp. 384-398.

[487] A diferencia del Ártico, la Antártida y el Océano Austral se rigen por una amplia red de regímenes de tratados que imponen obligaciones vinculantes a los Estados Partes. El Sistema del Tratado Antártico (STA) se integra por: el Tratado Antártico -firmado en Washington el 1 de diciembre de 1959-, el Protocolo sobre Protección del Medio Ambiente -Protocolo de 1991 al Tratado Antártico, conocido como Protocolo de Madrid-, la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA) -adoptada en la Conferencia sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos de 1980-, la Convención para la Conservación de las Focas Antárticas (CCFA) -adoptada en Londres en 1972-, así como las medidas vigentes en virtud de dichos instrumentos.

[488] Véase: Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR), página web disponible en: *https://www.scar.org/*

entonces, ha desempeñado un papel importante en el desarrollo y la cooperación internacional sobre la investigación en dicha región. Este comité proporciona asesoramiento científico objetivo e independiente para informar a las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico (RCTA)[489] y a otros foros intergubernamentales, como las COPs de la CMNUCC, sobre cuestiones emergentes en la ciencia antártica con alcance regional y mundial. SCAR es un observador oficial de la CMNUCC que, a veces, asiste a grupos de trabajo relevantes u otras reuniones del IPCC. En el marco del Sistema del Tratado Antártico, brinda asesoramiento científico a las RCTA y al Comité de Protección del Medio Ambiente (CPA)[490].

La contribución más significativa del SCAR hasta la fecha para informar a la RCTA de los avances científicos con respecto a la acidificación de los océanos ha sido el Informe de 2009 sobre el cambio climático y el medio ambiente en la Antártida (Informe ACCE, por su denominación en inglés)[491], y sus posteriores actualizaciones[492]. El Informe

[489] De acuerdo con el artículo IX del Tratado Antártico, los representantes de las partes contratantes se reunirán todos los años con el fin de intercambiar informaciones, consultarse mutuamente sobre asuntos de interés común relacionados con la Antártida y formular, considerar y recomendar a sus respectivos Gobiernos medidas para promover los principios y objetivos del Tratado. Este foro es la Reunión Consultiva del Tratado Antártico (RCTA).

[490] El Comité para la Protección del Medio Ambiente (CPA) fue establecido en virtud del artículo 11 del Protocolo de 1991 al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente (también conocido como Protocolo de Madrid). El artículo 12 establece que sus funciones consisten en "proporcionar asesoramiento y formular recomendaciones a las Partes en relación con la aplicación de este Protocolo, incluyendo el funcionamiento de sus Anexos, para que sean consideradas en las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico". El Comité, integrado por representantes de las Partes del Protocolo Ambiental, se reúne normalmente una vez por año con ocasión de la RCTA. A las reuniones del CPA, asisten también diversos Observadores. Los debates del Comité se rigen por un plan de trabajo quinquenal, que se centra en temas ambientales de prioridad, tales como: gestionar riesgos asociados con las especies no autóctonas de la Antártida; valorar el impacto medioambiental del turismo y de las actividades no gubernamentales; comprender las consecuencias ambientales del cambio climático en la región antártica y responder ante ellas. El Protocolo de Madrid se refiere específicamente al SCAR como un organismo con el que el CPA consultará, según proceda, en el desempeño de sus funciones.

[491] Véase: SCAR, Antarctic Climate Change and the Environment Report, 2009, disponible en: *https://www.scar.org/library/science-4/physical-sciences/acce/3411-antarctic-climate-change-and-the-environment/file/*

[492] La última actualización del Informe ACCE tuvo lugar en el año 2022, bajo el título "El cambio climático y el medio ambiente antárticos: una sinopsis decenal y recomendaciones para la acción". El objetivo de dicha actualización fue proporcionar un resumen sinóptico sobre el conocimiento actual y las proyecciones del cambio climático y sus impactos en las regiones del Océano Antártico y del Océano Austral, junto con recomendaciones específicas sobre acciones políticas para abordar dichos impactos. En este informe de 2022, la acidificación es considerada como un impacto global derivado del cambio climático, junto a otros fenómenos meteorológicos extremos. En términos generales, la acidificación también es considerada como una amenaza para el Krill antártico, de importancia vital para la cadena alimentaria marina y para la seguridad alimentaria de las personas. SCAR, Antarctic Climate Change and the Environment: A decadal synopsis and recommendations for action, 2022, disponible en:

de 2009 contenía 80 puntos clave incorporados en un resumen ejecutivo que destacaban importantes impactos climáticos relacionados en la Antártida. El informe se refería a la acidificación de los océanos como uno de los "impactos crónicos del cambio climático", y señalaba que su aumento provoca "problemas de síntesis y mantenimiento del esqueleto" de los organismos marinos[493]. Según el Informe, la acidificación es "preocupante por su potencial de afectar a todo el ecosistema marino"[494]. Como observaciones finales, se estableció, al respecto de la acidificación, que:

"*The magnitude of the response of the Southern Ocean to climate change remains uncertain. Simulations from coupled climate carbon models show a large range of responses, but do agree that the Southern Ocean will be an increased sink of atmospheric CO2 in the future and that the recent reduction in CO2 uptake will not continue. The magnitude of the total uptake is dependent on how the ocean responds to predicted increases in ocean warming and stratification, which can drive both increases in CO2 uptake through biological and export changes, and decreases through solubility and density changes. The expected increased ventilation of carbon-rich deep water, combined with uptake of atmospheric CO2, will increase the carbon content of the upper ocean, reducing the Southern Ocean's ability to take up more CO2 in the future (through the Revelle or buffer Factor) and enhancing ocean acidification. This acidification is potentially worrisome because of its potential to impact the entire marine ecosystem. The various projections of future response are based primarily on coupled climate-carbon simulations, but such predictions need to be validated. It is therefore extremely important that strategies be developed to observe and detect change in the ocean carbon system to complement ongoing and planned physical measurements*".

La reunión de la RCTA de 2010 acogió y valoró el informe mencionado, y se consideró como un primer paso en la recopilación de información científica sobre los efectos del cambio climático en la Antártida, mostrando las partes su preocupación por el cambio climático sobre la Antártida y recomendando tanto las actualizaciones de la

https://www.scar.org/library/scar-publications/occasional-publications/5758-acce-decadal-synopsis/file/

[493] SCAR, Antarctic Climate Change and the Environment Report, 2009, p. xxvi.

[494] Ibídem, p. 354.

información científica, como la difusión de los resultados[495]. Sin embargo, lo cierto es que los informes de actualización, por lo general, son bastante breves, y ofrecen una visión general de la ciencia reciente y un resumen de los avances científicos, no tanto así una evaluación exhaustiva. En alguna ocasión, han incluido recomendaciones a las partes. La actualización de 2013, por ejemplo, recomendó al SCAR y a las Partes del Tratado Antártico a que colaborasen con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático con miras a garantizar que las cuestiones relacionadas con el cambio climático en la Antártida y el Océano Austral se tuvieran en cuenta[496].

En comparación, y con respecto al tratamiento de la acidificación, el Informe ACCE de 2009 y las actualizaciones posteriores han aportado, por el momento, resúmenes del estado de los conocimientos científicos sobre la acidificación de los océanos en la Antártida, pero de forma aislada. Además, en su conjunto, estos documentos no han proporcionado una evaluación exhaustiva de la acidificación en el Océano Austral comparable a las dos evaluaciones del AMAP en el Ártico. A diferencia de las evaluaciones del AMAP, los informes y actualizaciones del SCAR no son detallados y rara vez incluyen recomendaciones. Ciertamente, no llegan a incluir la recomendación de reducir las emisiones de gases efecto invernadero, como sí hacen las evaluaciones del AMAP, para hacer frente tanto al cambio climático, como a la acidificación. Es por ello que, en 2013, el SCAR creó un Grupo de Acción de Acidificación del Océano Austral para documentar la comprensión científica de este problema e informar de los últimos conocimientos sobre las consecuencias químicas y biológicas de la acidificación en el Océano Austral. En las sucesivas reuniones del SCAR, se han debatido borradores de un informe sobre la acidificación del Océano Austral[497], pero se desconoce cuándo se finalizará y se presentará en la RCTA. Según el Grupo de Acción, el principal desafío para

[495] Resolución 4 (2010) - RCTA XXXIII, Informe del SCAR sobre el cambio climático en la Antártida y el medio ambiente, Adoptada el 14/05/2010, disponible en: *https://www.scar.org/antarctic-treaty/actm-papers/atcm-xxxiii-and-cep-xiii-2010/2872-atcm-acce/*

[496] SCAR, The Antarctic Climate Change and the Environment Report (ACCE): A Key Update, 05/04/2013, p. 5, disponible en: *https://www.scar.org/antarctic-treaty/actm-papers/atcm-xxxvi-and-cep-xvi-2013/2823-atcm36-wp038/file/*

[497] Véase por ejemplo XXXIII SCAR Meeting and Open Science Conference Auckland, New Zealand 22 August to 3 September 2014, disponible en: *https://www.scar.org/library/conferences/scar-open-science-conferences/6th-scar-open-science-conference-auckland-new-zealand-2014/*

comprender la acidificación del Océano Austral es avanzar en la red de observación, en la comprensión de la variabilidad natural subyacente y en los mecanismos que la impulsan, desconociéndose, en la actualidad, los efectos socioeconómicos y culturales de la acidificación del Océano Austral[498].

Después de lo dispuesto respecto al tratamiento científico de la acidificación en el marco del STA, podemos preguntarnos si de los instrumentos jurídicos que conforman este sistema, pueden derivar obligaciones para las partes en relación a la mitigación o prevención de la acidificación. Aunque en la actualidad el STA se rige por sólidos principios medioambientales y pretende proteger el frágil medio ambiente de la Antártida y el Océano Antártico, ninguno de sus instrumentos crea obligaciones explícitas para mitigar y prevenir la acidificación de los océanos o el cambio climático, puesto que las partes han considerado que, tradicionalmente, estas amenazas se abordan más adecuadamente en el régimen de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que en el propio STA. Ahora bien, tanto el Protocolo sobre Protección del Medio Ambiente de 1991, como la Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA) de 1980, proporcionan, entre sus disposiciones, obligaciones de diligencia debida, de las que cabe interpretar que las partes han de tener en cuenta los efectos de la acidificación en relación con las actividades que tienen lugar dentro de la zona del Tratado Antártico y/o como elemento a considerar en las decisiones que adopten sobre conservación y protección basada en zonas.

El Protocolo de Madrid[499] tiene como objetivo general la protección global del medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados, designándose a la Antártida como reserva natural consagrada a la paz y a la ciencia[500]. Se aplica a todas las zonas marinas y terrestres situadas al sur de los 60° de latitud Sur, y dispone, en virtud de su artículo 3, que "la protección del medio ambiente antártico" y los ecosistemas dependientes y asociados "deberán ser consideraciones fundamentales

[498] The Southern Ocean Acidification Action Group, disponible en: *https://www.scar.org/science/acidification/home/*; *https://www.scar.org/science/acidification/about/*

[499] Instrumento de Ratificación del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente y sus Anejos, hecho en Madrid el 4 de octubre de 1991 (BOE-A-1998-3726, de 18 de febrero de 1998).

[500] Artículo 2 del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente.

para la planificación y realización de todas las actividades que se desarrollen en el área del Tratado Antártico"[501]. En este sentido, el apartado segundo del artículo 3 determina que las actividades deben realizarse de forma que se limiten los impactos perjudiciales sobre el medio ambiente antártico y sobre los ecosistemas dependientes, debiendo ser planificadas y realizadas de tal manera que se eviten efectos perjudiciales sobre las características climáticas, la calidad del agua, los cambios significativos en el medio ambiente marino, y los cambios perjudiciales en la cantidad o capacidad de reproducción de las especies[502].

Estos principios medioambientales son aplicables a las actividades humanas en la Antártida y van acompañados de la exigencia, según el artículo 8 y el Anexo I[503] del Protocolo, de llevar a cabo una evaluación del impacto ambiental cuando las actividades tengan "más que un impacto mínimo o transitorio" bajo la supervisión del Comité para la Protección del Medio Ambiente (CPA). El Protocolo también exige un seguimiento regular y eficaz que permita evaluar los impactos de las actividades en curso[504]. El Protocolo de Madrid fija, asimismo, un sistema para el establecimiento de zonas antárticas especialmente protegidas[505]. En este marco, el CPA podrá formular recomendaciones a las Partes en relación con la aplicación del Protocolo para que sean consideradas en las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico, y proporcionará asesoramiento sobre el estado del medio ambiente antártico[506].

