

Última actualización: 2022-08-12

## Información del indicador

**Objetivo 14:** Conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible

**Meta 14.3:** Minimizar y abordar los impactos de la acidificación de los océanos, incluso mediante una mayor cooperación científica a todos los niveles.

**Indicador 14.3.1:** Acidez marina (pH) promedio medida en un conjunto acordado de estaciones de muestreo representativas

## Serie

Acidez marina (pH) promedio medida en un conjunto acordado de estaciones de muestreo representativas

## Indicadores relacionados

14. a.1 Aumentar los conocimientos científicos, desarrollar la capacidad de investigación y transferir tecnología marina, teniendo en cuenta los criterios y directrices de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental sobre la transferencia de tecnología marina, a fin de mejorar la salud de los océanos y potenciar la contribución de la biodiversidad marina al desarrollo de los países en desarrollo, en particular los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países menos adelantados

## Organizaciones internacionales responsables del seguimiento global

Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO

## Definición, conceptos y clasificaciones

### Definiciones:

La acidificación de los océanos es la disminución del pH del agua de mar durante un período prolongado, generalmente de décadas o más, causada principalmente por la absorción de dióxido de carbono de la atmósfera<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>NOAA. ¿Qué es la acidificación de los océanos? Sitio web del Servicio Oceánico Nacional <https://oceanservice.noaa.gov/facts/acidification.html>, 25/06/18

Este indicador se basa en observaciones que limitan el sistema de carbono del océano y que son necesarias para describir la variabilidad de la acidez del océano. El sistema de carbono en este contexto se refiere principalmente a los cuatro parámetros mensurables: pH (la concentración de iones de hidrógeno en una escala logarítmica), DIC (CT; carbono inorgánico disuelto total),  $p\text{CO}_2$  (presión parcial de dióxido de carbono) y  $T_A$  (AT, alcalinidad total). El promedio, tal como se utiliza aquí, es la media anual igualmente ponderada.

Un conjunto acordado de estaciones de muestreo representativas son sitios que tienen una frecuencia de medición adecuada para describir la variabilidad y las tendencias en la química de los carbonatos con el fin de entregar información crítica sobre la exposición y los impactos de los sistemas marinos a la acidificación de los océanos, y que proporcionan datos de suficiente calidad y con información integral de metadatos para permitir la integración con datos de otros sitios del país.

### Conceptos:

$p\text{CO}_2$  atmosférico disuelto en el agua de mar. La acidez marina promedio se expresa como pH, la concentración de iones de hidrógeno en una escala logarítmica. Para poder limitar la química de los carbonatos del agua de mar, es necesario medir al menos dos de los cuatro parámetros, es decir, pH,  $p\text{CO}_2$ , DIC (CT) y TA (AT). pH (la concentración de iones de hidrógeno en una escala logarítmica, expresada en escala total), DIC (carbono inorgánico disuelto total, en  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ),  $p\text{CO}_2$  (presión parcial de dióxido de carbono, en ppt o  $\mu\text{atm}$ ) y TA (AT, alcalinidad total, en  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ).

### Unidad de medida

pH en escala total

y/o  $p\text{CO}_2$  [ $\mu\text{atm}$  o ppt], DIC [ $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ], TA [ $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ]

### Clasificaciones

La metodología del indicador 14.3.1 de los ODS fue respaldada por los Estados miembros del COI en la quincuagésima primera sesión del Consejo Ejecutivo del COI (IOC/EC-LI/2 Anexo 6 rev). En noviembre de 2018, el Grupo Interinstitucional y de Expertos de las Naciones Unidas sobre indicadores de los ODS (IAEG-SDG) elevó el indicador 14.3.1 de los ODS al Nivel II -. La metodología fue además aprobada por la comunidad como Mejor Práctica Oceánica (<http://dx.doi.org/10.25607/OBP-655>).

## Tipo de fuente de datos y método de recopilación de datos

### Fuentes de datos

El proceso general de recopilación de datos de la COI se describe en el Documento [IOC-XXIX/2Anexo 14](#).

La novedad de evaluar la acidificación de los océanos a nivel global, como en el indicador 14.3.1, requiere que la secretaría de la COI recopile los datos a través de diferentes vías. Las recopilaciones de datos son una combinación de:

Solicitudes directas a las oficinas nacionales de estadística (ONE), ya que ahora se han instalado nuevos mecanismos nacionales de presentación de informes que les permiten proporcionar la información requerida (a partir de la recopilación de datos de 2021 en adelante),

Solicitudes anuales a los puntos focales nacionales del COI,

Colaboración con centros nacionales de datos oceanográficos, centros de datos internacionales y

Directamente con los proveedores de datos a través del portal de datos GOA-ON (Figura 1).

