



Última actualización: 2023-09-12

Información del indicador

Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos

Meta 6.6: Para 2020, proteger y restaurar los ecosistemas relacionados con el agua, incluidas los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos

Indicador 6.6.1: Cambio en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua con el paso del tiempo

Serie

Cantidad de agua subterránea derivada a nivel nacional (millones de metros cúbicos por año)

Cantidad de ríos derivados a nivel nacional (millones de metros cúbicos por año)

Área de agua permanente de lagos y ríos (kilómetros cuadrados)

Área de agua permanente lagos y ríos (% de la superficie terrestre total)

Área de agua estacional de lagos y ríos (kilómetros cuadrados)

Área de agua estacional de lagos y ríos (% de la superficie terrestre total)

Cambio permanente del área de agua de lagos y ríos (%)

Cambio estacional del área de agua de lagos y ríos (%)

Área mínima de agua del embalse (kilómetros cuadrados)

Área mínima de agua del embalse (% del área total del terreno)

Área máxima de agua del embalse (kilómetros cuadrados)

Área máxima de agua del embalse (% del área total del terreno)

Área de humedales (kilómetros cuadrados)

Área de humedales (% del área terrestre total)

Turbidez de la calidad del agua del lago (%)

Estado trófico de la calidad del agua del lago (%)

Área de manglares (kilómetros cuadrados)

Cambio en el área total de los manglares (%)

Indicadores Relacionados

6.3.2, 6.4.1, 6.4.2, 6.5.1, 6.5.2, 15.3.1

Organizaciones internacionales responsables del seguimiento global

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

Reportador de datos

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

Definición, conceptos y clasificaciones

Definición:

El indicador 6.6.1 hace un seguimiento de la medida en que los diferentes tipos de ecosistemas relacionados con el agua están cambiando de extensión a lo largo del tiempo. El indicador es multifacético y captura datos sobre diferentes tipos de ecosistemas de agua dulce y, para medir el cambio de extensión, el indicador considera los cambios en el área espacial, la calidad y la cantidad de agua. El indicador utiliza observaciones de la Tierra basadas en satélites para monitorear globalmente diferentes tipos de ecosistemas de agua dulce. Se dispone de series de datos de observación de la Tierra sobre la superficie de agua permanente, agua estacional, embalses, humedales y manglares; así como generar datos sobre la calidad del agua, utilizando el estado trófico y la turbidez de los cuerpos de agua. Las imágenes satelitales pueden representarse como datos numéricos, que a su vez se agregan a estadísticas significativas de los cambios en los ecosistemas atribuidos a áreas administrativas como los límites nacionales, subnacionales (por ejemplo, regiones y provincias) y de cuencas fluviales. Todavía no se han producido productos de datos mundiales sobre los caudales de los ríos y el nivel de las aguas subterráneas con resoluciones espaciales y temporales útiles para incorporarlos a esta metodología del ODS 6.6.1. En la actualidad, estos datos deben seguir proporcionándose a partir de modelos o de mediciones terrestres y exigirse a los países.

Cuadro 1: Datos del indicador 6.6.1 de los ODS derivados de las observaciones de la Tierra		
<i>Ecosistema</i>	<i>Unidad</i>	<i>Funciones</i>
Lagos y ríos (área de agua permanente)	Superficie	Cambios anuales y plurianuales en el área de agua permanente (1984-presente) Estadísticas de agua nueva y perdida permanente (2000-2020) Estadísticas agregadas a escala nacional, subnacional y de cuenca
Lagos y ríos (área de agua estacional)	Superficie	Cambios anuales y plurianuales en el área de agua estacional (1984-presente) Estadísticas de agua nueva y perdida de temporada (2000-2020) Estadísticas anuales de estacionalidad para períodos: 0-1, 3-6, 7-11 meses Estadísticas agregadas a escala nacional, subnacional y de cuenca
Embalses	Superficie calidad del agua	Cambios anuales y plurianuales en la superficie del embalse (1984-presente) Estadísticas de área de embalse nueva y perdida (2000-2020) Estadísticas agregadas a escala nacional, subnacional y de cuenca Mediciones mensuales, anuales y plurianuales del estado trófico y la turbidez de 4.200 lagos y embalses en todo el mundo (con una resolución de 300 m)
Mangles	Superficie	Cambios anuales y plurianuales en el área de manglares (2000-2016) Estadísticas agregadas a escala nacional, subnacional y de cuenca
Humedales	Superficie	Zona de humedales (superficie de referencia compuesta por datos de 2016-2018) Estadísticas agregadas a escala nacional, subnacional y de cuenca

Cuadro 1: Datos del indicador 6.6.1 de los ODS derivados de las observaciones de la Tierra		
<i>Ecosistema</i>	<i>Unidad</i>	<i>Funciones</i>
		Los cambios en la superficie de los humedales se incluirán a partir de 2021/22
Lagos	calidad del agua	Mediciones mensuales, anuales y plurianuales del estado trófico y la turbidez de 4.200 lagos y embalses en todo el mundo (con una resolución de 300 m)
Datos del indicador 6.6.1 de los ODS derivados de mediciones nacionales in situ		
<i>Ecosistema</i>	<i>Unidad</i>	<i>Funciones</i>
Ríos	fluir	modelización de la escorrentía/caudal natural, y/o Mediciones in situ del caudal de los arroyos/ríos, agregados a lo largo del tiempo, de todos los ríos principales
Agua subterránea	nivel	Cambios en las mediciones de volumen, a lo largo del tiempo, de todos los principales acuíferos subterráneos

Conceptos:

Los conceptos y definiciones utilizados en la metodología se han basado en marcos y glosarios internacionales existentes, a menos que se indique lo contrario a continuación.

Los ecosistemas relacionados con el agua son un subconjunto de todos los ecosistemas. Contienen los recursos de agua dulce del mundo y pueden definirse como "un complejo dinámico de comunidades de plantas, animales y microorganismos y el entorno no vivo dominado por la presencia de agua corriente o quieta, que interactúa como una unidad funcional". (MEA, 2005; Dickens et al, 2019). El indicador se enmarca en el monitoreo de diferentes tipos de ecosistemas relacionados con el agua, incluidos lagos, ríos, humedales, aguas subterráneas y cuerpos de agua artificiales como embalses. Estos ecosistemas relacionados con el agua contienen agua dulce, excepto los manglares que contienen agua salobre (es decir, una combinación de agua dulce y salada), sin embargo, los manglares todavía están incluidos en el indicador 6.6.1. Los embalses también se incluyen como una categoría de ecosistema relacionado con el agua dentro de la

metodología de indicadores; Si bien se reconoce que los embalses no son ecosistemas acuáticos tradicionales que necesariamente deben ser protegidos y restaurados, en muchos países contienen una cantidad notable de agua dulce y, por lo tanto, se han incluido. Al incluir datos sobre los embalses, se pretende que los países puedan comprender mejor los cambios que se producen en las masas de agua artificiales junto con los cambios que se producen en las masas de agua naturales. Los ecosistemas que no están incluidos en el indicador 6.6.1 son: los arrecifes de coral y las praderas marinas, que están comprendidos en el Objetivo 14 (Océanos); y las montañas, los bosques y las tierras secas, que están comprendidos en el Objetivo 15 (Tierra). El grado en que se puede medir cada uno de los ecosistemas relacionados con el agua incluidos en el indicador 6.6.1 utiliza uno o más de los siguientes parámetros físicos de cambio: área espacial, cantidad (o volumen) de agua y calidad del agua. La metodología completa de seguimiento del indicador 6.6.1 está disponible aquí. El grado en que se puede medir cada uno de los ecosistemas relacionados con el agua incluidos en el indicador 6.6.1 utiliza uno o más de los siguientes parámetros físicos de cambio: área espacial, cantidad (o volumen) de agua y calidad del agua.

Los humedales con vegetación del interior incluyen áreas de marismas, turberas, pantanos, ciénagas y pantanos, las partes con vegetación de las llanuras aluviales, así como los arrozales y la agricultura de recesión por inundaciones. Los humedales con vegetación continental no incluyen los manglares costeros. Datos sobre los manglares que se producen por separado de los humedales continentales. Esta metodología de indicadores de los ODS se utiliza para la presentación oficial de estadísticas del indicador 6.6.1 de los ODS. La metodología del indicador 6.6.1 de los ODS no aplica la definición de humedales definida por la Convención de Ramsar sobre los Humedales, que es: "áreas de marismas, pantanos, turberas o aguas, ya sean naturales o artificiales, permanentes o temporales, con agua estática o corriente, dulce, salobre o salada, incluidas las áreas de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros". La definición de humedales de Ramsar puede interpretarse en el sentido de que se refiere a todas las aguas de un país, incluido el medio marino. La definición del indicador 6.6.1 de los ODS se refiere únicamente a un grupo específico de tipologías de humedales con vegetación continental.

Agua permanente y estacional. Una superficie de agua permanente está bajo el agua durante todo el año, mientras que una superficie de agua estacional está bajo el agua durante menos de 12 meses al año. Algunos lugares no tienen observaciones para los 12 meses del año (por razones como la noche polar). En estos casos, el agua se considera estacional si el número de meses en los que hay agua es menor que el número de meses en los que se adquirieron observaciones válidas.

Una segunda consideración son los lagos y ríos que se congelan durante parte del año. Durante el período de congelación, el agua todavía está presente bajo el hielo (tanto para los ríos/lagos como para el mar). Si el agua está presente durante todo el período de observación (es decir, el período no congelado), el cuerpo de agua se considera una superficie de agua permanente. Si el área de la masa de agua se contrae durante el período de descongelación, los píxeles a lo largo de los bordes del lago o río ya no son agua, y esos píxeles se considerarán como una superficie de agua estacional.