[501] En el preámbulo del Protocolo, las partes manifiestan la convicción de incrementar la protección del medio ambiente antártico y de los ecosistemas dependientes y asociados.
[502] Artículo 3.2 del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente.
[503] El Protocolo se apoya en seis anexos que fijan condiciones relativas a la evaluación del impacto ambiental (Anexo I), la protección de la flora y la fauna (Anexo II), los residuos (Anexo III), la contaminación marina (Anexo IV), las zonas protegidas (Anexo V) y la responsabilidad (Anexo VI, no en vigor). Ninguno de los anexos aborda directamente la acidificación de los océanos, y cabe destacar que el Anexo IV sobre contaminación por los buques no se ha revisado para reflejar las normas recientemente adoptadas en relación con la contaminación atmosférica por los buques en virtud del Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques de 1973, Convenio MARPOL, modificado por el Protocolo de 1978. No obstante, los Anexos I, II y V exigen a las Partes que tengan en cuenta las emisiones de CO2 a la hora de valorar las instalaciones antárticas mediante el proceso de evaluación del impacto ambiental, y que consideren los riesgos (acumulativos) de la acidificación de los océanos y el cambio climático en las decisiones relacionadas con la protección de zonas y especies. Sin embargo, hasta la fecha, hay pocas pruebas de que la acidificación de los océanos (a diferencia del cambio climático) se tenga expresamente en cuenta en estos procesos de toma de decisiones.
[504] Artículo 3.2d) del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente.
[505] En virtud del Anexo V.
[506] Artículo 12.1j) del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente.

De lo expuesto, podemos extraer las siguientes consideraciones en cuanto al tema que nos ocupa:

Por un lado, la importancia que se le ha otorgado a la acidificación en el marco del STA ha ido incrementándose en los últimos años (aunque en menor medida que el cambio climático); prueba de ello, por ejemplo, es que la conferencia del SCAR en la RCTA de 2015 se dedicó a la acidificación del Océano Austral[507]. Como recomendaciones políticas, el SCAR indicó en la RCTA la necesidad de: una reducción global de la concentración atmosférica de CO2; un sistema internacional de vigilancia integrada y sostenida; una protección, mediante el establecimiento de zonas marinas protegidas, de los ecosistemas importantes en colaboración con la CCRVMA[508]. Como mecanismo de respuesta ante los impactos ambientales del cambio climático en la Antártida, el CPA creó, con la aprobación de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico, un órgano subsidiario, llamado Grupo Subsidiario sobre Respuesta al Cambio Climático, encargado de identificar y revisar los objetivos y las acciones específicas para implementar el Programa de Trabajo de Respuesta al Cambio Climático. Específicamente, el Grupo identificó la acidificación como un tema interés reciente para el CPA que requiere de desarrollo y actualización para realizar recomendaciones políticas[509]. Sin embargo, la realidad es que la RCTA se ha mostrado reacia a participar en la formulación de políticas sobre el cambio climático más allá del STA, como demuestra la no aprobación de la propuesta australiana presentada en 2012 para registrar a la Secretaría del Tratado Antártico como organización observadora en las sesiones de negociación de la CMNUCC en aras de participar de forma proactiva en los procesos de negociación desarrollados en el régimen del cambio climático[510].

Por otro lado, aunque el ámbito de aplicación del apartado 2 del artículo 3 del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente es lo suficientemente amplio como para abarcar las emisiones de CO2 (causa principal de la

[507] RCTA XXXVIII y CPA XVIII 2015, Conferencia SCAR 2015: Acidificación del Océano Austral, disponible en: *https://www.scar.org/antarctic-treaty/actm-papers/scar-lecture-presentations/3487-scar-lecture-2015-southern-ocean-acidification-1/*

[508] Ibídem, p. 32.

[509] Subsidiary Group on Climate Change Response (SGCCR), Report of the CEP Subsidiary Group on Climate Change Response (SGCCR) 2021-2022, p. 5.

[510] Final Report of the Thirty-fifth Antarctic Treaty Consultative Meeting, 2012, paras. 273-278, disponible en: *https://documents.ats.aq/atcm35/fr/atcm35_fr001_e.pdf*

acidificación de los océanos) procedentes de las bases antárticas y de otras instalaciones, incluidos los buques, dentro de la zona del Tratado Antártico, la contribución de las emisiones de CO2 procedentes de las actividades dentro de la Antártida no es significativa en el contexto de las emisiones mundiales. Sería, pues, difícil argumentar, por ejemplo, que las emisiones de CO2 de las instalaciones antárticas causan efectos adversos significativos en la calidad del agua o en el medio ambiente marino.

No obstante, la limitación geográfica del apartado 2 del artículo 3 del Protocolo no está presente en su artículo 2, donde la obligación de proteger el medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados se expresa en términos más generales[511]. En principio, podría argumentarse que para "proteger el medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados", una parte del Protocolo debe tomar las medidas adecuadas en relación a las actividades que tengan lugar fuera de la Antártida cuando dichas actividades afecten negativamente al medio ambiente antártico (y a los ecosistemas dependientes y asociados). Aunque la acidificación de los océanos es una grave amenaza para el medio ambiente antártico, está causada principalmente por actividades que tienen lugar fuera de la Antártida. En este sentido, mientras que las partes han reconocido cada vez más el impacto del cambio climático y, en menor medida, la acidificación del océano como amenazas para la Antártida y sus ecosistemas dependientes y asociados, y han tomado medidas para reducir las emisiones de las actividades que tienen lugar en la Antártida, en general, no han aceptado que el ámbito de aplicación del artículo 2 del Protocolo se extienda a las actividades realizadas fuera de la zona del Tratado Antártico. Como indican Jabour y Haward, surge, así, la paradoja de cómo responder a un problema *in situ* con una causa *ex situ*. El problema surge cuando los grandes emisores de gases de efecto invernadero, como China o Rusia, son también los principales responsables de la toma de decisiones, lo que les plantea un posible conflicto de interés[512].

[511] "Las Partes se comprometen a la protección global del medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados, y, mediante el presente Protocolo, designan a la Antártida como reserva natural, consagrada a la paz y a la ciencia".

[512] JABOUR, J., HAWARD, M., "The Southern Ocean and changing environmental conditions: Antarctic Treaty System", en MCDONALD, J., MCGEE, J., BARNES, R. (Eds.), *Research Handbook on Climate Change, Oceans and Coasts*, Edward Elgar Publishing, 2020, p. 236.

Otro de los instrumentos jurídicos del STA que incluye disposiciones para la gestión y protección del medio ambiente marino antártico es la Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA)[513]. A continuación, analizamos la relación entre la acidificación y su tratamiento en el marco de la Convención.

La CCRVMA[514] tiene como propósito general la conservación de los recursos vivos marinos antárticos a través de un enfoque ecosistémico y de precaución[515]. Al igual que el Protocolo sobre Protección del Medio Ambiente, carece de obligaciones expresas relacionadas con la acidificación o el cambio climático de los océanos. No obstante, ambas amenazas debieran ser tenidas en cuenta en la fundamentación de las decisiones o medidas que adopte la Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCAMLR, por sus siglas en inglés)[516], bien para establecer límites de captura de las especies, o como parte de la gestión de las áreas protegidas[517], de acuerdo con el objetivo general de la Convención CCRVMA para implementar un enfoque ecosistémico

[513] Instrumento de adhesión de España a la Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, hecha en Canberra el 20 de mayo de 1980 (BOE-A-1985-9517, de 25 de mayo de 1985).

[514] La Convención se aplica a los recursos vivos marinos antárticos de la zona situada al sur de los 60° de latitud Sur y a los recursos vivos marinos antárticos de la zona comprendida entre dicha latitud y la Convergencia Antártica que forman parte del ecosistema marino antártico.

[515] Según su artículo II.3, toda recolección y actividades conexas en la zona de aplicación de la Convención deberá realizarse de acuerdo con los siguientes principios de conservación: prevención de la disminución del tamaño o de la población de cualquier especie recolectada a niveles inferiores a aquéllos que aseguren su restablecimiento a niveles estables; mantenimiento de las relaciones ecológicas entre poblaciones recolectadas, dependientes y afines de los recursos vivos marinos antárticos; prevención de cambios o minimización del riesgo de cambios en el ecosistema marino que no sean potencialmente reversibles en el lapso de dos o tres decenios teniendo en cuenta el estado de los conocimientos existentes acerca de las repercusiones directas e indirectas de la recolección, el efecto de la introducción de especies exóticas, los efectos de actividades conexas sobre el ecosistema marino y los efectos de los cambios ambientales, a fin de permitir la conservación sostenida de los recursos vivos marinos antárticos.

[516] La Comisión, establecida por el artículo VII de la Convención CCRVMA, da efecto a los objetivos y principios de la Convención descritos en el artículo II. La Comisión incluye un Comité Científico establecido por la Convención. La Comisión y el Comité Científico pueden crear los organismos auxiliares necesarios para llevar a cabo sus funciones. Las decisiones de la Comisión son la base del marco regulador implementado en la ordenación de cada una de las pesquerías realizadas en el área de la Convención. Estas decisiones pueden incluir, entre otros, el establecimiento de límites de captura, el cierre de áreas o temporadas de pesca, y medidas destinadas a reducir al mínimo el posible impacto de las actividades de pesca en especies que no son objeto de la explotación. La Membresía a la Comisión otorga a las Partes el derecho a participar en el proceso decisorio y votar. Las decisiones se toman por consenso.

[517] Estas medidas pueden incluir el establecimiento de áreas marinas protegidas. En 2011, la CCAMLR adoptó las Medidas de Conservación 91-04 (2011), que establecieron un marco general para el establecimiento de áreas marinas protegidas con el fin de mantener la capacidad de los ecosistemas para "adaptarse frente al cambio climático". Véase: *https://cm.ccamlr.org/en/measure-91-04-2011*

en la conservación de los recursos marinos del Océano Austral. La implementación de la Convención CCRVMA es supervisada por la Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos que, entre otras cosas, tiene la capacidad, en virtud del artículo IX.1 de la Convención, de formular, adoptar y revisar medidas de conservación sobre la base de la mejor evidencia científica disponible.

En 2009, la Comisión (CCAMLR) adoptó la Resolución 30/XXVIII sobre cambio climático, y reconoció que el cambio climático "es uno de los mayores retos a los que se enfrenta el Océano Austral" y que "el Océano Austral experimentará un aumento de la acidificación con posibles repercusiones en sus ecosistemas marinos"[518]. La Resolución instaba a que se tuviese un mayor nivel de atención sobre los efectos del cambio climático en el océano austral con vistas a adoptar mejores decisiones de gestión en el marco de Convención CCRVMA[519]. Igualmente, en la Resolución se solicitó que el Presidente de la Comisión escribiese al Presidente de la Conferencia de las Partes de la CMNUCC para expresar que la Comisión CAMLR consideraba que era urgentemente necesaria una respuesta mundial eficaz de los Estados Partes de la CMNUCC para proteger y preservar los ecosistemas del Océano Austral y su biodiversidad[520].

Como respuesta, se estableció, en 2015, un Grupo Consultivo Científico sobre Cambio Climático para desarrollar metodologías que integren la consideración de los impactos del cambio climático en el trabajo de la Comisión[521]. En tal sentido, la protección basada en áreas ha sido el marco en que la CCAMLR ha tenido más éxito en la integración del cambio climático en la formulación de medidas de conservación. Así,

[518] CCAMLR-XXVIII, Resolution 30/XXVIII (2009), disponible en: *https://cm.ccamlr.org/en/resolution-30/xxviii-2009*

[519] Ibídem, para. 1.

[520] Ibídem, para. 4. Si bien se reconoce el papel de la CCAMLR en la formulación de políticas para la adaptación y el aumento de la resiliencia de los ecosistemas frente al cambio climático y la acidificación oceánica, esta resolución enfatiza que la solución a estas amenazas se encuentra fuera del STA, a pesar de que los mayores emisores de CO2 también son miembros de la Comisión CCAMLR, entre ellos, China.

[521] Sin embargo, hasta la fecha, esta preocupación no parece haber ido acompañada de ninguna respuesta política, como medidas nuevas o ajustadas de conservación para el krill u otras especies afectadas por la acidificación oceánica, a pesar de que el Comité Científico, que aporta a la Comisión la mejor información científica sobre los niveles de la pesca y otras cuestiones de ordenación, ha prestado atención a los efectos de la acidificación sobre el krill, sobre todo a través de la labor de su Grupo de Trabajo de Seguimiento y Ordenación del Ecosistema (WG-EMM, por sus siglas en inglés) Véase: WG-EMM-14/P06, Risk maps for Antarctic krill under projected Southern Ocean acidification, 2013, paras. 2.63, 2.64, 5.10, disponible en español en: *https://www.ccamlr.org/es/system/files/s-sc-xxxiii-a6.pdf*

la CCAMLR reconoce el papel de las áreas marinas protegidas (AMP)[522] en la contribución al mantenimiento del ecosistema y en la capacidad de adaptación frente a dicho fenómeno. Los objetivos de las AMP bajo este marco incluyen el establecimiento de áreas de referencia científica y "la protección de áreas para mantener la resiliencia o la capacidad de adaptación a los efectos del cambio climático"[523]. Dos áreas marinas protegidas han sido adoptadas hasta la fecha: la Plataforma Meridional de las Islas Orcadas del Sur, que fue seguida en 2016 por el AMP de la Región del Mar de Ross[524].