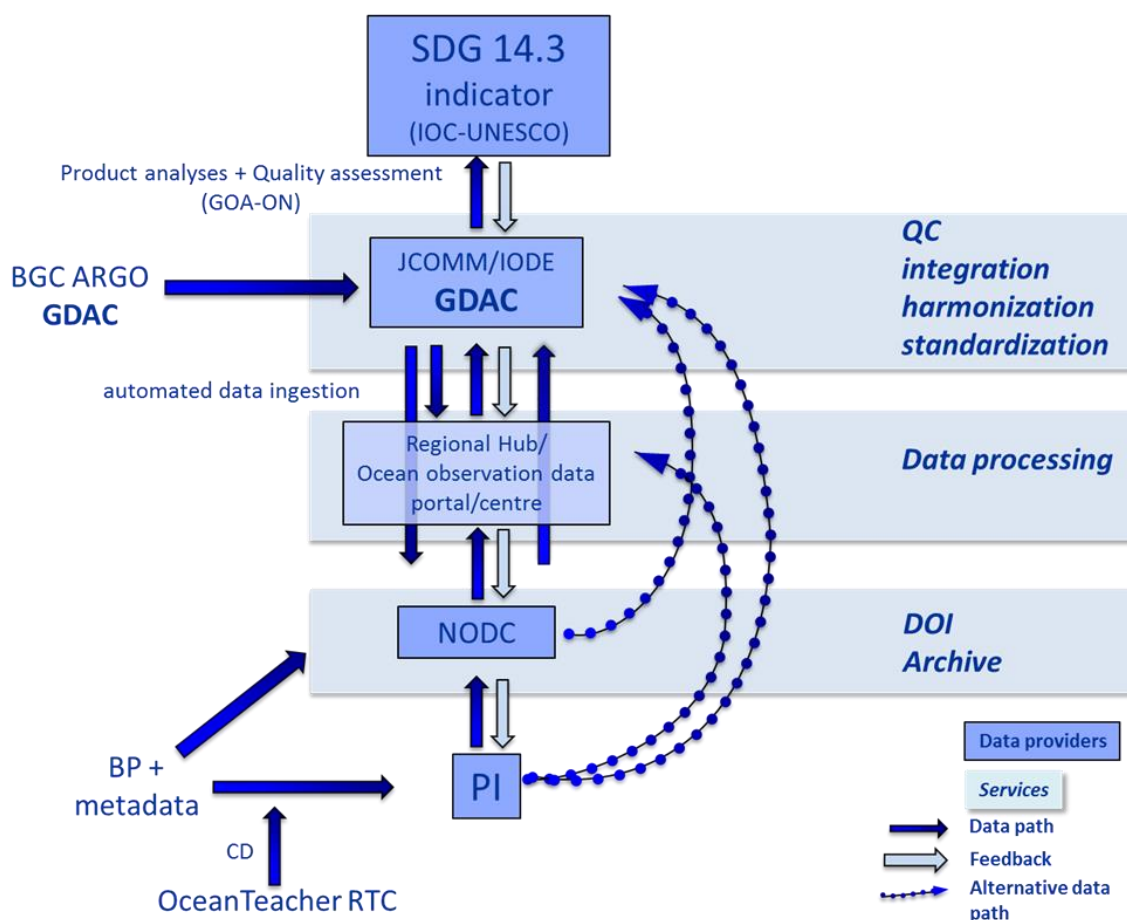


Figura 1. Esquema para ilustrar el proceso de recopilación y publicación de datos propuesto relacionado con las contribuciones nacionales de datos relacionados con 14.3.1 (ODS: Objetivo de Desarrollo Sostenible; COI-UNESCO: Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO; GOA-ON: Acidificación Global de los Océanos – Red de Observación; JCOMM : Comisión Técnica Mixta OMM-COI para Oceanografía y Meteorología Marina; OMM: Asociación Meteorológica Mundial; IODE: Intercambio Internacional de Datos e Información Oceanográficos de la COI UNESCO; GDAC: Centro de Asamblea de Datos Globales; BGC ARGO: Flotadores Argo Biogeoquímicos; QC: Control de Calidad; NODC: Centro Nacional de Datos Oceanográficos; DOI: Identificador de Objeto Digital; BP: Mejores Prácticas; CD: Desarrollo de Capacidades; PI: Investigador Principal; RTC: Centro Regional de Capacitación).

Los esfuerzos científicos globales ( GO-SHIP, SOCAT, GCOS ) que albergan y presentan datos de diversos esfuerzos de observación de los océanos y/o se centran en la recopilación de mediciones en aguas internacionales también serán consultados para obtener conjuntos de datos anuales o, más probablemente, multianuales que representen el estado y el cambio de las variables de acidificación de los océanos en mar abierto.

El proceso de recopilación de datos se lleva a cabo en estrecha colaboración con la Oficina de Proyectos de la COI para IODE Oostende (Bélgica) y los proveedores de datos/archivos nacionales pertinentes, el portal de datos GOA-ON y entidades como la parte de química marina de la Red Europea de Observación y Datos Marinos. (EMODnet). Desde 2019, el COI invita a todos los proveedores de datos a utilizar el recién creado Portal de datos ODS 14.3.1 ( <http://oa.iode.org> ). Este Portal de datos del ODS 14.3.1 es una herramienta para la presentación, recopilación, validación, almacenamiento e intercambio de datos y metadatos de acidificación de los océanos presentados para el Objetivo de Desarrollo Sostenible 14.3.1 Indicador: Acidez marina (pH) promedio medida en un conjunto acordado de valores representativos de estaciones de muestreo. Además de permitir el envío directo de metadatos y datos, el portal proporciona además el texto completo de la Metodología del indicador ODS 14.3.1, la plantilla de datos, la plantilla de metadatos y el archivo de instrucciones de metadatos. Desde 2020, una sección de preguntas frecuentes recientemente desarrollada facilita el suministro de datos 14.3.1. La COI está desarrollando un sistema de datos federado para recopilar automáticamente datos de otras bases de datos y repositorios de carbono oceánico pertinentes en la base de datos del indicador ODS 14.3.1.