Los embalses son cuerpos artificiales (o hechos por el hombre) de agua dulce, a diferencia de los lagos que se producen de forma natural. El conjunto de datos de embalses representa datos de superficie en masas de agua artificiales, incluidos embalses formados por presas, áreas inundadas como minas y canteras a cielo abierto, áreas de riego por inundación y masas de agua creadas por proyectos de ingeniería hidroeléctrica como la construcción de vías fluviales y puertos.

La turbidez es un indicador de la claridad del agua, cuantificando la turbidez del agua y actuando como un indicador de la disponibilidad de luz bajo el agua.

El estado trófico se refiere al grado en que la materia orgánica se acumula en el cuerpo de agua y se usa más comúnmente en relación con el monitoreo de la eutrofización.

El agua superficial se refiere a cualquier área de agua superficial no obstruida por vegetación acuática. Esto incluye las siguientes 3 categorías de ecosistemas relacionados con el agua: ríos y estuarios, lagos y cuerpos de agua artificiales.

Extensión: se ha ampliado más allá de la extensión espacial para capturar parámetros básicos adicionales necesarios para la protección y restauración de los ecosistemas relacionados con el agua. La extensión incluye tres componentes: la extensión espacial o superficie, la calidad y la cantidad de ecosistemas relacionados con el agua.

Por cambio se entiende el cambio de una condición de extensión a otra a lo largo del tiempo dentro de un ecosistema relacionado con el agua, medido en función de un punto de referencia.

Definiciones de conceptos de agua permanente y estacional y resolución de datos

Se han generado datos sobre la dinámica espacial y temporal de las aguas superficiales naturales para todo el mundo. El Centro Común de Investigación de la Comisión Europea ha elaborado un conjunto de datos sobre aguas superficiales globales (Pekel et al., 2016). El conjunto de datos documenta diferentes facetas de la dinámica del agua a largo plazo (desde 1984 en adelante) con una resolución de píxeles de 30x30 metros. El conjunto de datos documenta las superficies de agua superficial permanentes y estacionales. Se han cartografiado todas las aguas superficiales naturales de más de



30x30 metros de área y, en esta cuadrícula de 30 metros/resolución espacial, las imágenes satelitales capturan predominantemente áreas de lagos y ríos anchos (es decir, ríos de más de 30 metros de ancho). Los datos incluyen áreas de tierra que están temporalmente inundadas. Los ríos y cuerpos de agua más pequeños no son capturados, ya que son demasiado estrechos para ser detectados o están enmascarados por el dosel del bosque. Los datos incluyen imágenes individuales de alta resolución adquiridas por los satélites Landsat 5, 7 y 8 y Sentinel 1. Estos satélites capturan imágenes que son distribuidas públicamente por el Servicio Geológico de los Estados Unidos y por el programa espacial Copernicus de la Unión Europea. Juntos proporcionan imágenes multiespectrales con una resolución de 30x30 metros en seis canales visibles, infrarrojos de onda cercana y de onda corta, además de imágenes térmicas a 60x60 metros.

Los datos incluyen superficies terrestres que están bajo el agua (por ejemplo, un área de agua permanente) durante los doce meses del año. También tiene en cuenta las fluctuaciones estacionales y climáticas del agua, lo que significa que se capturan lagos y ríos que se congelan durante parte del año. No se incluyen las áreas de hielo permanente, como los glaciares y los casquetes polares, así como las áreas terrestres cubiertas de nieve permanente. Las áreas de nubosidad constante inhiben la observación de las superficies de agua en algunas áreas y en estos lugares limitados es posible que no se disponga de observaciones ópticas. Se ha aplicado una máscara de línea de costa global a los datos para evitar que el agua del océano se incluya en las estadísticas de agua dulce y la metodología para esta máscara de línea de costa se publica en el *Journal of operational oceanography*, disponible aquí (Sayer et al. 2019).

La precisión del mapa global de aguas superficiales se determinó utilizando más de 40.000 puntos de control de todo el mundo y a lo largo de los 36 años. La metodología de validación completa y los resultados se han publicado en la revista científica *Nature*, disponible aquí, (Pekel et al., 2016). Los resultados de la validación muestran que el sistema experto de detección de agua produjo menos del 1% de las falsas detecciones de agua, y que menos del 5% de las superficies de agua se perdieron. Los mapas proporcionados se derivan del análisis de más de cuatro millones de imágenes recopiladas durante 36 años que han sido procesadas individualmente utilizando un clasificador de sistema experto preciso.

El portal de datos del ODS 6.6.1 (www.sdg661.app) documenta varias transiciones hídricas relacionadas con las aguas superficiales permanentes y estacionales, es decir, los cambios en el estado del agua entre dos puntos en el tiempo (por ejemplo, 2000 - 2019). Se dispone de datos para varias transiciones, incluidas las nuevas superficies de agua permanentes (es decir, la conversión de un lugar sin agua en un lugar de agua permanente); la pérdida de superficies de agua permanentes (es decir, la conversión de

un lugar de agua permanente en un lugar sin agua), así como el agua estacional nueva y perdida. Estos permiten capturar datos mensuales de presencia o ausencia de agua. Es posible identificar meses/años específicos en los que las condiciones cambiaron, por ejemplo, la fecha de construcción de una nueva represa, o el mes/año en que desapareció un lago. Además, se proporcionan datos sobre la estacionalidad, que recogen los cambios resultantes de la variabilidad intra e interanual o resultantes de la aparición o desaparición de superficies de agua estacionales o permanentes. Los datos separan las masas de agua "permanentes" (las que están presentes durante todo el período de observación) [nominalmente un año] de las "estacionales" (las que están presentes sólo durante una parte del año).

Unidad de medida

Cambio en el área espacial/extensión del agua dulce: KM², Porcentaje (%)

Cambio en la calidad del agua dulce: Porcentaje (%)

Variación de la cantidad de agua dulce: millones de metros cúbicos al año

Clasificaciones

Códigos normalizados de país o zona para uso estadístico (clasificación M49 de países y regiones de las Naciones Unidas)

Tipo de fuente de datos y método de recopilación de datos

Fuentes de datos

Entre 2000 y 2019 se han generado datos sobre la superficie de las aguas superficiales, adquiridos por los satélites Landsat 5, 7 y 8 con una resolución de 30 m. A partir de 2016 (hasta 2030 inclusive), se utilizan satélites de mayor resolución espacial y temporal, incluidos los satélites ópticos y de radar). Se utilizan conjuntos de datos adicionales para refinar los datos de áreas espaciales de aguas abiertas, incluida la base de datos geoespacial Global Reservoir and Dam (GRanD). Para generar el área espacial de los humedales con vegetación, se utiliza una combinación de imágenes de Landsat 8 y Sentinel 1 y 2. Los datos de Global Mangrove Watch se derivan de los satélites JAXA ALOS y Landsat para generar la extensión de los manglares. La calidad del agua se deriva de los satélites MERIS y European Sentinel.

Las observaciones del estado trófico del agua del lago y del lago TSS se obtienen de los satélites combinados Landsat y Sentinel emparejados con instrumentos como OLCI, MODIS y VIIRS. Los instrumentos sensores utilizados para detectar el SST y el estado trófico determinan la resolución espacial de la calidad del agua dentro de los lagos que

se puede detectar. Algunos de los sensores de calidad del agua más precisos tienen una resolución de 250-350 metros, mientras que los sensores menos precisos pueden detectar TSS y cambios en el estado trófico con una resolución de 100 m.

La fuente de datos para monitorear el flujo de los arroyos y la cantidad de agua subterránea proviene de mediciones nacionales in situ del nivel del agua subterránea dentro de los acuíferos y la cantidad de flujo de los arroyos. Sin embargo, pronto se dispondrá de datos modelados de escorrentía hidrológica derivados de todo el mundo y se utilizarán para medir el caudal de los cursos de agua como parte del indicador 661, sustituyendo la necesidad de recopilar mediciones de caudal in situ.

Método de recogida de datos

Cada subindicador (incluidos los lagos permanentes y la zona fluvial; los lagos estacionales y la zona fluvial; la superficie mínima y máxima de los embalses y la calidad del agua; la superficie de los humedales continentales; la zona de los manglares; la calidad del agua de los lagos) se calcula por separado y, por lo tanto, el indicador 6.6.1 abarca varios métodos computacionales específicos de los subindicadores. Los datos obtenidos a nivel mundial utilizando mediciones de área espacial se calculan de manera comparable y coherente en los diferentes tipos de ecosistemas, por ejemplo, aguas superficiales, humedales y manglares. Los datos obtenidos a nivel mundial sobre la calidad del agua se calculan utilizando los parámetros de turbidez y estado trófico para inferir una medida de la calidad del agua. Los datos nacionales sobre la cantidad de agua en los ecosistemas se utilizan para medir el caudal de los arroyos y los volúmenes de las aguas subterráneas. A continuación se muestran las descripciones de los métodos:

Calendario de recogida de datos

Recogida de datos:

Estimación anual de los datos satelitales derivados a nivel mundial publicada alrededor de mayo de cada año y cargada en el portal de datos del ODS 661 www.sdg661.app. Cada tres o cuatro años, los datos se comunican a los centros nacionales de coordinación para su validación.

Calendario de publicación de datos

Primer ciclo de presentación de informes: junio de 2018; Segundo ciclo de presentación de informes: junio de 2020; Tercer ciclo de presentación de informes: junio de 2023.