A pesar de lo anterior, no ha tenido éxito una propuesta para establecer una nueva AMP para la Antártida Oriental, ya que un pequeño número de Estados bloquearon la iniciativa. El debate dentro de la CCAMLR sobre la AMP de la Antártida Oriental reveló opiniones dispares sobre el valor de las AMPs ante el cambio climático, como lo ilustra la declaración de Rusia[525] -en 2018, realizada en el marco de la trigésima séptima reunión de la Comisión CCAMLR-, considerando que la protección contra el cambio climático no puede lograrse mediante una AMP.

De hecho, parece que la CCAMLR se ha enfrentado a desafíos en el desarrollo de un enfoque integral para abordar los impactos del cambio climático y la acidificación de los océanos en la ordenación de las pesquerías del Océano Austral. A pesar del apoyo de la mayoría de los miembros de la Comisión, una propuesta para adoptar un Programa de trabajo de respuesta al cambio climático (CCRWP) fracasó en 2017 debido a las objeciones de Rusia y China, que mencionaron preocupaciones relativas al solapamiento con la labor de otras organizaciones y duplicación del trabajo[526]. La reunión de 2018 mostró también una división en la CCAMLR respecto a la integración de la información

[522] Un área marina protegida (AMP) es un área marina que da protección a todos o a parte de los recursos naturales que se encuentran en ella. Dentro de un AMP, hay ciertas actividades que están limitadas o totalmente prohibidas a fin de lograr objetivos específicos en materia de conservación, protección del hábitat, seguimiento del ecosistema u ordenación de las pesquerías. Las Partes de la CCRVMA pueden elaborar propuestas de AMP para varias regiones del océano austral. El Comité Científico y la Comisión de la CCRVMA estudian estas propuestas, y una vez hay acuerdo al respecto, una medida de conservación de la CCRVMA las define detalladamente.

[523] CCAMLR-XXX, General framework for the establishment of CCAMLR Marine Protected Areas, Conservation Measure 91-04 (2011), disponible en: *https://cm.ccamlr.org/en/measure-91-04-2011*

[524] Toda la información geográfica de las AMP (ubicación y áreas) se puede consultar en: *https://gis.ccamlr.org/*

[525] CCAMLR-XXXVII, Report of the thirty-seventh meeting of the Commission, 22 october – 2 november 2018, para. 6.52, disponible en: *https://meetings.ccamlr.org/system/files/e-cc-xxxvii.pdf*

[526] CCAMLR-XXXVI, paras. 7.7-7.8, disponible en: *https://meetings.ccamlr.org/es/system/files?file=s-cc-xxxvi_0.pdf*

sobre los efectos del cambio climático en la conservación de los recursos vivos marinos antárticos. Concretamente, Australia, Noruega y el Reino Unido propusieron un mecanismo para informar en los documentos presentados al Comité Científico y a la Comisión sobre el tipo y las implicaciones de los impactos conocidos o posibles del cambio climático en la forma de declaraciones fundamentadas científicamente sobre las consecuencias del cambio climático[527]. Muchos miembros apoyaron la inclusión de declaraciones resumidas sobre el cambio climático en los documentos presentados al Comité Científico y a la Comisión. Dos miembros (cuyas identidades no se revelan) no apoyaron la propuesta, arguyendo que las posibles implicaciones del cambio climático se deberían basar en análisis científicos sólidos de series cronológicas de datos, y no en un número limitado de observaciones, por lo que estas declaraciones solo se deberían presentar voluntariamente y no constituirse en elemento de la toma de decisiones de la Comisión[528]. Por lo tanto, la CCAMLR no dispone del mismo proceso formal de informes científicos sobre el cambio climático que sí tiene la Reunión Consultiva del Tratado Antártico (RCTA) bajo el sistema de actualizaciones del informe ACCE de SCAR.

En consecuencia, aunque las preocupaciones sobre el cambio climático se han incorporado en cierta medida a la gestión de áreas marinas protegidas, hay escasa evidencia de que se hayan integrado en la gestión pesquera en general, incluyendo el establecimiento de límites de captura. Los intentos por desarrollar un enfoque más estratégico para abordar el cambio climático y la acidificación oceánica dentro de la CCAMLR siguen siendo obstaculizados por China y Rusia.

Podemos, pues, concluir que a pesar de que el Tratado Antártico y la Convención CCRVMA han sido exitosos en la protección del ambiente marino y el ambiente terrestre antártico, se centran, principalmente, en la gestión de actividades e impactos dentro de las áreas específicas del STA, en lugar de abordar las causas externas de las amenazas, como el cambio climático y la acidificación oceánica, que son motivo de igual o mayor preocupación que las actividades desarrolladas dentro de la región antártica.

[527] CCAMLR-XXXVII, para. 8.1, disponible en: *https://meetings.ccamlr.org/es/system/files?file=s-cc-xxxvii_1.pdf*
[528] Ibídem, para. 8.3.

En definitiva, el control de las emisiones de CO2 solo puede producirse, como ya se ha señalado anteriormente, a través de la CMNUCC y el Acuerdo de París. No obstante, tanto el Consejo Ártico, como el STA, pueden ofrecer posibilidades de reforzar la respuesta jurídica internacional a la acidificación de los océanos en el marco del régimen climático, dando más relevancia a esta cuestión en la agenda internacional. El Consejo Ártico ha tenido cierto éxito a este respecto y ha aportado una perspectiva polar a las negociaciones en el marco de la CMNUCC. No puede decirse lo mismo del STA, que ha rechazado las propuestas de las Partes Consultivas del Tratado Antártico para formalizar su compromiso con la CMNUCC. A tal respecto, sería de utilidad que, como un primer paso, la RCTA, el CPA y la CCAMLR adoptasen resoluciones sobre la acidificación que no sólo la identificaran como un peligro claro y presente para la integridad del ecosistema del océano austral, sino que, también, estableciesen en ellas puntos de referencia claros de acidez y concentración de carbonatos por debajo de los cuales se pusiera en peligro la continuidad de la función del ecosistema.

CONCLUSIONI

1. L'acidificazione oceanica, conseguenza dell'aumento dell'assorbimento di anidride carbonica da parte degli oceani, costituisce una sfida critica per la salute degli ecosistemi marini, richiedendo una risposta integrata in merito al trattamento giuridico di questo problema sistemico.

-L'acidificazione degli oceani può essere definita come il fenomeno causato dall'aumento dell'assorbimento di anidride carbonica da parte dell'oceano, che innesca una serie di processi chimici che portano alla diminuzione dell'alcalinità dell'acqua di mare, perturbando l'equilibrio del suo pH naturale e la dinamica dell'ecosistema marino. Questo fenomeno, insieme ad altri problemi ambientali, rappresenta una sfida emergente nel contesto internazionale, a causa del suo impatto sull'ambiente marino e sulle numerose attività umane che dipendono dalla salute degli ecosistemi oceanici, ed è considerato altresì un fattore di perdita di biodiversità marina.

-Il recente consenso scientifico conferma che l'acidificazione sta avendo effetti dannosi sugli ecosistemi marini e causando danni all'economia blu, con ripercussioni indiscutibili sull'alimentazione umana derivante dal mare.

-L'acidità è aumentata in media del 30% dall'inizio dell'era industriale e, se persisteranno gli attuali scenari di emissioni, si prevede che aumenterà a livelli spropositati entro la fine di questo secolo. Inoltre, la capacità chimica degli oceani di assorbire ulteriori anidride carbonica sta diminuendo a causa dell'acidificazione.

-Affrontare in modo integrato l'acidificazione degli oceani implica due obiettivi principali: da un lato, evitare che l'acidificazione peggiori e, dall'altro, affrontare gli impatti che si sono già verificati (o che si verificheranno a causa delle emissioni già rilasciate). Per raggiungere questi obiettivi sono necessarie tre azioni principali: la prima consiste nella limitazione urgente delle concentrazioni di CO2 nell'atmosfera; la seconda si concentra sulla riduzione dei fattori locali che aggravano la pericolosità degli effetti dell'acidificazione, come le scariche inquinanti nell'ambiente marino, l'apporto di nutrienti derivato dal deflusso verso le coste, o le emissioni di zolfo e azoto provenienti dal trasporto marittimo; la terza consiste nel rafforzare la resilienza degli ecosistemi marini mediante misure di adattamento, restauro e protezione. Le prime due azioni

possono essere categorizzate come azioni di mitigazione, mentre la terza rientrerebbe nel contesto delle azioni di adattamento.

2. L'acidificazione oceanica non è direttamente affrontata da alcun regime di trattati, e la sua regolamentazione avviene in modo indiretto attraverso una serie di trattati ambientali e strumenti di diritto indicativo che attualmente mancano di una coordinazione effettiva.

-Si può dedurre a priori che, a livello universale, esistano due regimi giuridici internazionali che sono direttamente implicati nel fornire risposte regolatorie al problema dell'acidificazione: il regime internazionale sui cambiamenti climatici (che fornisce la base giuridica per regolare le emissioni di gas a effetto serra nell'atmosfera con l'obiettivo di ridurre e controllare gli effetti negativi dei cambiamenti climatici) e il diritto del mare (la cui Convenzione Quadro stabilisce obblighi per ridurre e controllare l'inquinamento nell'ambiente marino). Lo studio e l'analisi di tali regimi, mediante l'esame dei loro trattati quadro e degli strumenti di sviluppo, risultano necessari per dedurre se esistano attualmente obblighi giuridici efficaci per mitigare il fenomeno dell'acidificazione. Le risposte di mitigazione devono essere integrate da azioni di adattamento, per le quali risulta adeguato esaminare le disposizioni, nonché le strategie e i programmi, derivanti dalla Convenzione sulla Diversità Biologica, che costituisce il trattato quadro per la protezione della biodiversità, inclusa quella marina.

3. Il raggiungimento dell'obiettivo termico nel regime internazionale sui cambiamenti climatici non include necessariamente il considerare l'acidificazione o i cambiamenti nei livelli di pH delle acque marine come misura per ridurre l'impatto dei cambiamenti climatici sugli oceani. A ciò si aggiunge che né la CMNUCC né l'Accordo di Parigi hanno fissato obblighi specifici e quantificabili (di risultato) per la riduzione delle emissioni di gas serra nell'atmosfera. Inoltre, non sono previsti obblighi di risultato per ridurre le emissioni di CO2 (principale causa dell'acidificazione) in questo quadro giuridico.

-Tuttavia, dopo l'analisi di tali strumenti, si deduce che gli Stati Parte hanno l'obbligo di affrontare l'acidificazione degli oceani in virtù dell'oggetto e dello scopo della CMNUCC (proteggere il sistema climatico da interferenze antropiche pericolose). Riteniamo che l'acidificazione degli oceani e i cambiamenti climatici non siano due fenomeni separati, ma che l'acidificazione sia un effetto collaterale degli stessi e

contribuisca a creare una maggiore instabilità del sistema climatico. Pertanto, alla luce delle attuali conoscenze scientifiche e dei rapporti dell'IPCC, l'acidificazione degli oceani deve essere considerata come un indicatore di interferenza antropica pericolosa nel sistema climatico. In questo modo, se gli Stati vogliono adempiere ai loro obblighi per combattere e mitigare i cambiamenti climatici, intesi come un cambiamento nel sistema climatico che include variazioni non solo termiche ma anche chimiche, dovranno necessariamente affrontare la mitigazione dell'acidificazione degli oceani nelle misure (obbligo di comportamento) che adotteranno.

-Poiché i problemi legati all'acidificazione e le soluzioni necessarie per affrontarli sono unici e non possono essere raggruppati con le risposte adottate per frenare l'aumento termico delle temperature causato dai cambiamenti climatici, sarebbe necessario stabilire un unico limite superiore per la concentrazione atmosferica di CO2 che si adatti tanto agli obiettivi di mitigazione del cambiamento climatico quanto a quelli dell'acidificazione degli oceani.