Además, el portal de datos GOA-ON presenta datos de acceso abierto, además de un inventario de activos de monitoreo global. El portal está diseñado para ofrecer dos niveles de acceso: 1) visualización y 2) capacidades de descarga. La combinación de diferentes conjuntos de datos de acceso abierto puede proporcionar incentivos para crear nuevos sistemas de observación en áreas insuficientemente muestreadas y aumentar la aplicación de políticas de datos de acceso abierto en todo el mundo, según los Criterios y directrices de la COI para la transferencia de tecnología marina (2005) en el futuro.

Además, el sitio web de GOA-ON alberga varias páginas dedicadas a la metodología del ODS 14.3.1: [http://goa-on.org/sdg\\_14.3.1/sdg\\_14.3.1.php](http://goa-on.org/sdg_14.3.1/sdg_14.3.1.php) .

### **Método de recopilación de datos**

Las contrapartes oficiales son los puntos focales del COI. La COI se pone en contacto con ellos, así como con los Centros Nacionales de Datos Oceanográficos (NODC), para solicitar datos pertinentes a los centros nacionales de datos oceanográficos apropiados y/o a los científicos, organismos o programas pertinentes. Se envía una solicitud de presentación de datos anual a través de cartas circulares del COI directamente a los estados miembros solicitando los datos y metadatos respectivos ( a través de la carta circular 2792 en 2019, la carta circular 2815 en 2020 y la carta circular 2859 en 2021). Las nuevas actualizaciones y la

inclusión de nuevas funciones en el portal de datos del ODS 14.3.1 que se desarrollará en 2022 facilitarán la colaboración con otros centros de datos de carbono oceánico y plataformas de datos biogeoquímicos existentes.

Además, la COI se beneficia de las contribuciones directas de los científicos sobre la acidificación de los océanos organizados dentro de la Red Mundial de Observación de la Acidificación de los Océanos (GOA-ON) al portal de datos del ODS 14.3.1.

Se anima a todos los contribuyentes de datos al ODS 14.3.1 a leer y seguir los procedimientos operativos estándar proporcionados en Dickson et al. 2007. Este documento cubre la química del carbono oceánico, las técnicas de manejo de muestras, los procedimientos de garantía de calidad, el uso de materiales de referencia certificados (CRM) y procedimientos operativos estándar (SOP) para muestreo discreto de pH,  $p\text{CO}_2$ , TA y DIC. También se anima a los contribuyentes de datos a leer la Guía de mejores prácticas en la investigación y presentación de datos sobre la acidificación de los océanos, que se centra en las mejores prácticas para experimentos de laboratorio, pero también incluye antecedentes sobre la química del carbono (Riebesell et al. 2010). Para los entornos costeros, que pueden estar sujetos a una gran variabilidad y una variedad de influencias, como los aportes de nutrientes y agua dulce, se pueden encontrar aquí pautas para la medición del pH y la química de los carbonatos (Pimenta y Grear 2018).

Todos los datos presentados al ODS 14.3.1 deben incluir una estimación de la incertidumbre de la medición en los metadatos. Los sensores autónomos de pH y  $p\text{CO}_2$  requieren calibración y mantenimiento para validar el rendimiento del sensor e identificar deriva o mal funcionamiento del sensor. Siempre que sea posible, el análisis de muestras de botellas discretas analizadas para pH, DIC o TA recolectadas junto a los sensores se puede utilizar para calcular el pH y la  $p\text{CO}_2$ .

Todos los conjuntos de datos de acidez de los océanos presentados al ODS 14.3.1 también deben incluir la temperatura asociada (in situ [y la temperatura de medición si es diferente a la in situ]), la salinidad y la presión (profundidad de muestreo). Si se envían valores de pH, todos los valores de pH deben estar en la escala total (Dickson et al. 2007).

### **Calendario de recopilación de datos**

Los conjuntos de datos nacionales deben notificarse anualmente (como mínimo), previa solicitud mediante cartas circulares del COI. Sin embargo, se invita a los expertos, los puntos focales nacionales de los Estados miembros y los NODC a presentar datos durante todo el año a través del portal de datos del ODS 14.3.1. La invitación mediante Carta Circular se enviará durante el segundo semestre de cada año.

### **Calendario de publicación de datos**

Los datos se publican en febrero de cada año.

### **Proveedores de datos**

El proceso general de recopilación de datos de la COI se describe en el Documento IOC-XXIX/2, Anexo 14.