Proveedores de datos

Datos sobre el agua permanente, el agua estacional y el agua de los embalses - Centro Común de Investigación de la Comisión Europea – Global Surface Water Explorer

Datos sobre la turbidez del agua y el estado trófico - Productos europeos de Copernicus Land Service

Datos sobre los manglares

Datos sobre Humedales

Datos sobre el caudal de los ríos: instituciones nacionales

Datos sobre aguas subterráneas: instituciones nacionales

Compiladores de datos

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

Mandato institucional

El Grupo Interinstitucional y de Expertos sobre Indicadores de los ODS otorgó al PNUMA el mandato de organismo custodio del indicador 6.6.1 de los ODS. En su calidad de custodio, el PNUMA es responsable de la elaboración de la metodología y los metadatos de seguimiento comparables a nivel internacional, con datos nacionales y agregaciones regionales y mundiales que se comunican a la base de datos mundial de los ODS, y estas estadísticas se incluyen en los informes de progreso de los ODS de los secretarios generales.

Otras consideraciones metodológicas

Justificación

La meta 6.6 tiene como objetivo "proteger y restaurar los ecosistemas relacionados con el agua, incluidas las montañas, los bosques, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos" a través del indicador 6.6.1, cuyo objetivo es comprender cómo y por qué la extensión de estos ecosistemas cambia con el tiempo. Todos los diferentes componentes del indicador 6.6.1 son importantes para formar una imagen completa que permita tomar decisiones informadas para la protección y restauración de los ecosistemas relacionados con el agua. Sin embargo, la falta de datos dentro de los países para respaldar el indicador 6.6.1 se ha puesto de manifiesto a través de la prueba piloto de 2017 y, por lo tanto, se propone una combinación de datos nacionales y datos basados en imágenes satelitales. Todos los datos generados se procesan utilizando metodologías reconocidas internacionalmente, y los resultados son evaluados y aprobados por los países, lo que da como resultados conjuntos de datos globales de alta calidad con una amplia escala espacial y temporal.

Comentarios y limitaciones

Para ayudar a los países a cumplir con los requisitos de monitoreo y presentación de informes para el indicador 6.6.1 de los ODS, el PNUMA ha trabajado con organizaciones asociadas para desarrollar series de datos mundiales técnicamente sólidas e internacionalmente comparables, contribuyendo así significativamente a llenar el vacío de datos mundiales sobre la medición de los cambios en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua. La metodología de los indicadores moviliza la recopilación de los datos disponibles de observación de la Tierra sobre el área espacial y los parámetros de calidad del agua. En la 7ª reunión del IAEG-SDG, celebrada en abril de 2018, se aprobó la metodología de los indicadores y se clasificó como Tier II. Poco después, en noviembre de 2018, se reclasificó a una metodología de indicador de nivel I. La clasificación del nivel I significa que el indicador es conceptualmente claro, tiene una metodología establecida internacionalmente y se dispone de normas, y al menos el 50% de los países y de la población de todas las regiones en las que el indicador es pertinente producen datos periódicamente. La metodología completa de seguimiento del indicador 6.6.1 de los ODS detalla las limitaciones específicas asociadas a la producción de datos para los diferentes tipos de ecosistemas pertinentes para el indicador 6.6.1 de los ODS, incluidos los enlaces a publicaciones relativas a las metodologías de producción de datos.

El indicador 6.6.1 de los ODS está diseñado para permitir a los países comprender en qué medida la protección y restauración de diferentes tipos de ecosistemas relacionados con el agua (por ejemplo, lagos, ríos, embalses, humedales, manglares). No mide cuántos ecosistemas relacionados con el agua han sido protegidos y restaurados. Se supone que los países utilizan los datos disponibles para tomar decisiones activamente, pero estas acciones no se están midiendo actualmente. Los datos generados deben considerarse junto con otros datos, en particular los datos demográficos y de cambio de uso de la tierra, para que los países puedan comprender mejor los factores que impulsan el cambio en los ecosistemas y establecer mecanismos normativos y legislativos adecuados que den lugar a la protección y restauración de los ecosistemas relacionados con el agua.

El PNUMA invita periódicamente a las personas nacionales de contacto a participar en las consultas con el fin de validar los valores nacionales estimados.

Método de cálculo

Aguas superficiales permanentes y estacionales

Descripción del método utilizado para cartografiar globalmente todas las aguas superficiales

Se han generado datos sobre la dinámica espacial y temporal de las aguas superficiales naturales para todo el mundo. El Centro Común de Investigación de la Comisión Europea ha elaborado un conjunto de datos sobre aguas superficiales globales (Pekel et al., 2016). El conjunto de datos documenta diferentes facetas de la dinámica del agua a largo plazo (desde 1984 en adelante) con una resolución de píxeles de 30x30 metros. El conjunto de datos documenta las superficies de agua superficial permanentes y estacionales. Se han cartografiado todas las aguas superficiales naturales de más de 30x30 metros de superficie y, en esta cuadrícula de 30 metros, las imágenes de satélite de resolución espacial capturan predominantemente zonas de lagos y ríos anchos. Los datos incluyen áreas de tierra que están temporalmente inundadas, como humedales y arrozales. Los ríos y cuerpos de agua más pequeños no son capturados, ya que son demasiado estrechos para ser detectados o están enmascarados por el dosel del bosque. Los datos incluyen imágenes individuales de alta resolución adquiridas por los satélites Landsat 5, 7 y 8 y Sentinel 1. Estos satélites capturan imágenes que son distribuidas públicamente por el Servicio Geológico de los Estados Unidos y por el programa espacial Copernicus de la Unión Europea. Juntos proporcionan imágenes multiespectrales con una resolución de 30x30 metros en seis canales visibles, infrarrojos de onda cercana y de onda corta, además de imágenes térmicas a 60x60 metros.

Los datos incluyen superficies terrestres que están bajo el agua (por ejemplo, un área de agua permanente) durante los doce meses del año. También tiene en cuenta las fluctuaciones estacionales y climáticas del agua, lo que significa que se capturan lagos y ríos que se congelan durante parte del año. No se incluyen las áreas de hielo permanente, como los glaciares y los casquetes polares, así como las áreas terrestres cubiertas de nieve permanente. Las áreas de nubosidad constante inhiben la observación de las superficies de agua en algunas áreas y en estos lugares limitados es posible que no se disponga de observaciones ópticas. Se ha aplicado una máscara de línea de costa global a los datos para evitar que el agua del océano se incluya en las estadísticas de agua dulce y la metodología de esta máscara de línea de costa se publica en el Journal of operational oceanography (Sayer et al. 2019).

La precisión del mapa global de aguas superficiales se determinó utilizando más de 40.000 puntos de control de todo el mundo y a lo largo de los 36 años. La metodología de validación completa y los resultados se han publicado en la revista científica Nature

(Pekel et al., 2016). Los resultados de la validación muestran que el sistema experto de detección de agua produjo menos del 1% de las falsas detecciones de agua, y que menos del 5% de las superficies de agua se perdieron. Los mapas proporcionados se derivan del análisis de más de cuatro millones de imágenes recopiladas durante 36 años que han sido procesadas individualmente utilizando un clasificador de sistema experto preciso.

El portal de datos del ODS 6.6.1 documenta varias transiciones hídricas relacionadas con las aguas superficiales permanentes y estacionales, es decir, cambios en el estado del agua entre dos puntos en el tiempo (por ejemplo, 2000 - 2019). Se dispone de datos para varias transiciones, incluidas las nuevas superficies de agua permanentes (es decir, la conversión de un lugar sin agua en un lugar de agua permanente); la pérdida de superficies de agua permanentes (es decir, la conversión de un lugar de agua permanente en un lugar sin agua), así como el agua estacional nueva y perdida. Estos permiten capturar datos mensuales de presencia o ausencia de agua. Es posible identificar meses/años específicos en los que las condiciones cambiaron, por ejemplo, la fecha de construcción de una nueva represa, o el mes/año en que desapareció un lago. Además, se proporcionan datos sobre la estacionalidad, que recogen los cambios resultantes de la variabilidad intra e interanual o resultantes de la aparición o desaparición de superficies de agua estacionales o permanentes. Los datos separan las masas de agua "permanentes" (las que están presentes durante todo el período de observación) [nominalmente un año] de las "estacionales" (las que están presentes sólo durante una parte del año).

Cálculo de la variación del área de las aguas superficiales permanentes y estacionales

Se dispone de datos sobre la dinámica de las aguas superficiales para un período de 38 años, desde 1984 en adelante. Cada año se producen nuevos datos anuales que se añaden a esta serie temporal. Para calcular el cambio porcentual en el área de lagos y ríos utilizando un conjunto de datos de 2000-2021, primero se define un período de referencia con el que medir el cambio. En esta metodología se utiliza el período de referencia de 5 años 2000-2004 y se compara con cualquier período objetivo de 5 años posterior. Para cada período de 5 años, el estado del agua (permanente, estacional o sin agua) se decide por mayoría, y las transiciones hídricas entre la línea de base y el período objetivo se utilizan posteriormente para calcular el cambio porcentual (Δ) en el área espacial de las aguas permanentes y estacionales mediante la ecuación 1:

$$\text{Ecuación 1: } \Delta = \frac{(\alpha - \beta) + (\rho - \sigma)}{\varepsilon + \beta + \sigma} \times 100$$

Y sujeto a lo siguiente para el cálculo de la dinámica permanente de las aguas superficiales:

Δ – cambio porcentual en la extensión espacial

α – Nueva agua permanente (es decir, conversión de un lugar sin agua en un lugar de agua permanente)

β – Pérdida de agua permanente (es decir, conversión de un lugar de agua permanente en un lugar sin agua)

ρ – Estacional a permanente (es decir, conversión de agua estacional en agua permanente)

σ – De permanente a estacional (es decir, conversión de agua permanente en agua estacional)

ε – Superficies de agua permanentes (es decir, área donde siempre se observa agua)

Mientras que lo siguiente se aplica para calcular la dinámica estacional del agua:

Δ – cambio porcentual en la extensión espacial

α – Nueva agua estacional (es decir, conversión de un lugar sin agua en un lugar de agua estacional)

β – Pérdida de agua estacional (es decir, conversión de un lugar de agua estacional en un lugar sin agua)

ρ – De permanente a estacional (es decir, conversión de agua permanente en agua estacional)

σ – Estacional a permanente (es decir, conversión de agua estacional en agua permanente)

ε – Superficies de agua estacionales (es decir, área donde siempre se observa el agua estacional)

La naturaleza de esta fórmula produce valores de cambio porcentual como positivos o negativos, lo que ayuda a indicar cómo está cambiando el área espacial. En el portal de datos del ODS661, las estadísticas se muestran con símbolos positivos y negativos. Para la interpretación de las estadísticas, si el valor se muestra como positivo, las estadísticas representan una ganancia de área, mientras que si el valor se muestra como negativo, representa una pérdida de área de superficie.