-Nonostante ciò, possiamo sottolineare che nel regime sui cambiamenti climatici non esistono norme primarie o secondarie che colleghino gli obiettivi di temperatura (per evitare il loro aumento) con il cambiamento del pH degli oceani; è quindi necessario stabilire quale quantità di emissioni di CO2 debba essere ridotta per, da un lato, evitare che il pH delle acque marine si acidifichi a un ritmo che provochi interferenze antropiche pericolose nell'ecosistema marino e, dall'altro, per mitigare l'aumento delle temperature globali. A tal fine, l'IPCC deve fornire le informazioni scientifiche che permettano di tradurre in misure quale dovrebbe essere la riduzione necessaria delle emissioni di CO2 e il quadro temporale per bilanciare il pH degli oceani. Questo potrebbe costituire la base per una decisione nella COP dell'Accordo di Parigi, affinché tali precisazioni siano incluse nelle future NDC presentate dagli Stati. Allo stesso tempo, il Comitato di compliance previsto nell'articolo 15 dell'Accordo di Parigi potrebbe emettere raccomandazioni per promuovere metodologie comuni nell'adempimento degli aspetti dell'Accordo di Parigi che presentano maggiori difficoltà per i sistemi nazionali, come può essere l'affrontare la riduzione dell'acidificazione.

-Le informazioni scientifiche attuali dimostrano il forte legame tra oceano e clima, il che sta portando ad un aumento della sua considerazione nell'agenda

internazionale del regime sui cambiamenti climatici. In base a quanto sopra indicato, ci si aspetta che l'acidificazione degli oceani riceva maggiore attenzione nei prossimi anni sotto questo regime giuridico. L'inclusione della preservazione degli oceani (e le relative misure specifiche per frenare l'acidificazione) nelle NDC è parte del successo nell'attuazione dell'Accordo di Parigi in futuro.

-L'integrazione dell'acidificazione degli oceani come indicatore del cambiamento climatico, come fatto dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM), aiuterebbe affinché la Conferenza delle Parti includa nella sua valutazione periodica una maggiore considerazione di questa questione nella valutazione del disegno e dell'attuazione delle NDC. Oltre a presentare impegni e piani di mitigazione, si raccomanda che le Parti presentino piani di adattamento attraverso le loro NDC. Questi piani di adattamento sarebbero anche riesaminati nel quadro del bilancio globale e valutati in relazione all'obiettivo di adattamento dell'articolo 7.1, per migliorare la capacità di adattamento, rafforzare la resilienza e ridurre la vulnerabilità ai cambiamenti climatici. In base all'articolo 7.2 dell'Accordo di Parigi, i piani di adattamento all'acidificazione degli oceani si configurano come un componente chiave della risposta globale a lungo termine ai cambiamenti climatici, per proteggere le persone, i mezzi di sussistenza e gli ecosistemi (inclusi, ad esempio, la protezione e il miglioramento della vegetazione marina e costiera per mitigare i cambiamenti locali nella chimica dell'oceano; la creazione di aree marine protette per limitare il deflusso agricolo e di altro tipo che indebolisce la resistenza degli ecosistemi ed esacerba l'acidificazione degli oceani; la limitazione delle emissioni di zolfo e azoto che influiscono sulla salute umana e alimentano l'acidificazione locale, ecc.). Tali azioni di adattamento sono conformi ai nuovi obiettivi stabiliti nel recentemente adottato Quadro Globale Kunming-Montreal per la biodiversità sotto l'egida degli Stati del Convenio sobre la Diversidad Biológica.

4. Nel quadro della CONVEMAR, gli Stati assumono l'obbligo di sviluppare misure giuridico-politiche per evitare il degrado dell'ambiente marino, migliorare le condizioni esistenti e proteggerlo da danni futuri, alla luce della Parte XII di tale Convenzione. In virtù degli articoli 192, 194 e 212, viene stabilito un obbligo di diligenza, a tal riguardo, con una doppia dimensione (positiva e negativa) per prevenire, ridurre e controllare l'inquinamento dell'ambiente marino.

-Gli obblighi generali della Parte XII non si limitano esclusivamente a prevenire, ridurre o controllare l'inquinamento dell'ambiente marino nel senso stretto del termine, ma comprendono anche la preservazione degli ecosistemi e della loro biodiversità, un'interpretazione che è coerente con la giurisprudenza del TIDM e con l'emergere di regimi successivi nel diritto internazionale, come la Convenzione sulla Diversità Biologica.

L'obbligo di proteggere e preservare l'ambiente marino si estende a tutte le zone marine, sia quelle sotto la giurisdizione esclusiva dello Stato costiero che quelle al di fuori della sua giurisdizione. Non è possibile adempiere agli obblighi di preservazione e protezione dell'ambiente marino senza adottare misure per ridurre l'acidificazione. Di conseguenza, si può affermare che gli Stati sono obbligati a disporre di misure attive di mitigazione, relative alle emissioni di CO2, per adempiere al loro obbligo di diligenza in virtù della CONVEMAR.

In questo contesto, la CMNUCC può essere considerata la lex specialis per ridurre e controllare l'inquinamento marino attraverso l'atmosfera. A tal fine, la norma specifica o speciale deve essere letta e interpretata all'interno dei limiti o del quadro della norma generale. Pertanto, interpretare gli obblighi dell'Accordo di Parigi in questo contesto significa che gli Stati devono tener conto adeguatamente dell'impatto dei cambiamenti climatici sugli oceani, il che li obbliga ad adottare misure specifiche in tale direzione, in particolare, per mitigare l'acidificazione. In virtù di ciò, se gli Stati Parte della CONVEMAR vogliono adempiere al loro obbligo di diligenza per prevenire, ridurre e controllare l'inquinamento derivante dall'acidificazione degli oceani, devono adottare misure contro l'acidificazione degli oceani, oltre a, o almeno, come parte delle misure progettate per affrontare i cambiamenti climatici. Questa conclusione è supportata dal ODS 14.3 e altre risoluzioni e decisioni non vincolanti, che chiedono agli Stati di sviluppare misure specifiche in relazione all'acidificazione degli oceani, al di là dei loro obblighi in virtù del regime della CMNUCC.

-Sulla base di ciò, gli Stati dovrebbero raggiungere obiettivi di riduzione delle emissioni di CO2, presentati nelle NDC (sotto il principio di progressività) in virtù dell'Accordo di Parigi, che permettano loro di adempiere agli obblighi del regime sui

cambiamenti climatici e con la diligenza richiesta dalla CONVEMAR per proteggere e preservare l'ambiente marino dall'eccesso di CO2 nell'atmosfera.

-In tal senso, il Progetto di Linee Guida sulla Protezione dell'Atmosfera della CDI raccomanda che, quando gli Stati adottano misure per prevenire, ridurre e controllare l'inquinamento atmosferico, le norme pertinenti del diritto internazionale, incluso il diritto del mare, siano interpretate e applicate al fine di dar luogo a un unico insieme di obblighi compatibili, in conformità con i principi di armonizzazione e integrazione sistemica e l'articolo 31, paragrafo 3, lettera c), della Convenzione di Vienna sul Diritto dei Trattati. La necessità di adottare un approccio integrato per adempiere agli obblighi derivanti dai regimi sui cambiamenti climatici e sugli oceani è stata ribadita con insistenza in altri forum internazionali, in particolare dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite nelle sue risoluzioni annuali sugli oceani. È per questo che l'Assemblea Generale dovrebbe approvare una risoluzione sul cambiamento climatico e gli oceani, in cui siano stabilite priorità e principi per un'azione coordinata a livello mondiale e regionale, relativamente alla gestione del complesso regime di acidificazione degli oceani.

5. Nell'ambito della CDB, gli Stati sono stati proattivi nello sviluppare processi di revisione e monitoraggio sugli impatti dell'acidificazione sulla biodiversità marina. Sebbene non esistano obblighi di risultato in questo regime giuridico per ridurre l'acidificazione, è migliorata la comprensione del problema e sono state raccomandate misure politiche per mitigarne gli effetti in conformità con l'ODS 14.3.

-In questo contesto, si apprezza la dichiarazione da parte degli Stati Parte della creazione di sinergie tra la CDB, la CMNUCC e la CONVEMAR per affrontare in modo integrato e globale l'acidificazione, sebbene al momento non esista una cooperazione formale o istituzionalizzata tra questi regimi giuridici a tale riguardo.

-La ricerca sull'interazione dei legami oceano-biodiversità-clima è fondamentale. Una delle sfide del Decennio delle Scienze Oceaniche per lo Sviluppo Sostenibile (2021-2030), proclamato dall'Assemblea Generale, si concentra sul miglioramento della comprensione degli effetti dell'acidificazione oceanica per proteggere la vita marina. La scienza generata attraverso il Decennio degli Oceani è orientata alla ricerca di soluzioni, concepita per servire come base per le politiche, inclusa l'attività della CDB e delle sue

Parti mentre progrediscono nell'applicazione del nuovo quadro mondiale sulla biodiversità biologica post-2020. In questo senso, l'applicazione del nuovo quadro mondiale sulla biodiversità biologica, che include un obiettivo esplicito di ridurre al minimo l'acidificazione come causa della perdita di biodiversità marina, è una delle vie per raggiungere l'obiettivo 3 dell'ODS14. In tal modo, si osserva che sia gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (in particolare l'obiettivo 14), che le sfide del Decennio degli Oceani, e gli obiettivi del nuovo quadro mondiale sulla biodiversità biologica, incorporano la preoccupazione per la riduzione dell'acidificazione degli oceani al fine di migliorare la salute degli oceani e invertire il deterioramento della biodiversità marina.

-L'integrazione dell'acidificazione degli oceani negli obiettivi di biodiversità può svolgere un ruolo importante nella gestione di questo complesso problema, che appare frammentato nel panorama della governance internazionale, contribuendo alla coesione delle azioni collettive e alla ricerca di sinergie tra i regimi. Infatti, nel nuovo quadro mondiale Kunming-Montreal sulla biodiversità, gli Stati considerano che l'intensificazione della collaborazione, cooperazione e sinergie tra la Convenzione sulla Diversità Biologica e i suoi Protocolli, e altri accordi multilaterali pertinenti, in conformità con i rispettivi mandati, a livello mondiale, regionale e nazionale, contribuirebbe a una maggiore efficienza ed efficacia nell'implementazione degli obiettivi di biodiversità per affrontare e ridurre i "fattori della perdita di biodiversità", tra cui l'acidificazione.

-Dal 2008, la Conferenza delle Parti (COP) della CDB ha richiesto la raccolta e la sintesi di informazioni scientifiche sull'acidificazione degli oceani e i suoi impatti sulla biodiversità e sugli habitat marini. A seguito di queste richieste, sono stati elaborati due rapporti di sintesi sugli effetti dell'acidificazione degli oceani sulla biodiversità marina. In questi rapporti, si evidenzia, tra le altre cose, che l'acidificazione degli oceani è irreversibile e può essere evitata solo attraverso riduzioni urgenti e rapide delle emissioni globali di CO2, motivo per cui è necessario prestare attenzione all'integrazione di questa questione critica nel dibattito globale sul cambiamento climatico. Perciò, l'acidificazione, come causa della perdita di biodiversità marina ed effetto negativo del cambiamento climatico, richiede la creazione di legami trasversali e sinergie tra gli impegni della CDB, della CMNUCC e di altri accordi multilaterali. Questi legami trasversali possono essere sviluppati attraverso la cooperazione tra la Piattaforma

Intergovernativa Scientifico-Normativa sulla Diversità Biologica e i Servizi degli Ecosistemi - i cui rapporti sono presi in considerazione nell'adozione di decisioni nel quadro delle COP della CDB - e il Gruppo Intergovernativo di Esperti sul Cambiamento Climatico - che fornisce informazioni scientifiche per giustificare e tradurre in misure le decisioni delle COP della CMNUCC e dell'Accordo di Parigi. Di conseguenza, questi organismi intergovernativi scientifico-politici svolgono un ruolo fondamentale che deve essere potenziato attraverso una maggiore cooperazione. Allo stesso modo, una maggiore collaborazione tra gli organi sussidiari dei trattati (l'Organo Sussidiario di Consulenza Scientifica e Tecnologica della CMNUCC e l'Organo Sussidiario di Consulenza Scientifica, Tecnica e Tecnologica della CDB) può fornire alla Conferenza delle Parti e, se necessario, ad altri organi sussidiari, la consulenza tempestiva per l'attuazione e l'implementazione dei rispettivi trattati per ridurre e minimizzare l'acidificazione.

6. La risposta alla gestione regionale delle zone marine deve essere aggiunta, in modo sommativo e complementare, alla risposta a livello universale, attraverso i trattati quadro sopra menzionati, al fine di realizzare azioni aggregate di mitigazione e adattamento all'acidificazione.