La novedad de evaluar la acidificación de los océanos a nivel mundial, como ocurre con este indicador 14.3.1, requiere que la secretaría de la COI recopile los datos a través de una variedad de vías diferentes. Esto incluirá solicitudes directas a las Oficinas Nacionales de Estadística (ONE), solicitudes anuales a los puntos focales nacionales del COI y a los NODC y agencias de datos asociadas en los estados miembros, así como a centros de datos internacionales y proveedores de datos individuales.

### **Compiladores de datos**

La Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO es el organismo custodio de este indicador. En colaboración con el Intercambio Internacional de Información y Datos Oceanográficos (IODE) de la COI, los datos se recopilarán y almacenarán de manera transparente y rastreable, lo que permitirá compartir los datos sobre la acidificación de los océanos. El COI acoge con agrado los conjuntos de datos que pueden compartirse libremente y sin restricciones (CC0, CC BY), con restricciones para uso comercial (CC BY-NC), así como aquellos que solo permiten a la COI-UNESCO derivar productos utilizados para los fines del Informe del indicador 14.3.1 de los ODS ( <http://oa.iode.org> ).

### **Mandato institucional**

COI-UNESCO es el organismo custodio del indicador 14.3.1 de los ODS. El propósito de la Comisión es promover la cooperación internacional y coordinar programas de investigación, servicios y creación de capacidad, con el fin de aprender más sobre la naturaleza y los recursos del océano y las zonas costeras y aplicar ese conocimiento para mejorar la gestión. el desarrollo sostenible, la protección del medio marino y los procesos de toma de decisiones de sus Estados miembros. Además, la COI está reconocida a través de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (UNCLOS) como organización internacional competente en los campos de la investigación científica marina (Parte XIII) y la transferencia de tecnología marina (Parte XIV).

Según sus Estatutos, la Comisión puede actuar también como mecanismo conjunto especializado de las organizaciones del sistema de las Naciones Unidas que han acordado utilizar la Comisión para el desempeño de algunas de sus responsabilidades en los campos de las ciencias marinas y los servicios oceánicos, y han acordado en consecuencia para sostener el trabajo de la Comisión. La COI es además una de las organizaciones que apoyan la Red Mundial de Observación de la Acidificación de los Océanos (GOA-ON) (<http://goa-on.org>). La Comisión alberga una parte de la Secretaría distribuida de GOA-ON, fomentando la colaboración científica y el desarrollo de capacidades en observaciones de acidificación de los océanos. GOA-ON alienta activamente a sus miembros a recopilar y reportar metadatos y datos relevantes para el indicador 14.3.1 de los ODS.

## Otras consideraciones metodológicas

### Justificación

El océano absorbe hasta el 30% de las emisiones anuales de  $\text{CO}_2$  antropogénico a la atmósfera, ayudando a paliar los impactos del cambio climático en el planeta. Sin embargo, esto tiene un alto costo ecológico, ya que el  $\text{CO}_2$  absorbido reacciona con el agua de mar y produce cambios en la química de los carbonatos disueltos, incluido un aumento de los niveles de acidez en el medio marino (disminución del pH del agua de mar). Se ha demostrado que los cambios observados provocan una variedad de respuestas a nivel de organismo que pueden afectar la biodiversidad, la estructura de los ecosistemas y la seguridad alimentaria. Por ejemplo, una disminución del carbonato disuelto reduce la solubilidad de los minerales de carbonato, incluidos la aragonita y la calcita, las dos formas principales de carbonato de calcio utilizadas por las especies marinas para formar conchas y material esquelético (por ejemplo, corales formadores de arrecifes y moluscos con concha). La aragonita es la forma más soluble y su disponibilidad para la formación de conchas por parte de organismos como corales y ostras, llamado estado de saturación de aragonita [ $\Omega$  (aragonita)], se utiliza junto con el pH como indicador para rastrear la progresión de la acidificación de los océanos. Además, de igual importancia para algunos organismos marinos clave es la concentración de  $\text{CO}_2$  y bicarbonato disueltos. Por lo tanto, es de suma urgencia que se entregue una categorización completa del cambiante sistema de carbonatos.

Las observaciones periódicas de la acidez marina en lugares de mar abierto durante los últimos 20 a 30 años han revelado una clara tendencia a la disminución del pH y que las condiciones actuales a menudo están fuera de los límites preindustriales. Se ha informado que las tendencias de observación en las zonas costeras son más difíciles de determinar. En algunas regiones, los cambios se ven amplificados por procesos naturales como las surgencias (por las cuales agua fría, a menudo rica en  $\text{CO}_2$  y nutrientes, desde las



profundidades asciende hacia la superficie del mar). Además, al interpretar los factores que impulsan la acidificación de los océanos y la acidificación de los océanos, es necesario tener en cuenta otros factores, como la escorrentía de agua dulce, el derretimiento del hielo, los nutrientes, la actividad biológica, los cambios de temperatura y las grandes oscilaciones oceánicas que influyen en los niveles de dióxido de carbono, especialmente en las aguas costeras. los impactos relacionados. La acidificación de los océanos tiene consecuencias potencialmente directas para la vida marina y sus efectos en los servicios proporcionados por el océano abierto y las zonas costeras, incluidos los alimentos y los medios de vida, el turismo, la protección costera, la identidad cultural, el transporte y la recreación. Los impactos de la acidificación de los océanos en los servicios oceánicos pueden reducirse mediante un seguimiento adecuado y una mejor comprensión de la variabilidad y las tasas de cambio, lo que ayudará a fundamentar las estrategias de mitigación y/o adaptación.