El uso de terminología «positiva» y «negativa» no implica un estado positivo o negativo del ecosistema relacionado con el agua que se está vigilando. La ganancia o pérdida de área de agua superficial puede ser beneficiosa o perjudicial. El impacto resultante de una ganancia o pérdida en el área de superficie debe contextualizarse localmente. La estadística de cambio porcentual producida representa cómo cambia a lo largo del tiempo la superficie total de lagos y ríos dentro de un límite determinado (por ejemplo, a nivel nacional). Las estadísticas de cambio porcentual agregadas a escala nacional deben interpretarse con cierto grado de precaución porque estas estadísticas reflejan las áreas de todos los lagos y ríos dentro de los límites de un país. Por esta razón, también se ponen a disposición estadísticas subnacionales, incluso a escala de cuenca y subcuenca. Las estadísticas producidas a estas escalas más pequeñas reflejan los cambios de área en un número menor de lagos y ríos dentro de una cuenca o subsección de una cuenca, lo que permite que se tomen decisiones localizadas y específicas de un cuerpo de agua.

Embalses

Descripción del método utilizado para cartografiar globalmente los cambios en la superficie del yacimiento

El Centro Común de Investigación de la Comisión Europea ha elaborado un conjunto de datos sobre la dinámica de los yacimientos mundiales. El conjunto de datos documenta la dinámica del área espacial a largo plazo (desde 1984 en adelante) de 8.869 embalses con una resolución de píxeles de 30x30 metros. El conjunto de datos de embalses representa datos de superficie en masas de agua artificiales, incluidos embalses formados por presas, áreas inundadas como minas y canteras a cielo abierto, y masas de agua creadas por proyectos de ingeniería hidráulica como la construcción de vías fluviales y puertos. El siguiente mapa muestra los embalses en su máxima extensión. El conjunto de datos se complementará progresivamente y se actualizará continuamente para tener en cuenta los embalses de nueva construcción. Cada reservorio se documenta como un objeto separado con un ID único asignado. El conjunto de datos de embalses se deriva del conjunto de datos Global Surface Water Explorer (GSWE), al que se aplica un clasificador de sistema experto diseñado para separar cuerpos de agua naturales y artificiales. El clasificador de sistemas expertos no es paramétrico para tener en cuenta la incertidumbre de los datos, incorpora la experiencia en interpretación de imágenes en el proceso de clasificación y utiliza múltiples fuentes de datos. El sistema experto ha sido desarrollado para delinear el agua natural y artificial utilizando un enfoque de razonamiento probatorio; la ubicación geográfica y el comportamiento temporal de cada píxel; y alimentado con los siguientes conjuntos de datos:

Global Surface Water Explorer (Pekel et al., 2016): Este conjunto de datos mapea la ubicación y la distribución temporal a largo plazo (desde 1984 en adelante) de las superficies de agua a escala global. Los mapas muestran diferentes facetas de la dinámica de las aguas superficiales y documentan dónde y cuándo hubo aguas abiertas en la superficie de la Tierra. Los mapas incluyen masas de agua naturales (ríos, lagos, márgenes costeros y humedales) y artificiales (embalses formados por presas, zonas inundadas como minas y canteras a cielo abierto, zonas de riego por inundación como arrozales, y masas de agua creadas por proyectos de ingeniería hidráulica como la construcción de vías fluviales y puertos). Se puede acceder al historial completo de cualquier superficie de agua a escala de píxeles como perfil temporal. Estos perfiles permiten identificar meses o años específicos durante los cuales las condiciones cambiaron, por ejemplo, la fecha en que se creó una nueva presa o el mes o año en que desapareció un lago. El conjunto de datos de GSWE se actualiza continuamente, lo que proporciona un monitoreo global consistente de los cuerpos de agua abiertos.

Base de datos mundial de embalses y presas (Lehner et al, 2011): La base de datos mundial de embalses y presas v1.3 es el resultado de un esfuerzo internacional para recopilar conjuntos de datos existentes sobre presas y embalses con el objetivo de proporcionar una base de datos única, geográficamente explícita y fiable para la comunidad científica. La versión inicial (v1.1) de GRanD contiene 6.862 registros de embalses. La última versión (v1.3) aumenta la v1.1 con 458 embalses adicionales y presas asociadas para llevar el número total de registros a 7320.

Modelo digital global de superficie: ALOS World 3D - 30m es un conjunto de datos de modelo digital global de superficie (DSM) con una resolución horizontal de aproximadamente 30 metros (malla de 1 segundo de arco). El conjunto de datos se basa en el conjunto de datos DSM (versión de malla de 5 metros) de World 3D Topographic Data. Hay más detalles disponibles en la documentación del conjunto de datos aquí.

Datos digitales de elevación (Farr et al, 2004): La Misión de Topografía de Radar del Transbordador (SRTM, ver Farr et al. 2007) es un conjunto de datos digitales de elevación con una resolución de 30 metros proporcionado por el JPL de la NASA con una resolución de 1 segundo de arco.

Limitaciones conocidas y margen de mejora

La versión actual del conjunto de datos Global Reservoir Dynamics tiene las siguientes limitaciones conocidas:

- Es posible que falten algunos embalses construidos antes de 1984;

- Es posible que falten embalses de menos de 3 hectáreas (30.000 metros cuadrados);
- Es posible que falten ramas de embalses cuya anchura sea inferior a 30 metros.

Calcular en qué medida el área del embalse cambia con el tiempo

Se dispone de datos sobre las zonas de embalses correspondientes a un período de 38 años, desde 1984 en adelante. Cada año se producen nuevos datos anuales que se añaden a esta serie temporal. Para calcular el cambio porcentual en el área del embalse utilizando un conjunto de datos de 2000-2021, primero se define un período de referencia con el que medir el cambio. En esta metodología se utiliza el período de referencia de 5 años 2000-2004 y se compara con cualquier período objetivo de 5 años posterior. Para cada período de 5 años, el estado del agua (permanente, estacional o sin agua) se decide por una regla de mayoría, y las transiciones hídricas entre la línea de base y el período objetivo se utilizan posteriormente para calcular el cambio porcentual (Δ) en el área espacial de los embalses.

El cálculo se basa en la detección de agua dentro de los cuerpos de agua designados como embalses.

La ecuación 1 está sujeta a la siguiente parametrización para calcular los cambios en la extensión mínima del yacimiento.

Mientras que la ecuación 2 se aplica para calcular los cambios en el área máxima del yacimiento:

$$\text{Ecuación 2: } \Delta = \frac{(\alpha - \beta) + (\rho - \sigma)}{(\varepsilon + \beta + \vartheta) + (\epsilon + \sigma + \vartheta)} \times 100$$

Dónde:

Δ – cambio porcentual en la extensión espacial

α – Nueva agua permanente (es decir, conversión de un lugar sin agua en un lugar de agua permanente)

β – Pérdida de agua permanente (es decir, conversión de un lugar de agua permanente en un lugar sin agua)

ρ – Nueva agua estacional (es decir, conversión de un lugar sin agua en un lugar de agua estacional)

σ – Pérdida de agua estacional (es decir, conversión de un lugar de agua estacional en un lugar sin agua)

ϑ – De permanente a estacional (es decir, conversión de agua permanente en agua estacional)

δ – Estacional a permanente (es decir, conversión de agua estacional en agua permanente)

ε – Superficies de agua permanentes (es decir, área donde siempre se observa agua)

ϵ – Superficies de agua estacionales (es decir, área donde siempre se observa el agua estacional)

La extensión mínima de agua de los embalses es la superficie más baja observada (o mínima) de los embalses en un año (medición intra anual). Esta extensión mínima varía de un año a otro. Los datos muestran hasta qué punto ha cambiado la superficie mínima anual de los embalses en comparación con un período de referencia. Esta variación se calcula comparando la extensión mínima de los cinco años más recientes con un período de referencia de cinco años (2000-2004). El cambio es ganancia o pérdida, ambos se muestran en unidades porcentuales y km².

La extensión máxima de agua de los embalses es una medida intra anual correspondiente a la extensión más alta observada (o máxima) que alcanza un embalse en un año. Los datos muestran el grado en que ha cambiado la superficie máxima anual de los embalses en comparación con un período de referencia. Esta variación se calcula comparando la superficie máxima de los últimos cinco años con un período de referencia de cinco años (2000-2004). El cambio es ganancia o pérdida, ambos se muestran en unidades porcentuales y km².