-In questo senso, i programmi regionali per i mari devono dare priorità all'acidificazione degli oceani come un problema di preoccupazione immediata che richiede misure giuridico-politiche integrali basate sulla ricerca e sul monitoraggio, sensibilizzazione e sviluppo di azioni di mitigazione e adattamento. Ci troviamo, quindi, di fronte a un'opportunità significativa affinché i programmi regionali per i mari assumano un ruolo di leadership in questa questione, attraverso un approccio di "mari condivisi", dato l'importante ruolo che riveste la coerenza e la complementarietà delle azioni e delle strategie politiche sulla dimensione ambientale dello sviluppo sostenibile marino, affrontando gli effetti dell'acidificazione e mitigandone le cause. Alcuni programmi regionali per i mari hanno recentemente iniziato a trattare, nel loro lavoro politico-tecnico, l'acidificazione degli oceani per rispondere agli effetti del cambiamento climatico sugli spazi marini. Sono state visualizzate, in particolare, proposte strategiche di adattamento e miglioramento della resilienza degli ecosistemi colpiti, seguite da una richiesta preliminare da parte degli Stati per aumentare la conoscenza scientifica degli effetti dell'acidificazione.

-Per quanto riguarda il trattamento dell'acidificazione nell'Artico, è necessario sottolineare il ruolo svolto dal Programma di Monitoraggio e Valutazione Artica (AMAP), che ha raccomandato che le politiche relative al trattamento degli effetti dell'acidificazione degli oceani debbano essere coordinate a livello universale, regionale e nazionale, per integrarsi e evitare contraddizioni o inefficacia nella riduzione di questo problema ambientale. Tra le azioni sopra citate, l'azione universale per mitigare l'acidificazione degli oceani e il cambiamento climatico è fondamentale. Tuttavia, alla luce delle diverse prospettive nazionali sulla mitigazione del cambiamento climatico, gli Stati artici non sono stati in grado di forgiarsi una voce unica e forte sulla riduzione delle emissioni di CO2. Le dichiarazioni ministeriali sono riuscite solo a chiedere azioni generali di mitigazione in merito.

-La considerazione e l'importanza attribuite all'acidificazione nel contesto del Sistema del Trattato Antartico (STA) sono aumentate negli ultimi anni. Come raccomandazioni politiche a riguardo, il Comitato Scientifico per la Ricerca in Antartide ha sottolineato la necessità di: una riduzione globale della concentrazione atmosferica di CO2, un sistema internazionale di monitoraggio integrato e sostenibile dell'acidificazione e una protezione, attraverso la creazione di zone marine protette, degli ecosistemi più danneggiati dai suoi effetti - in collaborazione con la Convenzione per la Conservazione delle Risorse Marine Viventi Antartiche. Tuttavia, la realtà è che la Riunione Consultiva del Trattato Antartico si è mostrata riluttante a partecipare alla formulazione di politiche sul cambiamento climatico oltre il STA, come dimostra il mancato approvazione della proposta australiana presentata nel 2012 per registrare la segreteria del Trattato Antartico come organizzazione osservatrice nelle sessioni di negoziazione della CMNUCC. Possiamo, quindi, concludere che, sebbene il Trattato Antartico e la Convenzione per la Conservazione delle Risorse Marine Viventi Antartiche siano stati efficaci nella protezione dell'ambiente marino antartico, si concentrano principalmente sulla gestione delle attività e degli impatti all'interno delle aree specifiche del STA, piuttosto che affrontare le cause esterne delle minacce, come il cambiamento climatico e l'acidificazione oceanica, che sono motivo di uguale o maggiore preoccupazione rispetto alle attività svolte all'interno della regione antartica.

7. Poiché l'acidificazione è un problema sistemico e transfrontaliero complesso, e risulta difficile affrontarlo in modo efficace mediante un singolo strumento o regime giuridico, è necessaria l'interazione tra i regimi giuridici i cui obiettivi possano essere applicati per ridurre l'acidificazione.

-La CONVEMAR offre la base giuridica quadro per la regolamentazione di questa forma di inquinamento marino, tuttavia, per affrontarla in modo efficace, devono essere adottate misure sotto il regime della CMNUCC, tenendo in considerazione le raccomandazioni fornite riguardo alla comprensione degli effetti dell'acidificazione degli oceani sull'ambiente marino, sviluppate nell'ambito del CDB. Se si desidera affrontare l'acidificazione degli oceani in modo efficace, questi tre regimi (al minimo) devono lavorare in armonia.

BIBLIOGRAFÍA

- **Fuentes primarias (instrumentos jurídicos vinculantes, decisiones, resoluciones y actos con aspiraciones normativas)**

Acuerdo de París, de 12 de diciembre de 2015, disponible en BOE-A-2017-1066, de 2 de febrero de 2017.

AMAP, "AMAP Assessment 2013: Arctic Ocean Acidification", Oslo, Norway, 2013, p.27.

AMAP, "AMAP Assessment 2018: Arctic Ocean Acidification", Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Tromsø, Norway, 2018, pp. 1-2.

AMAP, "Arctic Ocean Acidification Assessment: 2018, Summary for Policymakers", Arctic Monitoring and Assessment Programme, 2019.

ARTIC COUNCIL, Kiruna Declaration of the Eighth Ministerial Meeting of the Arctic Council, 2013,

ASAMBLEA GENERAL, "El futuro que queremos", A/RES/66/288*, 2012, paras. 165, 190.

ASAMBLEA GENERAL, "Los océanos y el derecho del mar", A/RES/62/215, 2008, para. 81.

ASAMBLEA GENERAL, "Los océanos y el derecho del mar", Informe del Secretario General, A/68/71, 8 de abril de 2013, para. 14.

ASAMBLEA GENERAL, "Los océanos y el derecho del mar", Informe del Secretario General, A/72/70, 6 de marzo de 2017, para. 31.

ASAMBLEA GENERAL, Los océanos y el derecho del mar, A/RES/77/248, 2023, para. 223.

ASAMBLEA GENERAL, Los océanos y el derecho del mar, Informe del Secretario General, A/73/368, 5 de septiembre de 2018, para. 76.

ASAMBLEA GENERAL, Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, A/RES/70/1, 2015, p. 27.

CBD, Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its tenth meeting X/29, Marine and coastal biodiversity, 29 October 2010, p. 12.

CBD, Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its twelfth meeting XII/23, Marine and coastal biodiversity: Impacts on marine and coastal biodiversity of anthropogenic underwater noise and

ocean acidification, priority actions to achieve Aichi Biodiversity Target 10 for coral reefs and closely associated ecosystems, and marine spatial planning and training initiatives, 17 October 2014, p. 3.

CBD, Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its ninth meeting IX/20, Marine and coastal biodiversity, 9 October 2008, p. 2.

CBD, Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its tenth meeting X/2, The Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and the Aichi Biodiversity Targets, 29 October 2010, p. 9.

CBD, Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, 15/6, Mechanisms for planning, monitoring, reporting and review, CBD/COP/DEC/15/6, 19 December 2022, para. 22.

CBD, Decision IX/16, Biodiversity and climate change, 2008, para. 3.

CBD, Report of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity on the work of its ninth meeting, 9 October 2008, p. 149.

CBD, Report of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity on the work of its ninth meeting, 2008, pp. 53-54.

CCAMLR-XXX, General framework for the establishment of CCAMLR Marine Protected Areas, Conservation Measure 91-04 (2011), disponible en: *https://cm.ccamlr.org/en/measure-91-04-2011*

CCAMLR-XXXVII, Report of the thirty-seventh meeting of the Commission, 22 october – 2 november 2018, para. 6.52, disponible en: *https://meetings.ccamlr.org/system/files/e-cc-xxxvii.pdf*

CDB, "El Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica", UNEP/CBD/COP/DEC/X/2, 27 de octubre de 2010.

CDB, Decisión adoptada por la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica 15/4, Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal, CBD/COP/DEC/15/4, 19 de diciembre de 2022.

CDI, Fragmentación del Derecho Internacional: Dificultades derivadas de la Diversificación y Expansión del Derecho Internacional, Documento A/CN.4/L.682 y Add.1*, para. 56, en CDI, *Anuario de la Comisión de Derecho Internacional*, Volumen II, Nueva York, A/CN.4/SER.A/2006/Add.1 (Part 1/Add.2), disponible

en:
https://legal.un.org/ilc/publications/yearbooks/spanish/ilc_2006_v2_p1_add2.pdf

CDI, Prevención del daño transfronterizo resultante de actividades peligrosas, Artículo 3, paras. 14,18, A/CN.4/SER.A/2001/Add.1 (Part 2), Anuario de la Comisión de Derecho Internacional, 2001, p. 165.

CDI, Texto del proyecto de directrices sobre la protección de la atmósfera, Directriz 9, Informe de la Comisión de Derecho Internacional, 70º período de sesiones (30 de abril a 1 de junio, y 2 de julio a 10 de agosto de 2018), A/73/10, p. 204.

COMISIÓN EUROPEA, Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establece el marco para lograr la neutralidad climática y se modifica el Reglamento (UE) 2018/1999 (Ley del Clima Europea), COM (2020) 80 final, 4.3.2020.

COMISIÓN EUROPEA, Reglamento (UE) 2021/1119 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de junio de 2021 por el que se establece el marco para lograr la neutralidad climática y se modifican los Reglamentos (CE) nº 401/2009 y (UE) 2018/1999 («Legislación europea sobre el clima»), DOUE L-2021-80937, 9 de julio de 2021.

Conferencia intergubernamental sobre un instrumento internacional jurídicamente vinculante en el marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar relativo a la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica marina de las zonas situadas fuera de la jurisdicción nacional Continuación del quinto período de sesiones Nueva York, 20 de febrero a 3 de marzo de 2023, A/CONF.232/2023/CRP.2/Rev.1.

Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, hecho en Montego Bay el 10 de diciembre de 1982, disponible en BOE-A-1997-3296: *https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1997-3296*

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, hecho en Nueva York el 9 de mayo de 1992, disponible en BOE-A-1994-2194: *https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1994-2194*

Convenio sobre la Diversidad Biológica, hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992, disponible en BOE-A-1994-2193: *https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1994-2193*

COP, Convention on Climate Change 2015, Report of the Conference of the Parties on its twenty-first session, held in Paris from 30 November to 13 December 2015. FCCC/CP/2015/10/Add.1 29 January 2016, p.4, disponible en: *https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/FCCC_CP_2015_10_Add.1.pdf*

GENERAL ASSEMBLY, Report of the united nations conference on environment and development*, Rio de Janeiro, 3-14 June 1992, A/CONF.151/26 (Vol. I), principle 15, p. 3.

GLASGOW CLIMATE PACT, Decision -/CP.26, paras. 60 y 61, disponible en: *https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cop26_auv_2f_cover_decision.pdf*.

HELCOM Indicator Manual, BSEP No. 175, 2020, disponible en: *https://helcom.fi/wp-content/uploads/2021/01/BSEP175.pdf*

HELCOM Indicator web page, disponible en: *https://indicators.helcom.fi/*

HELCOM, Project Description: Operational Marine Acidification Indicator (OMAI), disponible en: *https://portal.helcom.fi/meetings/STATE%20-%20CONSERVATION%209-2018-501/MeetingDocuments/3J-3%20Project%20Description%20for%20Operational%20Marine%20Acidification%20Indicator%20(OMAI).pdf*

IMO, Report of the 27th Consultative Meeting of Contracting Parties to the Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and other Matter 1972 of 24-28 October 2005, LC 27/16 of 16 December 2005, section 6.

INTERGOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION OF UNESCO (UNESCO-IOC), "Integrated ocean carbon research: a summary of ocean carbon research, and vision of coordinated ocean carbon research and observations for the next decade", IOC Technical series, Paris, 2021.

IOC/UNESCO, IMO, FAO, UNDP, "A Blueprint for Ocean and Coastal Sustainability", An inter-agency paper towards the preparation of the UN Conference on Sustainable Development (Rio+20), Paris, 2011, p. 32, disponible en:

https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/interagency_blue_paper_ocean_rioPlus20.pdf

IPCC, "Cambio climático 2021: Bases físicas, Contribución del Grupo de Trabajo I al Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático", Resumen para responsables de políticas, Suiza, 2021, pp. 15-30.

IPCC, "Climate Change 2013: The Physical Science Basis", Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, 2013.

IPCC, "El océano y la criosfera en un clima cambiante, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático", Suiza, 2019, disponible en: *https://www.ipcc.ch/srocc/*.

IPCC, 2018, Annex I, Glossary, en MATTHEWS, J.B.R., et al. (Eds.), *Global Warming of 1.5°C*, Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, Cambridge University Press, Cambridge, New York, 2018, disponible en: *https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/glossary/*.

IPCC, *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC, Geneva, Switzerland, 2008, pp.18-21.

IPCC, *Climate Change 2014 Impacts, Adaptation, and Vulnerability Part A: Global and Sectoral Aspects*, Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, 2014, pp. 411-484.

IPCC, Global Warming of 1.5 ºC. Special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels, Summary for Policymakers, 2019, pp. 32-33, disponible en: *https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15_Summary_Volume_spanish.pdf*.