Aunque este indicador solicita valores de “acidez promedio” de las naciones, los datos que componen el promedio deberían dar una idea de la variabilidad de las mediciones, que es más relevante para el impacto en la vida marina. En otras palabras, las especies no responden a condiciones “promedio”, sino a condiciones de tiempo real. Como mínimo, se debe informar el rango total (valores mínimo y máximo) además del promedio.

Los países costeros suelen tener un seguimiento a largo plazo de la calidad del agua, incluida información sobre las concentraciones de nutrientes, la temperatura, la salinidad y, ocasionalmente, la química de los carbonatos. Estos sitios de monitoreo de la calidad del agua brindan un contexto histórico sobre la variabilidad biogeoquímica del sistema y deben considerarse lugares ideales para el monitoreo de la acidificación de los océanos. También es posible que sea necesario establecer sitios adicionales para caracterizar la variabilidad.

Las variables de datos asociadas con el monitoreo de la acidificación de los océanos (las variables incluyen el pH, la presión parcial del dióxido de carbono [ $p\text{CO}_2$ ], el carbono inorgánico disuelto total [DIC] y la alcalinidad total [TA]) tienen el potencial de servir a nivel mundial, nacional y regional. y las necesidades de datos locales, como el seguimiento de la exposición de los ecosistemas marinos y los sitios de acuicultura a condiciones corrosivas, y la identificación de oportunidades para reducir la vulnerabilidad económica y de los ecosistemas a la acidificación de los océanos. Por ejemplo, el monitoreo local del pH y el estado de saturación de aragonito en la costa del Pacífico de los Estados Unidos ha permitido a los criadores de mariscos adaptarse a las condiciones dañinas presentes durante los eventos de surgencias, que reducen el pH y amenazan a los reproductores.

## **Comentario y limitaciones**

La metodología para este indicador ha sido desarrollada con el apoyo técnico de expertos en el campo de la acidificación de los océanos. Proporciona directrices y mejores prácticas globalmente aceptadas y adaptadas, establecidas por científicos y publicadas en literatura revisada por pares.

Al tratarse de un indicador muy complejo, la infraestructura técnica necesaria para una medición correcta es un factor potencialmente limitante. La Metodología del indicador describe cómo evitar problemas de comparabilidad de los datos, que han sido problemáticos en el pasado, así como errores de medición, y aconseja sobre los procedimientos técnicos y metodológicos más apropiados para garantizar datos de alta calidad que puedan usarse para la Evaluación global de la acidificación de los océanos. La incorporación de metadatos a la metodología de este indicador es crucial para agregar trazabilidad y transparencia a los datos, al proporcionar información sobre el equipo y la metodología precisos utilizados, así como especificar la ubicación, las variables biogeoquímicas que lo acompañan y la persona que realiza la medición.

### **Método de cálculo**

Información detallada en [el Adjunto I IOC/EC-LI/2 Anexo 6](#).

Este indicador requiere la recopilación de múltiples observaciones, en forma de puntos de datos individuales, para capturar la variabilidad de la acidez de los océanos. Los puntos de datos individuales para el pH se miden directamente o se pueden calcular basándose en los datos de dos de los otros parámetros químicos de los carbonatos, que son TA (AT), DIC (CT) y  $p\text{CO}_2$ . Las herramientas de cálculo desarrolladas por expertos en la materia están disponibles gratuitamente, y se introducen y vinculan en la metodología. El pH promedio se define como la media anual igualmente ponderada de múltiples puntos de datos en estaciones de muestreo representativas. El número exacto de muestras y puntos de datos depende del nivel de variabilidad de la acidez del océano en el sitio en cuestión. El número mínimo de muestras debería permitir la caracterización de un ciclo estacional en el sitio. En la Metodología (<https://oa.iode.org>) se proporcionan directrices detalladas sobre el número mínimo de observaciones requeridas.

Además del valor de los datos, se debe informar la desviación estándar y el rango total (valores mínimos y máximos medidos), así como los datos subyacentes utilizados para proporcionar trazabilidad y transparencia (información de metadatos). Todos los valores reportados deberían haber pasado por un control de calidad de primer nivel por parte del proveedor de datos. Si hay datos históricos disponibles, estos deberían publicarse para permitir cálculos sobre la tasa de cambio y comparar la variabilidad natural y los efectos antropogénicos.

Se aceptan datos relevantes a partir de 2010.

### **Validación**

Se invita a las contrapartes a proporcionar referencias ( metadatos ) de la información proporcionada. Los datos proporcionados por expertos, que no son representantes de los NODC ni de los Estados miembros de la COI, se envían para su validación nacional a las contrapartes oficiales pertinentes.

Además, la COI recibe información verificada directamente por los representantes identificados de sus Estados miembros, lo que implica la validación necesaria para su publicación para las evaluaciones del indicador 14.3.1 de los ODS.