Humedales

Descripción del método utilizado para cartografiar globalmente los humedales

Los humedales con vegetación continental se cartografían de acuerdo con la siguiente definición: "Los humedales con vegetación continental incluyen áreas de marismas, turberas, pantanos, turberas y pantanos, las partes con vegetación de las llanuras aluviales, así como los arrozales y la agricultura de recesión por inundaciones". Este subindicador solo mide los humedales con vegetación continental y no los manglares costeros (véase la sección 3.5 de esta metodología sobre los manglares). Esta metodología de indicadores de los ODS se utiliza para la presentación oficial de estadísticas del indicador 6.6.1 de los ODS. Se ha elaborado una cartografía geoespacial mundial de alta resolución de los humedales con vegetación continental, en la que se

detalla la superficie espacial de los humedales por país. Los datos sobre los humedales se han producido para ayudar a los países a vigilar sus ecosistemas de humedales y colmar una laguna mundial existente en materia de datos. El método de producción de datos utiliza un mecanismo coherente de vigilancia de los humedales basado en datos de observación de la Tierra por satélite, y el mapa mundial incluye toda la superficie terrestre de la Tierra, excepto la Antártida y unas pocas islas pequeñas. Dado que los humedales tienden a ser susceptibles a grandes variaciones anuales, se recopilaban datos plurianuales para equilibrar los posibles sesgos anuales y crear una estimación sólida de la superficie de los humedales. Se recopilaban datos de 2016, 2017 y 2018 y se combinaron para producir una medición de referencia del área de humedales (en km²).

Las futuras actualizaciones anuales permitirán elaborar estadísticas sobre los cambios en los humedales, que una vez que estén disponibles, se mostrarán en el portal de datos del ODS 6.6.1. La predicción de la superficie de los humedales mediante datos de observación de la Tierra se basa en cuatro componentes: estratificación, datos de entrenamiento, aprendizaje automático y pos procesamiento. El enfoque utiliza todos los datos disponibles de los satélites Sentinel-1, Sentinel-2 y Landsat 8 para predecir la probabilidad de humedales. Se utiliza un modelo digital de elevación para calificar las predicciones de humedales y una rutina de pos procesamiento convierte el mapa de probabilidad de humedales en un mapa del área de humedales. Además, se utiliza información topográfica de los Modelos Digitales de Elevación (DEM) derivados de satélites. Se analizaron cerca de 4 millones de imágenes satelitales que sumaban 2,8 petabytes de datos y se clasificaron como humedales o no humedales utilizando un modelo automatizado de aprendizaje automático. Los usuarios del mapa mundial de humedales deben ser conscientes de que el mapa representa una evaluación rápida de primera línea de la distribución mundial de los humedales con vegetación. La metodología aplicada identifica los humedales continentales con vegetación. Esto puede generar subestimaciones en comparación con las estadísticas nacionales que pueden integrar métricas sobre aguas superficiales y humedales costeros/marinos.

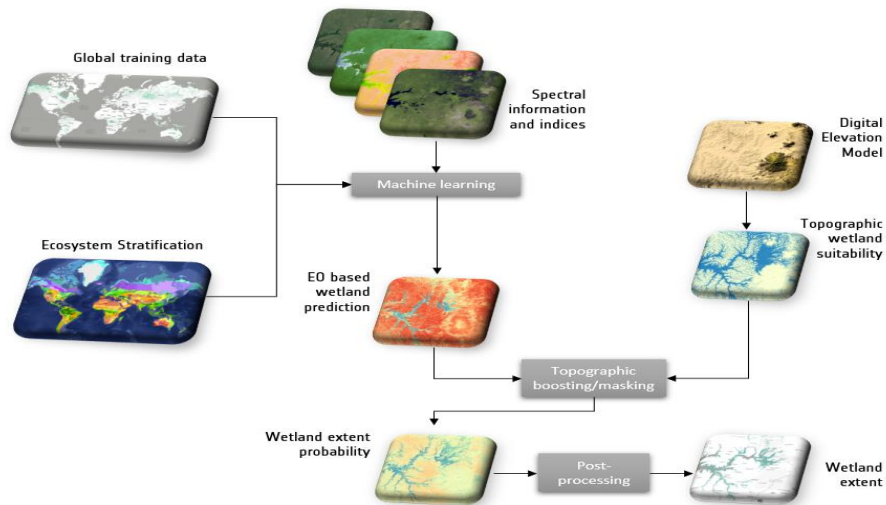


Figura 1. Flujo de trabajo para cartografiar el área global de humedales

La precisión de los datos disponibles sobre los humedales es de aproximadamente el 70% y los datos sobre los humedales con una precisión del 100% no son factibles en este momento. Si bien se basa en un enfoque cartográfico científicamente sólido y sólido, inevitablemente habrá inexactitudes en las predicciones de los humedales, tanto en términos de errores de comisión como de omisión. Los errores de comisión más notables son, por ejemplo, que las parcelas agrícolas de regadío de alta intensidad se clasifican como humedales porque se asemejan a muchas de las características espectrales inherentes a los humedales (es decir, alta humedad y presencia de vegetación incluso en la estación seca). Los errores de omisión se atribuirán principalmente a la gran diversidad de humedales. A pesar de los esfuerzos realizados para entrenar el modelo en la gama más amplia posible de humedales, habrá tipos de humedales y casos de comportamiento de los humedales que no se reflejarán adecuadamente en un modelo mundial. Por ejemplo, algunos humedales efímeros rara vez se inundan o mojan y, por lo tanto, a menudo no aparecen en los conjuntos de datos satelitales. En otros casos, la parte húmeda de un humedal puede ocurrir bajo un dosel de vegetación densa, que es difícil de evaluar utilizando datos de observación de la Tierra, donde la presencia de condiciones de agua o humedad no se detecta fácilmente. Otras limitaciones de los datos son:

Sólo se aplica la estratificación regional, incluidos los estratos que abarcan varios países. El uso de un nivel más fino de estratificación ayudará a mejorar las predicciones locales y nacionales de los humedales;

La precisión del mapa de humedales mejorará aún más una vez que se haga una referencia cruzada con más inventarios nacionales de humedales y verificaciones sobre el terreno;

La información sobre el terreno de los DEM derivados de satélites es un insumo clave para la cartografía de los humedales a nivel mundial. Los conjuntos de datos de referencia actuales son el DEM SRTM de 30 metros que cubre el globo desde 60° Norte^o hasta 56° Sur^o, mientras que la región al norte de 60° Norte se basó en un modelo DEM de 90 metros de menor resolución. Existen opciones para DEM de 30 metros al norte de 60oN^o y deben considerarse en futuras actualizaciones;

Las islas pequeñas y potencialmente incluso los pequeños estados insulares enteros quedan fuera del plan de adquisición de los satélites Sentinel. Como resultado, no se ha realizado ninguna predicción de humedales para estas áreas. Será posible desarrollar modelos separados para estas islas desaparecidas utilizando datos satelitales de entrada alternativos (por ejemplo, utilizando únicamente Landsat).

Las futuras actualizaciones e iteraciones del mapa de humedales abordarán las limitaciones mencionadas, incluido un posible cambio a un modelo de aprendizaje profundo para reflejar de manera más explícita los aspectos temporales y espaciales de las predicciones de humedales. A pesar de las limitaciones de la metodología, la producción de mapas de humedales de alta resolución para todo el mundo está a la vanguardia de la tecnología y la potencia informática disponibles en la actualidad. Representa un gran paso adelante hacia la presentación de datos precisos y estadísticamente sólidos sobre los humedales.

Cálculo de la variación de la superficie de los humedales por país

Todavía no se ha calculado ningún cambio en la superficie. Sin embargo, se ha calculado una superficie de referencia por país. Esta metodología utiliza una línea de base de 2017 (basada en datos de imágenes de entrada de 2016 a 2018 para igualar posibles sesgos anuales). En el futuro, se producirán actualizaciones anuales de estos conjuntos de datos de áreas de humedales. Una vez que se produzca la actualización, será posible calcular el cambio de la superficie de humedales a partir del período de referencia de referencia. Utilizando este período de referencia, el cambio porcentual de la extensión espacial se calcula utilizando la ecuación 3:

$$\text{Ecuación 3: } \Delta = \frac{\gamma - \beta}{\beta} \times 100$$

Dónde:

Δ – cambio porcentual en la extensión espacial;

β – la superficie espacial de humedales para el período de referencia de referencia;

γ – la zona espacial del período de notificación.

Manglares

Descripción del método utilizado para medir el área de manglares

Los mapas mundiales de la superficie de los manglares se elaboraron en dos fases, inicialmente produciendo un mapa mundial que mostraba la superficie de los manglares (para 2010) y posteriormente produciendo seis capas de datos anuales adicionales (para 1996, 2007, 2008, 2009, 2015 y 2016) (Bunting et al., 2018). El método utiliza una combinación de datos satelitales de radar (ALOS PALSAR) y ópticos (Landsat-5, -7). Se utilizaron aproximadamente 15.000 escenas Landsat y 1.500 mosaicos ALOS PALSAR (1 x 1 grado) para crear composiciones de imágenes ópticas y de radar que cubrían las costas a lo largo de las costas tropicales y subtropicales de América, África, Asia y Oceanía. La clasificación se limitó utilizando una máscara de hábitat de manglares, que definió las regiones donde se puede esperar que existan ecosistemas de manglares. La definición del hábitat de manglar se generó con base en parámetros geográficos como latitud, elevación y distancia del agua del océano. El entrenamiento para la máscara de hábitat y la clasificación de la máscara de manglar de 2010 se basó en el muestreo aleatorio de unos 38 millones de puntos utilizando mapas históricos de manglares para el año 2000 (Giri et al., 2010; Spalding et al., 2010), mapas de ocurrencia de agua (Pekel et al, 2017) y datos del Modelo Digital de Elevación (SRTM-30).