IPCC, Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, Chapter 5: Changing Ocean, Marine Ecosystems, and Dependent Communities, Summary for Policymakers, en IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, 2019.

ITLOS, MOX Plant (Irelandv. United Kingdom), Provisional Measures, Order of 3 December 2001, ITLOS Reports 2001, p. 109.

ITLOS, Request for an Advisory Opinion submitted by the Sub-Regional Fisheries Commission (SRFC), Advisory Opinion of 2 April 2015, para. 139.

ITLOS, Responsibilities and obligations of States sponsoring persons and entities with respect to activities in the Area (Request for Advisory Opinion Submitted to the Seabed Disputes Chamber), Advisory Opinion of 1 February 2011.

ITLOS, Responsibilities and obligations of States sponsoring persons and entities with respect to activities in the Area (Request for Advisory Opinion Submitted to the Seabed Disputes Chamber), Advisory Opinion of 1 February 2011, para. 117.

ITLOS, Responsibilities and obligations of States sponsoring persons and entities with respect to activities in the Area, Order of 18 may 2010, p. 39.

ITLOS, Southern Bluefin Tuna Cases (New Zealand v. Japan; Australia v. Japan), Nos. 3 and 4, Order of 27 August 1999, para. 70.

ITLOS, Tribunal delivers its Advisory Opinion regarding illegal, unreported and unregulated Fishing Activities, ITLOS/Press 227, 2 April 2015, p. 6, disponible en: *https://www.itlos.org/fileadmin/itlos/documents/press_releases_english/PR_227_EN.pdf*

Marco mundial Kunming-Montreal de la diversidad biológica, Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica, Decimoquinta reunión, CBD/COP/15/L.25 de 18 de diciembre de 2022, disponible en: *https://www.cbd.int/doc/c/2c37/244c/133052cdb1ff4d5556ffac94/cop-15-l-25-es.pdf*

MONACO DECLARATION, Second International Symposium on the Ocean in a High-CO2 World, Monaco, October 6-9, 2008, disponible en: *https://www.iaea.org/sites/default/files/monacodecl061008.pdf*

OMI, Código internacional para buques que operen en aguas polares (Código Polar), Resolución de la OMI MSC.385(94), 21 de noviembre de 2014.

OMM, “Estado del clima mundial en 2020”, OMM-No1264, Genève, 2021, p. 31 y ss.

PAME (Protection of the Artic marine environement), Framework for a Pan-Arctic Network of Marine Protected Areas, PAME International Secretariat, Iceland, 2015, disponible en: *https://www.pame.is/images/03_Projects/MPA/MPA_Report.pdf*

PAME, Scientific considerations of how Arctic Marine Protected Area (MPA) networks may reduce negative effects of climate change and ocean acidification, 2017, disponible en: *https://www.pame.is/images/03_Projects/MPA/Workshop/3rd_MPA_Workshop_Report.pdf*

PERMANENT COURT OF ARBITRATION, The South China Sea Arbitration (The Republic of Philippines v. The People's Republic of China), Case number 2013-19, Award, 12 July 2016, para. 945.

SCAR, Antarctic Climate Change and the Environment Report, 2009, disponible en: *https://www.scar.org/library/science-4/physical-sciences/acce/3411-antarctic-climate-change-and-the-environment/file/*

SCAR, The Antarctic Climate Change and the Environment Report (ACCE): A Key Update, 05/04/2013, p. 5, disponible en: *https://www.scar.org/antarctic-treaty/actm-papers/atcm-xxxvi-and-cep-xvi-2013/2823-atcm36-wp038/file/*

SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, “An Updated Synthesis of the Impacts of Ocean Acidification on Marine Biodiversity”, CBD Technical Series No.75, Montreal, 2014, disponible en: *https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-75-en.pdf*.

SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, “Scientic Synthesis of the Impacts of Ocean Acidication on Marine Biodiversity”, CBD Technical Series No. 46, Montreal, 2009, disponible en: *https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-46-en.pdf*.

SECRETARY GENERAL, Report of the Secretary General “Oceans and the Law of the Sea”, A/72/70, Seventy-second sesión, 6 March 2017, para. 50.

SUBSIDIARY BODY FOR SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL ADVICE, Fortieth session Bonn, 4–15 June 2014, “Report on the workshop on technical and scientific aspects of ecosystems with high-carbon reservoirs not covered by other agenda items

under the Convention", FCCC/SBSTA/2014/INF.1, disponible en: *https://unfccc.int/documents/8141*

SUBSIDIARY BODY FOR SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL ADVICE, Report on the structured expert dialogue on the 2013–2015 review, FCCC/SB/2015/INF.1, 4 May 2015, para. 20, disponible en: *https://unfccc.int/resource/docs/2015/sb/eng/inf01.pdf*.

SUBSIDIARY BODY FOR SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL ADVICE, Twenty-third session Montreal, 28 November to 6 December 2005, "Views on the report on progress made towards implementing the initial ocean climate observing system, and on the final report on the analysis of data exchange issues in global atmospheric and hydrological networks", FCCC/SBSTA/2005/Misc.15, p. 8, disponible en: *https://unfccc.int/documents/4009*

UNEP, Regional Strategy and Action Plan for the Valuation, Protection and/or Restoration of Key Marine Habitats in the Wider Caribbean 2021–2030, 2020, disponible en: *https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/36347*

UNEP, UNEP Medium Term Strategy 2018-2021, United Nations Environment Programme, 2016, disponible en: *https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7621*.

UNEP, Work programme for the period 2022–2024 for the implementation of the Nairobi Convention, UNEP/EAF/CP.10/2, 25 October 2021, disponible en: *https://www.nairobiconvention.org/clearinghouse/sites/default/files/COP10%20Approved%20Work%20Programme%202022-2024.pdf#overlay-context=node/771*.

UNFCCC, Conference of the Parties (COP), Decision -/CP.26, Glasgow Climate Pact, 2021, paras. 60-61, disponible en: *https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cop26_auv_2f_cover_decision.pdf*

UNFCCC, Conference of the Parties (COP), Decisión 1/CP.25, para. 31, disponible en: *https://unfccc.int/documents/210471*

- **Fuentes secundarias (libros, artículos, capítulos de libro, informes doctrinales)**

ALBRIGHT, R., COOLEY, S., "A review of interventions proposed to abate impacts of ocean acidification on coral reefs", *Regional Studies in Marine Science*, vol. 29, 2019, p. 100612.

ALBRIGHT, R., COOLEY, S., "A solutions-based approach for coral reefs under OA: adaptation and mitigation", en Proceedings of the Discussion paper for Fourth International Workshop: Bridging the Gap between Ocean Acidification and Economic Valuation, 2017, pp. 15-17.

ANDERSSON, A. J., GLEDHILL, D., "Ocean acidification and coral reefs: effects on breakdown, dissolution, and net ecosystem calcification", *Annual review of marine science*, vol. 5, 2013, pp. 321-348.

ARMAND, A., KIM, I., "The Ocean and Early-Childhood Mortality and Development", Working Paper No. 03/2020, Navarra Center for International Development, 2020, pp.2-3.

BAIRD, R., SIMONS, M., and STEPHENS, T., "Ocean Acidification: A Litmus test for International Law", *Carbon & Climate Law Review*, Vol. 3, Issue 4, Climate change and the law of the sea, 2009, p. 459.

BALTIC MARINE ENVIRONMENT PROTECTION COMMISSION, Annual Report 2018, Translating the Commitments into Actions, Baltic Sea Environment Proceedings No. 166, 2018, p. 26, disponible en: *https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/12/BSEP166.pdf*

BARRY, J. P., et al., "Effects of direct ocean CO2 injection on deep-sea meiofauna", *Journal of Oceanography*, Vol. 60, 2004, pp. 759-766.

BIALEK, D., ARIEL, J., "Ocean acidification: international legal avenues under the UN Convention on the Law of the Sea", en GERRARD, M.B., WANNIER, G.E. (Eds.), *Threatened Island Nations: Legal Implications of Rising Seas and a Changing Climate*, Cambridge University Press, Cambridge, 2013, pp. 473-530.

BODANSKY, D., "The Paris Climate Change Agreement: A New Hope?", *The American Journal of International Law*, Vol. 110, No. 2, 2016, pp. 288-319.

BOYLE, A., "Climate change, ocean governance and UNCLOS", en BARRETT, J., BARNES, R. (Eds.), *Law of the Sea: UNCLOS as a Living Treaty*, British Institute of International and Comparative Law, London, 2016, p. 222.

BOYLE, A., "Litigating climate change under Part XII of the LOSC", *The International Journal of Marine and Coastal Law*, Vol. 34, No. 3, 2019, pp. 470-471.

BOYLE, A., "The Environmental Jurisprudence of the International Tribunal for the Law of the Sea", *The International Journal of Marine and Coastal Law*, Volume 22, Issue 3, Brill Nijhoff, 2007.

BURTON, R., "Red Tide: Karenia Brevis", Thompson Earth Systems Institute, 2018, disponible en: *https://www.floridamuseum.ufl.edu/earth-systems/blog/red-tide-karenia-brevis/.*

CAFF, State of the Arctic Marine Biodiversity Report, 2017, disponible en: *https://www.caff.is/assessment-series/431-state-of-the-arctic-marine-biodiversity-report-full-report*

CAI, W.J., et al., "Decrease in the CO2 uptake capacity in an ice-free Arctic Ocean basin", *Science*, Vol. 329, No. 5991, 2010, pp. 556-559.

CALDEIRA, K., WICKETT, M.E., "Anthropogenic carbon and ocean pH", *Nature*, Vol. 425, No. 6956, 2003, pp. 365-365.

CAO, L., "The effects of solar radiation management on the carbon cycle", *Current Climate Change Reports*, vol. 4, No. 1, 2018, pp. 41-50.

CARPENTER, A., "International Protection of the Marine Environment", en NEMETH, A.D, (Ed.) *The Marine Environment: Ecology, Management and Conservation*, Nova Science Publishers, New York, 2011, p. 66.

CLAUDET, J., "The seven domains of action for a sustainable ocean", *Cell,* Vol. 184, No. 6, 2021, pp. 1426-1429.

COMISIÓN OCEANOGRÁFICA INTERGUBERNAMENTAL (COI-UNESCO), "La acidificación del océano. Resumen para responsables de políticas", Programa Internacional para la Geosfera y la Biosfera, Estocolmo, 2013.

DONEY, S. C., BUSCH, D.S., COOLEY, S.R., KROEKER, K.J., "The impacts of ocean acidification on marine ecosystems and reliant human communities", *Annual Review of Environment and Resources*, Vol. 45, 2020, pp. 83-112.

DOO, S. S., EDMUNDS, P.J., CARPENTER, R.C., "Ocean acidification effects on in situ coral reef metabolism", *Scientific reports*, vol. 9, no 1, 2019, pp. 1-8.

DOSI, Intellectual Property Rights: Implications for Deep-Ocean Stewardship, disponible en: https://www.dosi-project.org/wp-content/uploads/070-DOSI-Policy-brief-Intellectual-Property-Rights-V2-web1.pdf

DOWNING, Y., "Ocean Acidification and Protection under International Law from Negative Effects: A Burning Issue amongst a Sea of Regimes?", *Cambridge Journal of International and Comparative Law,* Vol.2, No. 2, 2013, p. 250.

EKARDT, F., ZORN, A., "Ozeanversauerung, Meeresumweltrecht, Klimavölkerrecht und die Menschenrechte", *JbUTR 2018, i.E,* 2018, disponible en: *http://www.sustainability-justice-climate.eu/files/texts/Bioacid-JbUTR.pdf*

EKSTROM, J.A., CRONA, B. I., "Institutional misfit and environmental change: a systems approach to address ocean acidification", *Science of the Total Environment,* Vol. 576, 15 January, 2017, p.600.

European Project on Ocean Acidification (EPOCA), Ocean Acidification – The Facts: A special introductory guide for policy advisers and decision makers, Natural England Commissioned Report NECR034, 2009, p.4, disponible en: *https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/ocean_acidification_english.pdf.*

FAJARDO DE ANDRADE, T. "El Acuerdo de París sobre el cambio climático: sus aportaciones al desarrollo progresivo del Derecho Internacional y las consecuencias de la retirada de los Estados Unidos", *Revista Española de Derecho Internacional*, Volumen 70, Nº. 1, 2018, pp. 29-30.

FALKENBERG, L. J., et al., "Ocean Acidification and Human Health", International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(12), 4563, 2020, disponible en: *https://www.mdpi.com/1660-4601/17/12/4563/htm.*

FALKOWSKI, P., SCHOLES, R. J., BOYLE, E., CANADELL, J., et. al., "The Global Carbon Cycle: A Test of Our Knowledge of Earth as a System", *Science*, Vol. 290, Issue 5490, 2000, pp. 291-296.