### **Ajustes**

Los archivos de datos y metadatos 14.3.1 brindan información detallada sobre los datos y metadatos solicitados para informar. Los archivos de datos y metadatos contienen variables obligatorias que deben informarse y variables adicionales que deben incluirse si están disponibles.

Se alienta a los proveedores de datos/Estados miembros a presentar conjuntos de datos primarios controlados de calidad de dos variables que caracterizan el sistema de carbonatos: pH, TA, DIC o  $p\text{CO}_2$ , además de la ubicación precisa, temperatura, salinidad y presión hidrostática (profundidad de muestreo) (consulte Control de calidad). ). Dependiendo de la calidad de los datos, se asignarán diferentes categorías a los conjuntos de datos enviados. Además, se solicitan las concentraciones de macronutrientes correspondientes, si se dispone de datos sobre nitratos, fosfatos y silicatos (ver Calidad de los datos). Además, se invitará a los proveedores de datos a enviar todos los datos, independientemente de dónde se recopilaron dentro de la columna de agua; sin embargo, se les anima a proporcionar datos de superficie ( $\leq 10$  m) .

### **Tratamiento de los valores faltantes (i) a nivel de país y (ii) a nivel regional**

#### **A nivel de país**

Algunos valores faltantes pueden modelarse o calcularse si existen metodologías establecidas (véanse las Recomendaciones para el cálculo del sistema de carbonatos en IOC/EC-LI/2 Anexo 6).

## **A nivel regional y global**

Se permiten agregados regionales si más del 50% de las naciones costeras han informado valores.

### **Agregaciones regionales**

Cada país o Centro Nacional de Datos Oceanográficos (NODC)/Unidad de Datos Asociada (ADU) designado por el IODE<sup>2</sup> proporcionará conjuntos de datos actualizados anualmente. Las agregaciones entre regiones requerirán datos de calidad comparable y que se incluyan en los conjuntos de datos todos los metadatos relevantes con información específica del sitio. Debido a la variabilidad de las mediciones y la prevalencia de áreas con alta variabilidad en la acidez de los océanos, la agregación de promedios de medición (media anual igualmente ponderada) entre tipos de ecosistemas y hábitat marinos costeros es difícil de interpretar y, por lo tanto, no se recomienda.

### **Métodos y orientaciones disponibles para los países para la recopilación de datos a nivel nacional**

La Metodología del Indicador ODS 14.3.1 presentada en el documento [IOC-XXIX/2 Anexo 14, IOC/EC-LI/2 Anexo 6](#) proporciona directrices para la recopilación de mediciones hacia el Indicador. Los archivos de datos y metadatos en los que se deben compilar todas las mediciones relevantes se proporcionarán al centro de datos o al creador de los datos. Estos datos serán recopilados por los centros de datos nacionales pertinentes, como las Oficinas Nacionales de Estadística (NSO) y los Centros Nacionales de Datos Oceanográficos (NODC), y se compartirán con el organismo custodio del indicador, el COI de la UNESCO.

La Metodología de Indicadores comprende una descripción general de declaraciones sobre mejores prácticas y enlaces a varios Procedimientos Operativos Estándar (POE). Estos procedimientos representan las mejores prácticas recopiladas por el investigador líder en el campo y se han puesto a disposición de forma gratuita. Puede encontrar una lista de material relevante, tal como se menciona en la Metodología de indicadores, aquí: <http://www.ioccp.org/index.php/documents/standards-and-methods>

La recolección de muestras seguida de su análisis de acuerdo con los métodos y estándares incluidos en la Metodología del Indicador ODS 14.3.1 es de la mayor importancia para la producción de datos que puedan cotejarse para la comparación global de datos de acidificación de los océanos de calidad conocida bajo este indicador. En la metodología y los metadatos asociados y su archivo de instrucciones de metadatos se proporciona orientación sobre cómo recopilar, analizar y gestionar los datos.

---

<sup>2</sup> [https://www.iode.org/index.php?option=com\\_oe&task=viewGroupRecord&groupID=349](https://www.iode.org/index.php?option=com_oe&task=viewGroupRecord&groupID=349)

El documento IOC-XXIX/2 Anexo 14, IOC/EC-LI/2 Anexo 6 proporciona además orientación sobre estrategias de muestreo, frecuencias de muestreo, recomendaciones para el cálculo del sistema de carbonatos e incertidumbre de medición.

### **Gestión de calidad**

Para efectos del ODS 14.3.1, se establecieron tres categorías de calidad de la medición (adaptado de Newton et al. 2015):

#### Categoría 1: Calidad del clima

El objetivo de calidad climática se utiliza normalmente para determinar tendencias en el océano abierto, la plataforma continental y las aguas costeras, proporcionando datos sobre la variabilidad estacional e interanual a escalas regionales. El objetivo de calidad climática requiere que se estime un cambio en la concentración de iones carbonato disuelto en un sitio particular con una incertidumbre estándar relativa del 1%. La concentración de iones carbonato se calcula a partir de dos de los cuatro parámetros del sistema de carbonato e implica una incertidumbre de aproximadamente 0,003 en el pH; de  $2 \mu\text{mol kg}^{-1}$  en mediciones de TA y DIC; y una incertidumbre relativa de alrededor del 0,5% en la  $p\text{CO}_2$ . Actualmente, esta precisión solo la pueden lograr un número limitado de laboratorios y, por lo general, ni siquiera los mejores sensores autónomos pueden lograrla para todos los parámetros.