Los mapas para las otras seis épocas se derivaron mediante la detección y clasificación de las pérdidas de manglares (definidas como una disminución en la intensidad de la retrodispersión del radar) y las ganancias de manglares (definidas y un aumento de la retrodispersión) entre los datos de ALOS PALSAR de 2010, por un lado, y los datos de JERS-1 SAR (1996), ALOS PALSAR (2007, 2008 y 2009) y ALOS-2 PALSAR-2 (2015 y 2016), por el otro. A continuación, se agregaron o eliminaron los píxeles de cambio de cada dataset anual de la máscara ráster de línea base de 2010 (con zona de influencia para permitir la detección de ganancias de manglares también inmediatamente fuera de la máscara) para producir los mapas de extensión anual.

Se evaluó la precisión de la clasificación del conjunto de datos de referencia de 2010 con aproximadamente 53.800 puntos muestreados aleatoriamente en 20 regiones seleccionadas al azar. La precisión general se estimó en 95.25 %, mientras que las precisiones del usuario (error de comisión) y del productor (error de omisión) para la

clase de manglar se estimaron en 97.5 % y 94.0 %, respectivamente. La precisión de la clasificación de los cambios se evaluó con más de 45.000 puntos, con una precisión global del 75,0 %. Las precisiones del usuario para las clases de pérdida, ganancia y sin cambios se estimaron respectivamente en 66,5%, 73,1% y 83,5%. Las precisiones correspondientes del productor para las tres clases se estimaron en 87,5%, 73,0% y 69,0%, respectivamente.

Cálculo de la superficie de manglares por país

Se dispone de datos sobre la superficie de manglares para 1996, 2007, 2008, 2009, 2010, 2015 y 2016. En 2021 se publicarán nuevos datos anuales para 2017 y 2018, y los datos anuales de 2019 en adelante están previstos para 2022. Con el fin de producir estadísticas nacionales para el seguimiento del indicador 6.6.1, se ha utilizado el año 2000 como sustitutivo basado en el conjunto de datos anual de 1996 para alinear esta base de referencia con la del conjunto de datos sobre aguas superficiales. Se utilizará como período de referencia la extensión nacional de los manglares para el año 2000. La extensión anual de los manglares se compara con este año de referencia. El cambio porcentual de la extensión espacial se calcula utilizando la ecuación 3. Utilizando la ecuación 3 para calcular el cambio porcentual en la extensión espacial de los manglares, se utiliza la siguiente explicación:

Δ – cambio porcentual en la extensión espacial;

β – la extensión espacial nacional a partir del año 2000;

γ – la extensión espacial nacional de cualquier otro período anual posterior.

Limitaciones de los datos de manglares:

El mapa de manglares es un conjunto de datos global y, como tal, no se debe esperar que alcance el mismo alto nivel de precisión en todas partes que un mapa a escala local derivado de estudios sobre el terreno o el uso de datos geoespaciales de muy alta resolución espacial. Un ejercicio de cartografía de la zona mundial en el que se utilizan datos y métodos coherentes, aunque se complementa con datos terrestres para la calibración y la validación, por razones logísticas suele requerir un compromiso en términos de precisión a escala local. No obstante, los mapas globales pueden mejorarse a nivel local (o nacional) añadiendo información mejorada (datos in situ y datos aéreos o de drones) para su formación y reclasificación.

Varios factores diferentes pueden afectar la precisión de la clasificación, incluida la disponibilidad de datos satelitales, la composición de especies de manglares y el nivel de degradación.

Si bien el espaciado original de los píxeles de los datos satelitales utilizados para la cartografía es de 25-30 metros, se recomienda una unidad cartográfica mínima de aproximadamente 1 hectárea debido a la incertidumbre de clasificación de un solo píxel. Los errores de clasificación (en particular los errores de omisión) suelen aumentar en las regiones de perturbación y fragmentación, como los estanques de acuicultura, así como a lo largo de los manglares ribereños o de arrecifes costeros que forman franjas costeras estrechas de unos pocos píxeles.

En general, la frontera de los manglares hacia el mar está definida con mayor precisión que el lado de la tierra, donde la distinción entre los manglares y ciertas especies de humedales o vegetación terrestre puede ser poco clara.

Los artefactos de rayado debidos al error de la línea de escaneo del Landsat-7 están presentes en algunas áreas, particularmente en las regiones de África Occidental, debido a la falta de datos del Landsat-5 y a la persistente nubosidad.

Lagunas de datos conocidas en esta versión (v2.0) del conjunto de datos: grupo de islas Aldabra (Seychelles); Islas Andamán y Nicobar (India); Bermudas (Reino Unido); Islas Chagos; Isla Europa (Francia); Fiji (parte al este de Antemeridian); Guam y Saipán (Estados Unidos); Kiribati; Maldivas; Islas Marshall; Perú (al sur de la latitud S4°), y las islas Wallis y Futuna (Francia).

Al igual que con la cartografía de humedales, la producción de datos de manglares de alta resolución para todo el mundo está a la vanguardia de la tecnología y la potencia informática disponibles en la actualidad. Representa un gran paso adelante hacia la presentación de datos precisos y estadísticamente sólidos sobre los manglares que pueden actualizarse continuamente.

Turbidez y estado trófico

Descripción del método utilizado para cartografiar globalmente la superficie del embalse

El conjunto de datos global mide dos parámetros del agua del lago: la turbidez (TUR) y una estimación del índice de estado trófico (TSI). Los productos fueron producidos por Copernicus, el programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea. Para los dos parámetros, el conjunto de datos documenta promedios mensuales, así como promedios mensuales plurianuales para los períodos 2006-2010 y 2017-2020. Los productos se mapean a una resolución de píxeles de 300x300 metros capturando datos para un total de 4265 lagos. Cada lago tiene información de identificación individual que permite relacionarlo con otros conjuntos de datos hidrológicos. Se dispone de una lista de todas las identificaciones de los lagos e información adicional (ubicación, nombre, si

se conoce, zona). La turbidez se deriva de las estimaciones de concentración de sólidos suspendidos y el índice de estado trófico se deriva de la biomasa de fitoplancton por proxy de clorofila-a.

Tabla 2: Índice de estado trófico y clases de concentración de clorofila-a relacionadas (según Carlson (1977))

Clasificación trófica	Índice de estado trófico, valores de la ETI del Servicio Mundial de Tierras de Copernicus	Clorofila-a (µg/l) (límite superior)
Oligotrófico	0	0.04
	10	0.12
	20	0.34
	30	0.94
Mesotrófico	40	2.6
	50	6.4
Eutrófico	60	20
	70	56
Hipereutroptropo	80	154
	90	427
	100	1183

Los productos del período 2006-2010 se basan en observaciones del sensor MERIS, mientras que el producto 2017-2020 se deriva de los sensores OLCI. Se aplicaron mapas de amortiguación terrestre y acuática, así como mapas de hielo para mejorar la precisión de los datos. Los productos se probaron con consistencia (series temporales) y con datos in situ, ambos para un conjunto seleccionado de lagos. Una metodología técnica detallada está disponible para su descarga en el portal de datos del ODS661 (SDG661.app).

Cálculo de las estadísticas de turbidez e índice de estado trófico

Se ha elaborado un período de referencia de referencia que comprende los promedios mensuales de 5 años de observaciones para el período 2006-2010. A partir de estos cinco años de datos, se derivaron 12 promedios mensuales (uno para cada mes del año) tanto para el estado trófico como para la turbidez. A continuación, se utiliza otro conjunto de observaciones para calcular el cambio con respecto a los datos de

referencia. Estos datos mensuales comprenden los años 2017, 2018, 2019 y 2020. Se han obtenido los 12 promedios mensuales de estos tres años.

La desviación mensual de la base de referencia plurianual se calcula mediante la ecuación 4:

$$\frac{\text{Promedio mensual} - \text{Línea de base mensual}}{\text{Línea de base mensual}} \times 100$$

Para cada píxel, y para cada mes, se ha contabilizado el número de observaciones válidas y el número de meses en los que se han producido desviaciones mensuales, situándose en uno de los siguientes rangos de valores: 0-25% (bajo), 25-50% (medio), 50-75% (alto), 75-100% (extremo). También se produce una síntesis de desviación anual.

Los datos representan el número de lagos afectados por una degradación de sus condiciones ambientales (es decir, que muestran una desviación de la turbidez y el estado trófico con respecto a la línea de base) en comparación con el número total de lagos dentro de un país. Los valores por píxel / por lago se calculan para tener en cuenta lagos de diferentes tamaños. Al ver el panel de resumen de las estadísticas nacionales dentro del 661SDG.. Los datos sobre la turbidez y/o el estado trófico se muestran como el número de lagos "afectados" en comparación con el número total de lagos del país. Un lago se clasifica como "afectado" cuando el valor de turbidez o estado trófico supera el 50% en comparación con el valor de referencia del lago. Una vez que un evento de turbidez o estado trófico supera este umbral, el evento se registra dentro de las estadísticas de resumen nacional para mostrar que el lago se ha visto afectado. Una vez que se registra un evento, permanece capturado en el tablero, lo que significa que el número de lagos afectados se mantendrá constante o se acumulará con el tiempo. El número no disminuirá. Los datos no informan si un lago se considera de buena o mala calidad, solo que se ha producido un evento de agua lacustre y se ha registrado. Cada evento se considera indicativo de una degradación en la calidad del agua; Sin embargo, es importante señalar que la turbidez y el estado trófico se incluyen en el indicador 6.6.1 como indicadores indirectos (o indirectos) de la calidad del agua. Estos dos parámetros no son una medida directa de la calidad del agua; sin embargo, desempeñan un papel de proxy muy exitoso. Por lo tanto, los parámetros indirectos se utilizan para alertar a los países sobre estos eventos, alentando a los países a investigar por qué ocurrió un evento y determinar si se requiere alguna acción correctiva. Puede rastrear cuándo se han producido eventos altos y extremos dentro del análisis avanzado de los datos.