FAO, "Deep-ocean climate change impacts on habitat, fish and fisheries", FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 638, Rome, 2018, p. 26.

FAO, “The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action”, Rome, 2020, disponible en: *http://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf.*

FEELY, R, A., et al., “Evidence for upwelling of corrosive acidified water onto the continental shelf”, *Science*, Vol. 320, No. 5882, 2008, pp. 1490-1492.

FENNEL, K., VANDERZWAAG, D.L., Ocean Acidification: Scientific Surges, Lagging Law and Policy Responses, en WARNER, R., KAYE, S. (Eds.), *Routledge Handbook of Maritime Regulation and Enforcement*, Routledge, New York, 2016, p. 352.

FERNANDES COELHO, L., TAVONVUNCHAI, N., “Regimes for ocean management: Regional seas programmes and blue carbon ecosystems”, en HARRIS, P.G. (Ed.), *Routledge Handbook of Marine Governance and Global Environmental Change*, Routledge, New York, 2022, pp. 51-64.

FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, P.A., El almacenamiento de dióxido de carbono en los espacios marinos de la Unión Europea, Cuadernos europeos de Deusto, 42, 2010, pp.73-100.

FILLOL MAZO, A., “Ocean Acidification as a Risk to Food Derived From the Marine Ecosystem: In Search of International Legal Responses”, en FILLOL MAZO, A., MARTIN LÓPEZ, M.A. (Eds.), *Food Security Issues and Challenges*, Nova Science Publishers, New York, 2021, pp. 277-314.

FRIEDRICH, J., “Carbon capture and storage: A new challenge for international environmental law”, *Zeitschrift für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht*, Vol. 67, Nº1, 2007, pp. 211-227.

FROSCH, A., *Ocean acidification: obligations under international and regional treaty law*, University of Oslo, 2018, pp. 13-14.

GALAZ, V., CRONA, B., ÖSTERBLOM, H., OLSSON, P., FOLKE, C., “Polycentric systems and interacting planetary boundaries: Emerging governance of climate change, ocean acidification, marine biodiversity”, *Ecological Economics*, Vol. 81, 2012, pp. 21-32.

GALDIES, C., et al., “European policies and legislation targeting ocean acidification in european waters: Current state”, Marine Policy, Vol. 118, 2020, disponible en: *https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X19309054*

GALDIES, C., TILLER, R., MARTINEZ ROMERA, B., "Global Ocean Governance and Ocean Acidification", en FILHO, W.L., AZUL, A.M., et al. (Eds.), *Life Below Water*, Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals, Springer, 2022, p. 427.

GALLO, N., VICTOR, D. G., LEVIN, L. A., "Ocean commitments under the Paris Agreement", *Nature Climate Change*, 7, Issue 11, 2017, pp.833–837.

GATTUSO, J.P., et al., "Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO2 emissions scenarios", *Science*, Vol. 349, No. 6243, 2015.

GEHLEN, M., GRUBER, N., GANGSTO, R., BOPP, L., OSCHLIES, A., "Biogeochemical consequences of ocean acidification and feedbacks to the earth system", en GATTUSO J.P., HANSSON, L. (Eds.), *Ocean acidification*, Oxford University Press, 2011, pp. 230–248.

GHARAHJEH, S., et al, "A review on ocean acidification as a result of shipping emissions in harbors", *Proceedings of the Australasian Coasts and Ports 2017: working with nature*, 2017, pp. 483-486.

GILES CARNERO, R., *El régimen jurídico internacional en materia de cambio climático. Dinámica de avances y limitaciones*, Thomson Reuters: Aranzadi, Navarra, 2021.

GOBLER, C. J., BAUMANN, H., "Hypoxia and acidification in ocean ecosystems: coupled dynamics and effects on marine life", *Biology letters*, Vol. 12, No., 2016.

GONZÁLEZ, V., "An alternative approach for addressing CO2-driven ocean acidification", *Sustainable Development Law and Policy*, Vol. 12, 2011, p. 45.

GORDON, J., "The Legal implications of Ocean Acidification: Beyond the climate change regime", en HARRIS, P.G. (Ed.), *Routledge Handbook of Marine Governance and Global Environmental Change*, Routledge, New York, 2022., p. 39.

HARRISON, J., "Addressing the Marine Environmental Impacts of Climate Change and Ocean Acidification", en HARRISON, J. (Ed.), *Saving the Oceans Through Law: The International Legal Framework for the Protection of the Marine Environment*, Oxford Scholarly Authorities on International Law, 2017.

HARRISON, J., *Saving the oceans through law: The international legal framework for the protection of the marine environment*, Oxford University Press, 2017.

HARROULD-KOLIEB, E. R., "(Re)Framing ocean acidification in the context of the United Nations Framework Convention on climate change (UNFCCC) and Paris Agreement", *Climate Policy*, Vol. 19, Issue 10, 2019, pp. 1225-1238.

HARROULD-KOLIEB, E. R., “Ocean acidification and the UNFCCC: Finding legal clarity in the twilight Zone”, *Washington Journal of Environmental Law and Policy*, Vol. 6, Issue 2, 2016, pp. 627-628.

HARROULD-KOLIEB, E., “Enhancing synergies between action on ocean acidification and the post-2020 global biodiversity framework”, *Conservation Biology*, Vol. 35, No. 2, 2021, pp. 548-558.

HARROULD-KOLIEB, E.R., “Implications of the Paris Agreement for action on ocean acidification within the UNFCCC”, en VANDERZWAAG, D.L., ORAL, N., STEPHENS, T. (Eds.), *Research Handbook on Ocean Acidification Law and Policy*, Edward Elgar Publishing, Massachusetts, 2021, p. 28.

HARROULD-KOLIEB, E.R., “The UN Convention on the Law of the Sea: A governing framework for ocean acidification?”, *Review of European, Comparative & International Environmental Law,* 2020.

HARROULD-KOLIEB, E.R., HOEGH-GULDBERG, O., “A governing framework for international ocean acidification policy”, *Marine Policy*, Vol. 102, 2019, pp. 10-20.

HASSELLÖV, I.M., et al., “Shipping contributes to ocean acidification”, *Geophysical Research Letters*, Vol. 40, No. 11, 2013, pp. 2731-2736.

HEINZERLING, L., “Climate change, human health, and the post-cautionary principle”, Research Paper No. 4, O’Neill Institute for National and Global Health Law Scholarship, Georgetown University Law Center 2007.

HEY, E., “Regime Interaction and Common Interests in Regulating Human Activities in Areas Beyond National Jurisdiction”, en TREVISANUT, S., GIANNOPOULOS, N., HOLST, R.R. (Eds.), *Regime interaction in ocean governance: problems, theories and methods*, Brill Nijhoff, 2020, pp. 85-123.

HOEGH-GULDBERG, O., POLOCZANSKA. E.S., SKIRVING, W., DOVE, S., “Coral Reef Ecosystems under Climate Change and Ocean Acidification”, *Front. Mar. Sci. 4:158*, Global Change and the Future Ocean, 2017, p. 2.

HOFMANN, M., MATHESIUS, S., KRIEGLER, E. et al., “Strong time dependence of ocean acidification mitigation by atmospheric carbon dioxide removal”, *Nat Commun* 10, 5592, 2019.

HÖNISCH, B., et al., “The geological record of ocean acidification”, *Science*, 2012, Vol. 335, No. 6072, pp. 1058-1063.

HULL, E.V., “Ocean acidification: legal and policy responses to address climate change's evil twin”, *Wash. J. Envtl. L. & Pol'y,* Vol. 6, 2016, p. 349.

HUNTER KEITH, A., “Impacts of anthropogenic SOx, NOx and NH3 on acidificationof coastal waters and shipping lanes”, *Geophysical Research Letters*, Volume 38, 2011, p. 13602.

JABOUR, J., HAWARD, M., “The Southern Ocean and changing environmental conditions: Antarctic Treaty System”, en MCDONALD, J., MCGEE, J., BARNES, R. (Eds.), *Research Handbook on Climate Change, Oceans and Coasts*, Edward Elgar Publishing, 2020, p. 236.

JAKOBSEN, I.U., et. al, “The Law of the Sea as Part of the Climate-Change Regime Complex”, en JOHANSEN, E., et. al. (Eds.), *The Law of the Sea and Climate Change: solutions and constraints*, Cambridge University Press, 2021, pp. 374-385.

JIN, P., et al., “Ocean acidification increases the accumulation of toxic phenolic compounds across trophic levels”, *Nature Communications*, Vol. 6, No. 1, 2015, p. 8714.

JOOS, F., FRÖLICHER, T. L., STEINACHER, M., PLATTNER, G. K., “Impact of climate change mitigation on ocean acidification projections”, en GATTUSO, J.P., HANSSON, L. (Eds.), *Ocean acidification*, Oxford University Press, Oxford, 2011, pp. 272-273.

KAPLAN MAXWELL, B., MOONEY, T.A., MCCORKLE, D.C., COHEN, A., “Adverse Effects of Ocean Acidification on Early Development of Squid (Doryteuthis pealeii)”, *PLoS ONE 8(5)*, 31, 2013.

KATZ, C., “Why Rising Acidification Poses a Special Peril for Warming Arctic Waters”, *Yale School of the Environment Explore Search*, October 2019, disponible en: *https://e360.yale.edu/features/why-rising-acidification-poses-a-special-peril-for-warming-arctic-waters*.

KIM, R. E., VAN ASSELT, H., “Global Governance: Problem Shifting in the Anthropocene and the Limits of International Law”, en MORGERA, E., KULOVESI, K. (Eds.), *Research Handbook on international law and natural resources*, Edward Elgar Publishing, 2016, pp. 473–495.

KIM, R.E., “Is a new multilateral environmental agreement on ocean acidification necessary?”, *Review of European Community & International Environmental Law*, Vol. 21, No. 3, 2012, p. 243;

KLERK, B., *Climate Change Obligations under the Law of the Sea: Interpreting UNCLOS in light of the Paris Agreement*, Thesis, Faculty of Law, University of Oslo, 1 December 2021, p. 26.

KOLEFF, P., et al., “Biodiversity in Mexico: State of knowledge”, *Global Biodiversity*, 2018, pp. 285-337; CHEN, J., et al., “Diversity, function and evolution of marine microbe genomes”, *bioRxiv*, 2021, para. 109.

KROEKER, K. J., et al., “Impacts of ocean acidification on marine organisms: quantifying sensitivities and interaction with warming”, *Global change biology*, Vol. 19, No. 6, 2013, pp. 1884-1896.

LAFFOLEY, D., BAXTER, J.M., JEWETT, E.B., BROOKS, M.T., LAGOS, N.A., “Ocean acidification: scientific understanding and challenges”, en VANDERZWAAG, D.L., ORAL, N., STEPHENS, T. (Eds.), *Research Handbook on Ocean Acidification Law and Policy*, Edward Elgar Publishing, Massachusetts, 2021, pp. 13-15.

LAFFOLEY, D., BAXTER, J.M., TURLEY, C., LAGOS, N.A., “Introducción a la acidificación oceánica: lo que es, lo que sabemos y lo que puede suceder”, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Suiza, 2017.

LAFFOLEY, D., et al., “Evolving the narrative for protecting a rapidly changing ocean, post-COVID-19”, *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, Vol. 31, No. 6, 2021, pp. 1512-1534.

LICKER, R., et al., “Attributing ocean acidification to major carbon producers”, *Environmental Research Letters*, Vol. 14, No. 12, 2019, p. 124060, disponible en: *https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab5abc/pdf*

MACKO, S. A., FANTASIA, C.M., “An Overview of Ocean Acidification: Relationships”, en NORDQUIST, M. H., NORTON MOORE, J., RONÁN, L. (Eds.), *The Marine Environment and United Nations Sustainable Development Goal 14. Life below Water*, Brill Nijhoff, Leiden, 2018, p. 406.

MARFFY-MANTUANO, A., “The Law of the Sea and the Acidification of the Ocean”, en FERÁNDEZ SÁNCHEZ, P.A., *New approaches to the law of the sea: (in honor of*

ambassador José Antonio de Yturriaga-Barberán), Nova Science Publishers, 2017, p. 206.

MARTÍNEZ ROMERA, B., "Maritime Transport and Ocean Acidification", en VANDERZWAAG, D.L., ORAL, N., STEPHENS, T. (Eds.), *Research Handbook on Ocean Acidification Law and Policy*, Edward Elgar Publishing, Massachusetts, 2021, pp. 53-60.

MATHIS, J. T., et al., "Ocean acidification risk assessment for Alaska's fishery sector", *Progress in Oceanography*, Vol. 136, 2015, pp. 71-91.

MOLENAAR, E.J., "Shipping: Vessel-source Pollution", en WARNER, R., KAYE, S. (Eds.), *Routledge Handbook of Maritime Regulation and Enforcement*, Routledge, New York, 2016, pp. 176-190.