#### Categoría 2: Calidad del tiempo

El objetivo de calidad meteorológica es adecuado para muchos entornos costeros y cercanos a la costa, particularmente aquellos con circulación restringida o donde los parámetros del sistema de  $\text{CO}_2$  se ven obligados por procesos como surgencias, contaminación o entradas de agua dulce que pueden causar una gran variabilidad. El objetivo meteorológico requiere que la concentración de iones carbonato (utilizada para calcular el estado de saturación) tenga una incertidumbre estándar relativa del 10%. Esto implica una incertidumbre de aproximadamente 0,02 en el pH; de  $10 \mu\text{mol kg}^{-1}$  en mediciones de TA y DIC; y una incertidumbre relativa de alrededor del 2,5% en  $p\text{CO}_2$ . Esta precisión debería poder lograrse en laboratorios competentes y también se puede lograr con los mejores sensores autónomos.

#### Categoría 3: Medidas de calidad indefinida

Para el ODS 14.3.1, las mediciones de pH utilizando electrodos de vidrio se considerarán Categoría 3 debido a los desafíos que plantea el uso de electrodos de pH de vidrio en agua de mar. Se pretende que la metodología proporcionada aquí brinde información útil para los países que desarrollan capacidades para las mediciones de Categoría 1 y 2. Por ejemplo, los electrodos de pH de vidrio cuidadosamente calibrados pueden ayudar a identificar los

puntos críticos de acidificación de los océanos costeros y ayudar a priorizar futuros planes de monitoreo. En los productos de resumen anuales del ODS 14.3.1, los sitios de medición de Categoría 3 se presentarán únicamente como sitios de recopilación de datos, no se visualizarán valores de datos.

Se alienta a todos aquellos que aportan datos al ODS 14.3.1 a adoptar la categoría 1 o 2 de calidad de medición. Diferentes organizaciones llevan a cabo una variedad de actividades de desarrollo de capacidades para apoyar la capacidad de los Estados miembros en este sentido (puede encontrar más información aquí: por ejemplo , [www.iaea.org/ocean-acidification](http://www.iaea.org/ocean-acidification) ; <http://ioccp.org> ; <http://www.ioc-cd.org/index.php> ; <http://www.whoi.edu/courses/OCB-OA/> ) .

### **Garantía de calidad**

Los procesos de validación y control de calidad de los datos se desarrollaron en estrecha consulta con expertos en el campo de la acidificación de los océanos, entre ellos miembros de la Red Mundial de Observación de la Acidificación de los Océanos (GOA-ON) y expertos en gestión de datos, como los del IODE. El control de calidad de los datos es un componente crítico del análisis, envío y procesamiento de datos. Los científicos y técnicos que recopilaban los datos enviados serán responsables del control de calidad principal de los datos y de los metadatos detallados que los acompañan. Los metadatos enviados con los datos también deben describir los procedimientos operativos estándar (POE) de control de calidad seguida para cada parámetro.

#### El control de calidad primario por parte del proveedor de datos consiste en:

Control de calidad que se adjunta a la metodología (se proporcionan CRM, calibración de tampón tris, SOP),

Control de calidad y garantía de calidad de los datos reales (se proporcionan POE) y uso de indicadores de calidad acordados por la comunidad.

Identificación y señalización de valores atípicos,

Tomar determinaciones sobre la validez de esos puntos periféricos,

Estimación de la incertidumbre de la medición,

Identificar todas las fuentes de incertidumbre en las mediciones,

Resumiendo las incertidumbres individuales en incertidumbre general (propagación de errores).

#### Control de calidad secundario por parte de la Secretaría del COI y expertos:

Armonización de los datos y garantía de la integridad de los metadatos.

Control/auditoría de calidad externa: grupo de control de calidad experto que aplica los niveles meteorológicos y climáticos definidos por GOA-ON (siguiendo el ejemplo de SOCAT),

Retroalimentación a los titulares de datos.

#### **Evaluación de calidad**

Siguiendo los mecanismos de garantía y gestión del control de calidad descrita en 4.i y 4.j, se atribuirán tres categorías de calidad de medición a los conjuntos de datos individuales:

Calidad climática oceanográfica establecida (Categoría 1).

Los datos de calidad meteorológica, incluidos los procedentes de sensores y el desarrollo de capacidades, simplificaron las mediciones de pH y alcalinidad, con una evaluación de incertidumbre adecuada (Categoría 2).

Mediciones de calidad indefinida (Categoría 3) (no se mostrarán en la visualización de medias ponderadas anuales y varianza de pH).

#### **Disponibilidad y desagregación de datos**

##### **Disponibilidad de datos:**

La disponibilidad de metadatos y datos aumenta continuamente. Desde 2021, los datos del ODS 14.3.1 de diferentes bases de datos nacionales y nacionales se proporcionan directamente a un portal de datos exclusivo (<http://oa.iode.org>). Este portal de datos presenta una amplia gama de metadatos y datos adicionales que caracterizan el sistema de carbonatos del agua de mar, no disponibles en la base de datos global de los ODS.