Caudal del río

Medición o modelización del caudal de los ríos (descarga)

La descarga de ríos y estuarios, o el volumen de agua que se mueve río abajo por unidad de tiempo, es una métrica esencial para comprender la cantidad de agua dentro de un ecosistema y la disponibilidad para el uso humano. Los países deben proporcionar la descarga anual total por río principal a fin de observar el cambio en la descarga fluvial a lo largo del tiempo.

En esta sección se describen las consideraciones clave para el seguimiento de la descarga y se proporcionan criterios para los datos de descarga generados para respaldar el indicador 6.6.1.

Métodos comunes de monitoreo in situ: Existe una variedad de métodos para monitorear la descarga in situ y la selección debe basarse en el tamaño y tipo del cuerpo de agua, el terreno y la velocidad del flujo de agua, la precisión deseada de la medición, así como las finanzas disponibles. Dos de los enfoques más comunes y accesibles son las estaciones de medición y el uso de medidores de corriente. En muchos países, las estaciones de medición son el medio más frecuente para medir la descarga de los ríos, ya que permiten incluso un monitoreo continuo y, a menudo, en tiempo real. Se trata de ubicaciones fijas a lo largo de un río o estuario donde se monitorea el cambio en el nivel de la superficie del agua (etapa) en ubicaciones donde existe una relación única entre la etapa y el flujo y se puede producir la llamada curva de clasificación. La altura de la superficie del agua (etapa) se captura con frecuencia, y la descarga se estima, la mayoría de las veces a intervalos mensuales, pero en muchos lugares, está disponible a intervalos diarios o incluso de forma continua. Los medidores de corriente y otros instrumentos se pueden usar para monitorear el flujo y calcular la descarga. Por ejemplo, los medidores de corriente de hélice, pimeos o electromagnéticos se utilizan a menudo para medir la velocidad y se pueden utilizar junto con métodos de área de sección transversal para obtener caudales. Los perfiladores acústicos de corriente Doppler (ADCP) se utilizan ampliamente para ríos/estuarios más grandes para medir con precisión la profundidad, la velocidad y la descarga del lecho. A menudo se unen a los barcos y se arrastran a lo largo de un cuerpo de agua, pero también se pueden encontrar instalaciones permanentes, que envían ondas acústicas y miden la reflectancia acústica. Los medidores e instrumentos como los ADCP son significativamente más costosos que otros métodos de medición y requieren operadores calificados y buenos programas de mantenimiento. Sin embargo, en ríos más grandes pueden ser la opción más adecuada, especialmente en condiciones de alto caudal.

Ubicación del monitoreo: El método de monitoreo elegido puede dictar a qué lado de un río o estuario se captura la descarga. Por ejemplo, si hay vertederos fijos, el monitoreo siempre se llevará a cabo aquí. Dado que el monitoreo de la descarga in situ puede requerir mucho tiempo y dinero, se recomienda elegir ubicaciones estratégicas que representen todo un río o estuario. El esfuerzo mínimo de monitoreo es ubicar un sitio de medición de flujo cerca de la salida de cada cuenca (hacia otra cuenca). Además, el monitoreo en el punto de salida de todos los principales afluentes agrega un nivel sustancial de información. Cuando hay un impacto local en la descarga debido a la influencia humana, se recomienda monitorear el flujo aguas arriba y aguas abajo de estas áreas para que se pueda manejar la situación general.

Frecuencia de monitoreo: La cantidad de agua en un río o estuario puede cambiar rápidamente en respuesta a las precipitaciones y los patrones climáticos. Cuantos más datos sobre el vertido haya, mayor será la precisión de esos datos de vertido. Sin embargo, una vez más, es importante centrar los esfuerzos y elegir una frecuencia estratégica para el monitoreo. Lo ideal es que los datos sobre el vertido se recopilen en un lugar determinado una vez al mes como mínimo (idealmente con una frecuencia diaria) y estos datos puedan utilizarse para determinar las tendencias anuales y a largo plazo. La cantidad de agua en los estuarios puede verse influenciada significativamente por las entradas de marea, por lo que este indicador se limita a las entradas de agua dulce al estuario desde el río aguas arriba.

Descarga de modelado: Además de la monitorización in situ, que siempre se ve afectada por todas las formas de moderación del caudal, almacenamiento o extracciones aguas arriba, la descarga también puede modelarse a partir de uno de los muchos modelos disponibles que utilizan datos climáticos y de uso del suelo, entre otros datos, para estimar los caudales naturales y actuales. A nivel mundial se dispone de aplicaciones de modelos hidrológicos y en algunos países estos modelos u otros similares se han desarrollado para el contexto local y se calibran utilizando datos reales medidos. Se recomienda que, siempre que sea posible, los datos de descarga modelizados se complementen con datos medidos in situ para garantizar la precisión. Los modelos hidrológicos conceptuales para la estimación del caudal y la descarga suelen ser menos susceptibles de detectar los efectos en el caudal de los cambios menores de la cubierta terrestre a lo largo del tiempo, ya que los modelos se calibran sobre la base de los datos históricos de caudal y las condiciones de uso de la tierra asociadas.

Agua subterránea

Medición de la cantidad de agua subterránea dentro de los acuíferos

Los cambios en la cantidad de agua subterránea dentro de los acuíferos es información importante para muchos países que dependen en gran medida de la disponibilidad de agua subterránea. A los efectos del indicador 6.6.1, el seguimiento de los cambios en los niveles de las aguas subterráneas proporciona una buena indicación de los cambios en el agua almacenada en un acuífero. Además, en el informe sólo se incluirán los acuíferos subterráneos significativos, que pueden considerarse como ecosistemas individuales de agua dulce.

Ubicación del monitoreo: La medición del nivel de agua subterránea dentro de un acuífero se realiza mediante el uso de pozos. Uno de los desafíos en el establecimiento del monitoreo es elegir la ubicación de los pozos que representen adecuadamente la situación total de las aguas subterráneas de un acuífero. No se puede prescribir el número de pozos que deben ser monitoreados porque la distribución del agua subterránea puede ser variable dependiendo de la ubicación y las características de los acuíferos. Se recomienda que se controlen suficientes pozos para caracterizar la zona, y que la capacidad del país sea un factor a tener en cuenta a la hora de decidir cuántos representarán mejor la zona. Se recomienda encarecidamente que los datos se tomen de los pozos de observación / pozos de monitoreo (estos son pozos que no están equipados con bombas). Deben evitarse los datos de los pozos usados (bombeados). En caso de que sea necesario utilizar un pozo bombeado para mediciones, es crucial permitir un período de recuperación lo suficientemente largo en el que no se utilice el pozo para que el nivel de agua subterránea en el pozo pueda estabilizarse antes de cualquier medición.

Frecuencia de monitoreo: Los niveles de agua subterránea cambian como resultado de cambios en la recarga de agua subterránea (afectada por las condiciones climáticas y el uso de la tierra) y por la absorción antropogénica del sistema (extracción de agua subterránea). Es necesario comprender las influencias estacionales y del ciclo húmedo/seco y, por lo tanto, el monitoreo mensual es óptimo, pero es necesaria la recolección al menos dos veces al año, en las estaciones húmeda y seca.

Criterios para los datos del indicador 6.6.1

Se comprobará la calidad de los datos sobre la cantidad de agua subterránea proporcionados a la(s) agencia(s) custodiada(s) para garantizar la integridad de los datos. La recopilación de datos sobre el nivel de las aguas subterráneas genera estadísticas que son un indicador de la cantidad de agua subterránea en un acuífero a lo largo del tiempo. Con el fin de examinar este cambio a lo largo del tiempo, se generará



y validará el cambio porcentual en el nivel de las aguas subterráneas entre la(s) agencia(s) custodia(s) y el país. El cálculo del cambio porcentual a nivel nacional requiere el establecimiento de un período de referencia común para todos los acuíferos, que puede basarse en datos históricos sobre el nivel de las aguas subterráneas (preferiblemente) o en datos modelizados, si se dispone de ellos. En los casos en que no se disponga de ellos, puede adoptarse un período más reciente para representar la «línea de base» o el período de referencia. Los países deben proporcionar el nivel anual de las aguas subterráneas para observar los cambios en el volumen del acuífero a lo largo del tiempo. En el anexo figura un cuadro de recopilación de datos en la metodología de seguimiento.

Validación

Todos los datos de observación de la Tierra basados en satélites sobre el agua dulce se actualizan anualmente y se cargan en el portal de datos del indicador 661 de los ODS (www.sdg661.app), donde se puede acceder libremente y los datos se pueden descargar libremente. Cada 3-4 años, de acuerdo con el cronograma de la Iniciativa de Monitoreo Integrado del ODS 6 coordinada por ONU Agua, los datos nacionales del indicador 6.6.1 de los ODS se comparten con los puntos focales de los indicadores nacionales (personas focales de los indicadores del ODS 661 preconfirmados) para su aprobación de la no objeción.