MORA, C., et al., "Biotic and human vulnerability to projected changes in ocean biogeochemistry over the 21st century", *PLoS biology*, vol. 11, No. 10, 2013, p.e1001682.

NARITA, D., REHDANZ, K., "Economic impact of ocean acidification on shellfish production in Europe", *Journal of Environmental Planning and Management*, Vol. 60, Issue 3, 2017.

NAVA ESCUDERO, C., "El Acuerdo de París. Predominio del soft law en el régimen climático", *Boletín Mexicano de Derecho Comparado*, año XLIX, núm. 147, Instituto de Investigaciones Jurídicas UNAM, 2016, p. 112.

NORDQUIST MYRON, H., et al., *United Nations Convention on the Law of the Sea 1982: A commentary*, Volume IV, Center for Oceans Law and Policy, The Netherlands, Martinus Nijhoff, 1991, p. 39.

O'REILLY, J., "Antarctic climate futures: how terra incognita becomes terra clima", *The Polar Journal*, Vol. 3, No. 2, 2013, pp. 384-398.

O'LEARY, A., BROWN, J., "The Legal Basis for IMO Climate Measures", Report by Environmental Defense Fund, Columbia Law School, 2018, disponible en: *https://scholarship.law.columbia.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1078&context=sabin_climate_change*

OMAR, A. M., et al., "Trends of ocean acidification and pCO2 in the northern North Sea, 2003–2015", *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, Vol. 124, No. 10, 2019, pp. 3088-3103.

ONO, H., et al., “Acceleration of ocean acidification in the western North Pacific”, *Geophysical Research Letters*, Vol. 46, No. 22, 2019, pp. 13161-13169.

ORAL N., “Ocean Acidification: Falling Between the Legal Cracks of UNCLOS and the UNFCCC?”, *Ecology Law Quarterly*, Vol. 45, 2018, p. 15.

PAUWELYN, J., “Fragmentation of international law”, en WOLFRUM, R. (Ed.), *Max Planck Encyclopedia of Public International Law*, Oxford University Press, 2006, para. 2.

PAUWELYN, J., et al., *Conflict of norms in public international law. How WTO Law Relates to Other Rules of International Law*, Cambridge, Cambridge University Press, 2009.

PICOURT, L., LECERF, M., “Swimming the talk: How to strengthen synergies between the Climate and Biodiversity Conventions?”, Ocean & Climate Platform, 2021.

PIERCE, R.H., HENRY, M.S, BLUM, P.C. et al., “Brevetoxin composition in water and marine aerosol along a Florida beach: Assessing potential human exposure to marine biotoxins”, *Harmful Algae*, Vol. 4, Issue 6. 2005.

RABONE, M., et al., “Access to Marine Genetic Resources (MGR): raising awareness of best-practice through a new agreement for Biodiversity Beyond National Jurisdiction (BBNJ)”, *Frontiers in Marine Science*, Vol. 6, 2019, p. 520.

RAJAMANI, L., “Due diligence in international climate change law”, en KRIEGER, H., PETERS, A., KREUZER, L. (Eds.), *Due diligence in the international legal order*, Oxford University Press, 2021, p. 177.

RAKHYUN E. K., “Is a New Multilateral Environmental Agreement on Ocean Acidification Necessary?”, *Review of European Community & International Environmental Law*, Vol. 21, No. 3, pp. 243-258.

RAU, G.H., MCLEOD, E. L., HOEGH-GULDBERG, O., “The need for new ocean conservation strategies in a high-carbon dioxide world”, *Nature climate change*, vol. 2, No. 10, 2012, pp. 720-724.

REDGWELL, C., “The never ending story: the role of GAIRS in UNCLOS implementation in the offshore energy sector” en BARRET, J., BARNES, R. (Eds.), *Law of the Sea: UNCLOS as a living treaty*, British Institute of International and Comparative Law, London, 2016, p. 167.

REDGWELL, C., “Treaty Evolution, Adaptation and Change: Is the LOSC ‘Enough’ to Address Climate Change Impacts on the Marine Environment?”, *The*

International Journal of Marine and Coastal Law, Vol. 34, No. 3, 2019, pp. 456-457.

RINGBOM, H., "Regulating Greenhouse Gases from Ships. Some Light at the End of the Funnel?", en JOHANSEN, E., VEIERUD BUSCH, S., ULRIKKE JAKOBSEN, I. (Eds.), *The Law of the Sea and Climate Change: solutions and constraints*, Cambridge University Press, 2021, pp. 129-159.

ROCA, Roadmap to Oceans and Climate Action Initiative, disponible en: *https://roca-initiative.com/*.

RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, A., *El efecto de la acidificación del océano en la alimentación, crecimiento y depredación de las fases tempranas de los erizos de mar Paracentrotuslividusy Diadema africanum*, Tesis Doctoral, Universidad de la Laguna, 2015, p. 22.

ROLAND HOLST, R.J., "The Climate-Oceans Nexus: Oceans in the climate regime, climate in the oceans regime", en HARRIS, P.G. (Ed.), *Routledge Handbook of Marine Governance and Global Environmental Change*, Routledge, New York, 2022, pp. 28-38.

ROTHWELL, D., STEPHENS, T., "Dispute Resolution and the Law of the Sea: Reconciling the Interaction Between the LOS Convention and Other Environmental Instruments", en ELFERINK, A.G., ROTHWELL, D.R. (Eds.), *Oceans Management in the 21st Century: Institutional Frameworks and Responses*, Brill Nijhoff, 2004, p.209.

SABA, G.K., GOLDSMITH, K. A., et al., "Recommended priorities for research on ecological impacts of ocean and coastal acidification in the U.S. Mid-Atlantic", *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Vol. 225, 2019.

SANDS, P., PEEL, J., *Principles of international environmental law*, Cambridge University Press, 2012, p. 59.

SCOTT KAREN, N., "Ocean Acidification", en JOHANSEN, E., BUSCH, S., JAKOBSEN, I. (Eds.), *The Law of the Sea and Climate Change: Solutions and Constraints*, Cambridge University Press, 2020, p. 116.

SCOTT, K. N., "Ocean acidification and sustainable development goal 14: Goal but No target?", en NORDQUIST, M.H., MOORE, J.N., LONG, R. (Eds.), *The marine*

environment and United Nations Sustainable Development Goal 14, Brill Nijhoff, Leiden, 2018, pp. 323-341.

SCOTT, K.N., "Ocean Acidification", en *The Law of the Sea and Climate Change: Solutions and Constraints*, Cambridge: Cambridge University Press, 2020, p. 114.

SIELEN, A.B., "The new international rules on ocean dumping: promise and performance", *Georgetown International Environmental Law Review*, Vol. 21, 2009, pp. 295-336.

SILBER, G.K., et al., "The role of the International Maritime Organization in reducing vessel threat to whales: Process, options, action and effectiveness", *Marine Policy*, Vol. 36, No. 6, 2012, pp. 1221-1233.

SILVA, C.S.E., NOVAIS, S.C. et al., "Effects of ocean acidification on the swimming ability, development and biochemical responses of sand smelt larvae", *Science of The Total Environment*, Vol. 563–564, 2016, pp. 89-98.

SIMONS, M., STEPHENS, T., "Ocean Acidification: Addressing the Other CO2 Problem", *12 Asia Pacific J Env L 1*. , 2009, p. 17.

SMITH, K.N., "Ocean Acidification: Dealing with Uncharted Waters", *Villanova Environmental Law Journal*, Vol. 30, 2019, p. 199.

SPREP, New Zealand-Pacific Partnership On Ocean Acidification, disponible en: *https://www.sprep.org/project/new-zealand-pacific-partnership-on-ocean-acidification*

SREEUSH, M.G., et al., "Variability, trend and controlling factors of Ocean acidification over Western Arabian Sea upwelling región", *Marine Chemistry*, Vol. 209, 2019, pp. 14-24.

STEPHENS, T., "Ocean acidification", en RAYFUSE, R. (Ed.), *Research Handbook on International Marine Environmental Law*, Edward Elgar Publishing, Massachusetts 2015, p. 436.

STEPHENS, T., "Ocean Acidification", *Legal Studies Research Paper No. 13/72*, Sydney Law School, Sydney, 2013.

SU, W., et al., "The health risk for seafood consumers under future ocean acidification (OA) scenarios: OA alters bioaccumulation of three pollutants in an edible bivalve species through affecting the in vivo metabolism", *Science of the Total Environment*, Vol. 650, 2019, pp. 2987-2995.

SUNDAY, J. M., et al., “Evolution in an acidifying ocean”, *Trends in ecology & evolution*, Vol. 29, No. 2, 2014, pp. 117-125.

TANAKA, Y., *The International Law of the Sea*, Third Edition, Cambridge University Press, Cambridge, 2019, p. 394.

TETZLAFF, K., “Regional seas programs and ocean acidification”, en VANDERZWAAG, D.L., ORAL, N., STEPHENS, T. (Eds.), *Research Handbook on Ocean Acidification Law and Policy*, Edward Elgar Publishing, 2021, pp. 94-123.

The Ocean Pathway: Towards an Ocean Inclusive UNFCCC Process, disponible en: *https://cop23.com.fj/the-ocean-pathway/.*

THOR, P., DUPONT, S., “Ocean Acidification”, en SALOMON, M., MARKUS, T. (Eds.), *Handbook on Marine Environment Protection: Science, Impacts and Sustainable Management*, Springer International Publishing, Switzerland, 2018, pp. 377-378.

TURNER, J., et al., “Antarctic climate change and the environment: an update”, *Polar record*, Vol. 50, No. 3, 2014, pp. 237-259.

VAN DYKE, J.M., “Giving teeth to the environmental obligations in the LOS convention”, en ELFERINK, A. G., ROTHWELL, D.R. (Eds.), *Oceans management in the 21st century: institutional frameworks and responses*, Brill Nijhoff, 2004, pp.167-186.

VANDER ZXAAG, D.L., DANIEL, A., “International Law And Ocean Dumping: Steering A Precaution Course Aboard The 1996 London Protocol, But Still An Unfinished Voyage”, en CHIRCOP, A., MCDORMAN, T., ROLSTON, S. (Eds.), *The Future of Ocean Regime-building: Essays in Tribute to Douglas M. Johnston*, Brill Nijhoff, 2009, pp. 515-550.

VELEZ, Z., et al., “Short-and medium-term exposure to ocean acidification reduces olfactory sensitivity in gilthead seabream”, *Frontiers in physiology*, Vol. 10, 2019, p. 731.

VIDAS, D., SCHEI, P.J. (Eds.), *The World Ocean in Globalisation: Climate Change, Sustainable Fisheries, Biodiversity, Shipping, Regional Issues*, Brill, 2011, pp.165-186.

WARNER, R., “Conserving Marine Biodiversity in Areas beyond National Jurisdiction: Co-evolution and Interaction with the Law of the Sea”, en ROTHWELL, D., OUDE ELFERINK, A., SCOTT, K., et al. (Eds.), *Oxford Handbook on the Law of the Sea*, Oxford University Press, 2015, pp. 752-765.

WILLIAMSON, P., TURLEY, C., “Ocean acidification in a geoengineering context. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, Vol. 370, Nº.1974, 2012, pp. 4317-4342.

WILLIAMSON, P., BODLE, R., “Update on climate geoengineering in relation to the convention on biological diversity: potential impacts and regulatory framework”, CBD Technical Series No. 84, Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, 2016.

WRIGHT, G., ROCHETTE, J., GJERDE, K., et al., “The Long and Winding Road: Negotiating a Treaty for the Conservation and Sustainable Use of Marine Biodiversity in Areas beyond National Jurisdiction”, *IDDRI Study* No. 8, 2018, pp. 41-44.

XU, D., et al., “Ocean acidification increases iodine accumulation in kelp-based coastal food webs”, *Global Change Biology*, Vol. 25, No. 2, 2019, pp. 629-639.

YANG, Y., HANSSON, L., GATTUSO, J.P., “Data compilation on the biological response to ocean acidification: an update”, *Earth System Science Data*, Vol. 8, No. 1, 2016, pp. 79-87.

YOUNG, O.R., “Building an international regime complex for the Arctic: current status and next steps”, *The Polar Journal*, Vol. 2, Issue 2, 2012, p. 391.

ZHAO, L., et al., “Trace elemental alterations of bivalve shells following transgenerational exposure to ocean acidification: Implications for geographical traceability and environmental reconstruction”, *Science of the Total Environment*, Vol. 705, 2020.

ZHUANG, Q., et al., “CO2 and CH4 exchanges between land ecosystems and the atmosphere in northern high latitudes over the 21st century”, *Geophysical Research Letters*, Vol. 33, No. 17, 2006.