Con el fin de cerrar las brechas de datos existentes para a) medir la acidificación de los océanos y b) informar metadatos y datos del indicador 14.3.1 de los ODS, la COI, junto con sus socios, lleva a cabo capacitaciones y seminarios web. Ya está disponible un nuevo curso en línea sobre acidificación de los océanos.

(<https://classroom.oceanteacher.org/tag/index.php?tc=1&tag=Ocean%20acidification>). Las capacitaciones pasadas y futuras se anuncian en Ocean Expert

( <https://oceanexpert.org/events/calendar> ) y en el sitio web de GOA-ON ( <http://goa-on.org/news/news.php> ).

### **Desagregación:**

Los países proporcionan conjuntos de datos completos con los respectivos archivos de metadatos y datos específicos del sitio.

### **Comparabilidad/desviación de los estándares internacionales**

Como este indicador solo considera los datos presentados por los Estados miembros, no hay discrepancias entre las estimaciones y los conjuntos de datos presentados. En el pasado, las diferencias entre países en la medición del pH y otros datos sobre la acidificación de los océanos se debían principalmente a dificultades técnicas y a la falta de directrices integrales para las mejores prácticas de medición. La presente Metodología y las directrices contenidas en ella proporcionan instrucciones detalladas sobre la medición, recopilación, tratamiento y control de calidad de los datos de una manera que permitirá a los países evitar discrepancias futuras.

### **Referencias y documentación**

URL principales:

COI-UNESCO <http://www.ioc-unesco.org/>

IODO <https://www.iode.org/> ;  
<https://oa.iode.org>

GOA-ON <http://goa-on.org/>

Portal de datos GOA-ON <http://portal.goa-on.org/>

Documento IOC/EC-LI/2 Anexo 6 -14.3.1 Metodología [http://ioc-unesco.org/index.php?option=com\\_oe&task=viewDocumentRecord&docID=21938](http://ioc-unesco.org/index.php?option=com_oe&task=viewDocumentRecord&docID=21938)

Documento IOC-XXIX/2Anexo 14 [http://www.ioc-unesco.org/index.php?option=com\\_oe&task=viewDocumentRecord&docID=19589](http://www.ioc-unesco.org/index.php?option=com_oe&task=viewDocumentRecord&docID=19589)

### **Referencias:**



Dickson, AG, Sabine, CL y Christian, JR (Eds.) (2007) *Guía de mejores prácticas para mediciones de CO<sub>2</sub> en los océanos*. Publicación especial PICES 3, 191 págs.

Feely, RA, Byrne, RH, Acker, JG, Betzer, PR, Chen, CTA, Gendron, JF y Lamb, MF (1988). Variaciones invierno-verano de la saturación de calcita y aragonito en el Pacífico nororiental. *Química Marina*, 25(3), 227-241.

Comisión Oceanográfica Intergubernamental. *Criterios y directrices de la COI sobre la transferencia de tecnología marina (CGTMT)/ Critères et principes directeurs de la COI concernant le Transfert de Techniques Marines (CPTTM)*. París, UNESCO, 2005. 68pp. (Documento informativo del COI, 1203)

McLaughlin, K., Weisberg, SB, Dickson, AG, Hofmann, GE, Newton, JA, Aseltine-Neilson, D., Barton, A., Cudd, S., Feely, RA, RA Jefferds, RA, Jewett, EB, King, T., Langdon, CJ, McAfee, S., Pleschner-Steele, D. y Steele, B. (2015) Principios básicos de la Red de acidificación actual de California: vinculación de la química, la física y los efectos ecológicos. *Oceanografía* 28(2):160–169, <http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.2015.39>.

Newton JA, Feeley, RA, Jewett, EB, Williamson, P. y Mathis, J. (2015) Red mundial de observación de la acidificación de los océanos: requisitos y plan de gobernanza (segunda edición)

Pimenta, AR y Grear, JS (2018) Directrices de la EPA para medir los cambios en el pH del agua de mar y la química de carbonatos asociada en entornos costeros del este de los Estados Unidos. Oficina de Investigación y Desarrollo, Laboratorio Nacional de Investigación de Efectos sobre la Salud y el Medio Ambiente. EPA/600/R-17/483

Riebesell U., Fabry VJ, Hansson L. y Gattuso J.-P. (Eds.) (2011) Guía de mejores prácticas para la investigación y la presentación de datos sobre la acidificación de los océanos. Luxemburgo, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 258pp. (24872 EUR ES).

Tilbrook, B., Jewett, EB, DeGrandpre, MD, Hernandez-Ayon, JM, Feely, RA, Gledhill, DK, Hansson, L., Isensee, K., Kurz, ML, Newton, JA y Siedlecki, SA, 2019 Una red mejorada de observación de la acidificación de los océanos: de las personas a la tecnología, a la síntesis de datos y al intercambio de información. *Fronteras en las ciencias marinas*, 6, p.337.