Ajustes

No se realizan ajustes.

Tratamiento de los valores perdidos (i) a nivel nacional y (ii) a nivel regional

A nivel nacional

Debido al uso de datos satelitales para algunos subindicadores, no se espera que falten datos para estos subindicadores. Para todos los demás subindicadores, no se imputan los valores que faltan.

A nivel regional y mundial

Los valores que faltan no se imputan.

Agregaciones regionales

Para conocer los métodos de agregación, consulte:

https://wesr.unep.org/media/docs/graphs/aggregation_methods.pdf.

Métodos y orientaciones de que disponen los países para la recopilación de datos a nivel nacional

Una metodología completa de seguimiento de los indicadores de los ODS está disponible en todos los idiomas de las Naciones Unidas aquí.

Toda la documentación sobre metodologías, descargas y socios de producción está disponible en el Explorador de Ecosistemas de Agua Dulce (www.sdg661.app www.sdg661.app)

Gestión de la calidad

Las metodologías de producción para cada conjunto de datos satelitales de agua dulce comprenden procedimientos y procesos de gestión de la calidad integrados en el proceso de producción de datos para garantizar que se cumpla un estándar de calidad mínimo y consistente.

Aseguramiento de la calidad

Los procesos de producción de datos para cada conjunto de datos satelitales de agua dulce comprenden el aseguramiento de la calidad (fórmulas matemáticas) como un componente integrado del proceso de producción de datos para asegurar que se cumpla un estándar de calidad mínimo y consistente y garantizar datos estadísticamente robustos e internacionalmente comparables a través del tiempo y el espacio producidos para todos los países. Los procesos de producción de datos se publican, incluso a través de revistas científicas revisadas por pares. Además, los procesos de garantía de calidad son llevados a cabo por los equipos de producción de datos de la Comisión Europea. Los datos son compartidos y aprobados por los países y los procesos de gestión de la calidad se llevan a cabo en el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente de acuerdo con los procedimientos operativos estándar aprobados sobre el manejo, la agregación y la gestión de datos, antes de la presentación de los datos de los indicadores a la División de Estadística de las Naciones Unidas.

Evaluación de la calidad

Refiérase a 4.i y 4.j.

Disponibilidad y desagregación de datos

Disponibilidad de datos:

Todos los datos de los indicadores del ODS 6.6.1 están disponibles y se pueden descargar gratuitamente en el Explorador de Ecosistemas de Agua Dulce www.sdg661.app

Series temporales:

La presentación de informes sobre este indicador seguirá un ciclo anual.

Desagregación:

El indicador 6.6.1 puede desglosarse por tipo de ecosistema (lo que permite tomar decisiones a nivel de ecosistema). Los datos del ODS 661 también se pueden desglosar a diferentes escalas espaciales, es decir, a nivel nacional, de cuenca, subadministrativo, lagos y embalses.

Comparabilidad / desviación de las normas internacionales

Fuentes de discrepancias:

No aplicable

Referencias y documentación

Dirección URL: <http://www.sdg6monitoring.org/indicators/target-66/indicators661/>

Toda la documentación sobre metodologías, descargas y socios de producción está disponible en el Explorador de Ecosistemas de Agua Dulce (www.sdg661.app).

Al elaborar la metodología para el indicador 6.6.1, el PNUMA estableció un grupo de expertos técnicos. Este grupo aportó información para el desarrollo de la metodología de monitoreo. En 2017 se puso a prueba un primer borrador de metodología (Nivel III) que se envió a todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas, acompañado de los materiales pertinentes de apoyo a la capacidad. Un número limitado de Estados Miembros (19%) presentó datos al PNUMA después de un período de 8 meses. Los datos recibidos fueron de mala calidad y cobertura. Los países citaron la falta de datos para informar, y la falta de tiempo ni de recursos para iniciar un nuevo monitoreo de los ecosistemas.

A raíz de la fase de pilotaje y ensayo a nivel mundial, y para subsanar una laguna conocida de datos mundiales sobre el indicador, se revisó la metodología para incorporar datos sobre los ecosistemas relacionados con el agua derivados de observaciones de la Tierra basadas en satélites. El PNUMA colaboró con una serie de asociados que trabajaban con productos de datos mundiales que se consideraban pertinentes y adecuados para el indicador. En la evaluación de las fuentes de datos mundiales se tuvo en cuenta la calidad de los datos, la resolución, la frecuencia de las mediciones, la cobertura mundial, las series cronológicas y la escalabilidad (es decir, datos desglosados a nivel nacional y subnacional). El resultado fue una metodología estadísticamente robusta, que produce datos comparables a nivel internacional sin ser demasiado onerosa para que los países informen sobre ella. Se consultó al grupo de

expertos técnicos sobre la metodología actualizada antes de presentarla al Grupo Interinstitucional de Expertos sobre los ODS para su aprobación.

En la 7ª reunión del IAEG-SDG en abril de 2018, la metodología de indicadores fue aprobada y clasificada como Tier II. Poco después, en noviembre de 2018, se reclasificó a una metodología de indicador de nivel I. La clasificación del nivel I significa que el indicador es conceptualmente claro, tiene una metodología establecida internacionalmente y se dispone de normas, y al menos el 50% de los países y de la población de todas las regiones en las que el indicador es pertinente producen datos periódicamente.

A lo largo de 2019, el PNUMA siguió trabajando con sus asociados para mejorar los conjuntos de datos disponibles a nivel mundial en relación con el indicador 6.6.1 de los ODS y la medición de los cambios que se producen en los diferentes tipos de ecosistemas relacionados con el agua. Como tal, esta metodología se actualizó en marzo de 2020 para incluir información más detallada sobre el enfoque utilizado para obtener datos de observación de la Tierra basados en satélites con respecto a los subindicadores.

Referencias

Bunting P., Rosenqvist A., Lucas R M., Rebelo L. M., Hilarides L., Thomas N., Hardy A., Itoh T., Shimada M. y Finlayson C. M. (2018). El Global Mangrove gmwatch – una nueva línea de base global de 2010 de la extensión de los manglares. Teledetección, 10,() 1669 .<https://doi.org/10.3390/rs10101669>.

Dickens et al, 2019 : Chris Dickins, Matthew McCartney: Ecosistemas relacionados con el agua, Internacional

Instituto de Gestión del Agua, Sri Lanka. <https://doi.org/10.3390/su11020462>

Farr et al., 2004: Farr et al., 2004 - Farr, T.G., Rosen, P.A., Karo, A., Crippen, R., Durren, R., Hensley, S., Kobrick, M., Paler, M., Rodriguez, A., Roth, L., Sill, D., Schafer, S., Shimada, J., Amland, J., Warner, M., Auskin,

M., Burbank, D., y Alsdorf, D.E., 2007, La misión topográfica de radar del transbordador: Revisiones de

Geofísica, v. 45, no. 2, RG2004 y <https://doi.org/10.1029/2005RG000183>.

Giri, C., Ochieng, E., Tieszen L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T.R., Masek, J. y Duke, N. (2011). Estado y distribución de los manglares del mundo utilizando datos satelitales de observación de la Tierra. Ecología Global y Biogeografía, 20(1), 154-159. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x>

Lehner et al, 2011: Lehner et al, 2011 - Lehner, B., C. Reidy Liermann, C. Revenga, C. Vörösmarty, B. Fekete, P. :Crouzet, P. Döll, M. Endejan, K. Frenken, J. Magome, C. Nilsson, J.C. Robertson, R. Rodel, N.

Sindorf y D. Wisser. 2011. Mapeo de alta resolución de los embalses y presas del mundo para

gestión sostenible de los caudales de los ríos. *Fronteras en Ecología y Medio Ambiente* 9 (9): 494-502.

MEA, 2005: –Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005) Ecosistemas y bienestar humano:

Humedales y síntesis hídrica. Island Press, Washington DC.
<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.358.aspx.pdf>

Pekel, JF. ., Cottam, A., Gorelick N., & Belward A., S (2016). Mapeo de alta resolución de las aguas superficiales globales y sus cambios a largo plazo. *Naturaleza*, 540) : <https://doi.org/10.1038/nature20584>.

Sayer et al. 2019 : Sayer et al, 2019 – Roger Sayre, Suzanne Noble, Sharon Hamann, Rebecca Smith, Dawn Wright, Sean Breyer, Kevin Butler, Keith Van Graafeiland, Charlie Frye, Deniz Karagulle, Dabney Hopkins,

Drew Stephens, Kevin Kelly, Zeenatul Basher, Devon Burton, Jill Cress, Karina Atkins, D. Paco Van

Sistine, Beverly Friesen, Rebecca Allee, Tom Allen, Peter Aniello, Irawan Asaad, Mark John

Costello, Kathy Goodin, Peter Harris, Maria Kavanaugh, Helen Lillis, Eleonora Manca, Frank MullerKarger, Bjorn Nyberg, Rost Parsons, Justin Saarinen, Jac Steiner y Adam Reed (2019) Un nuevo 30

resolución de medidores vector de línea costera global y base de datos de islas globales asociadas para el desarrollo de

unidades costeras ecológicas estandarizadas, *Revista de Oceanografía Operacional*, 12:sup2, S47-S56, DOI:10.1080/1755876X.2018.1529714

Spalding M., Kainuma, M. y Collins, L. (2010). *Atlas Mundial de Manglares (v1.1)*. Londres, Reino Unido: Earthscan (Taylor & Francis). ISBN: 978-1-84407-657-4. Disponible en: <https://data.unep-wcmc.org/datasets/5>.