

1. Título del indicador

Variaciones de la turbidez del agua litoral: coeficiente de atenuación difusa (K-490).

2. Equivalencia con otros sistemas de indicadores

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Sin equivalencia.

Agencia Europea de Medio Ambiente

Sin equivalencia.

Eurostat

Sin equivalencia.

3. Evolución y tendencia

Evolución	Situación	Tendencia
		

4. Serie temporal

Los datos analizados se corresponden a la serie temporal 2000-2014.

5. Objetivo

La finalidad fundamental es el seguimiento del coeficiente de atenuación difusa en el litoral andaluz, océano Atlántico y mar de Alborán durante el periodo de tiempo del que se disponen de datos, 2000-2014.

6. Interés ambiental del indicador

El océano juega un papel primordial como agente moderador del clima y el ciclo del carbono terrestre por la enorme capacidad que tiene éste para almacenar calor y carbono. Una parte importante de este papel lo lleva a cabo el fitoplancton, ya que fija el dióxido de carbono atmosférico en la materia orgánica, dando lugar a lo que se denomina producción primaria.

A partir de las imágenes de satélite que obtienen sensores como SeaWiFS (desde el año 2000 a 2004) o MODIS (a partir de 2005), se puede estimar y seguir la variabilidad espacial y temporal del fitoplancton y de los

sedimentos orgánicos e inorgánicos disueltos en el agua. El coeficiente de atenuación difusa $K(490)$ es un parámetro que da un conocimiento de la concentración de fitoplancton y sedimentos marinos, ya que su medida da una estimación de la claridad e indirectamente de la turbidez del agua midiendo la capacidad de penetración de la radiación solar incidente en ella.

Este parámetro no diferencia entre turbidez producida por materia orgánica o inorgánica y por eso se encuentran, a lo largo del periodo registrado, aumentos en la turbidez directamente relacionados con los fenómenos propios de la dinámica marina e independientes de la actividad antrópica, como pueden ser los de afloramiento de aguas profundas ricas en nutrientes que desencadenan en un bloom fitoplanctónico, con el consiguiente aumento en la concentración de clorofila-a.

El valor de $K-490$ representa el rango dentro del cual la luz a la longitud de onda de 490 nm es atenuada con la profundidad. Por tanto, el coeficiente de atenuación difusa a 490 nm ($K490$) puede considerarse como un estimador de la claridad o turbidez del agua, al medir la capacidad de penetración de la radiación solar incidente en ella.

Por poner un ejemplo, un $k490$ de $0,1m^{-1}$ significa que la intensidad de la luz se reducirá dentro de los 10 primeros metros de agua, es decir, la profundidad a la que se producirá la atenuación de la luz será de 10 metros. Valores mayores de $K490$ significan una profundidad de atenuación menor y una menor claridad del agua del océano.

Con el estudio de este indicador "evolución de las anomalías frente a la climatología" se puede ver cuál es la variabilidad de las condiciones de turbidez en el agua respecto de la tendencia media de la serie de estudio (2000 - 2012) y de este modo poder identificar tanto la tendencia como las condiciones anómalas o atípicas del comportamiento de las aguas litorales.

7. Descripción básica del indicador

La fuente de información fundamental la constituyen las imágenes que proporciona el sensor SeaWiFS, espectroradiómetro montado en el satélite SeaStar para los años 2000-2004 y, con las imágenes que proporciona el sensor MODIS, del satélite AQUA, para realizar el cálculo a partir de 2005. Los datos de ambos sensores son comparables entre sí puesto que utilizan el mismo algoritmo. Éstas son transformadas en imágenes de $k-490$.

La unidad de tiempo que se utiliza es el año natural desde enero a diciembre.

8. Subindicador

Este indicador no cuenta con subindicadores.

9. Unidad de medida

- m^{-1}

10. Gráficos, mapas y tablas

11. Descripción de los resultados

Si se analiza el comportamiento mensual del parámetro a lo largo del año promedio de la serie histórica de datos disponibles (gráfico 3), se observa que los meses de la estación de otoño e invierno son los que registran mayor turbidez, incentivados en parte por la presencia de vientos al comienzo del otoño, iniciando así el proceso de mezcla de las masas de agua y también el incremento en la concentración de clorofila que se produce con los blooms de fitoplancton (especialmente al principio de la primavera). Las aguas más transparentes suelen obtenerse en verano.

Con los datos de la media estacional desde 2000 hasta 2014, puede decirse que, exceptuando el año 2000, en el que se han registrado los valores de turbidez más elevados de la serie, el agua que baña las costas andaluzas ha aumentado su transparencia especialmente durante los meses de verano (excepto en verano de 2003), también en los meses otoñales (exceptuando 2010). Sin embargo, si se comparan los datos del parámetro K490 obtenidos durante los inviernos y primaveras de la serie histórica, no se reconoce esa tendencia a la disminución de la turbidez, incluso podría intuirse un aumento en los últimos años, sobretodo en la primavera de 2012 y 2013, y algo menor en la primavera de 2014.

Para la cuenca Atlántica, la turbidez aumenta hacia la costa, presentando los valores más elevados en la desembocadura de los principales ríos. También se observan valores altos, sobre todo coincidentes con el final del invierno o principios de primavera, en las costas del Algarbe y el Alentejo portugués, coincidente con el afloramiento de aguas frías y ricas en nutrientes que enriquecen la capa superficial de la costa sur de Portugal. En la zona mediterránea, sin embargo existe mayor variabilidad espacial, no presentando un patrón tan marcado como en el caso del Atlántico.

Si analizamos las diferencias del coeficiente de atenuación difusa medio mensual para cada año respecto a la media mensual histórica, la tendencia general de las anomalías parece estar dirigida a una ligera disminución del coeficiente de atenuación difusa para los meses de verano y otoño a excepción del último año 2014, y un pequeño aumento para los últimos años en los meses de invierno y primavera, a excepción de la primavera del último año 2014, donde ha vuelto a disminuir respecto al valor de la media histórica (gráfico 1).

Por último, analizando la forma de los gráficos obtenidos para ambos parámetros a lo largo del periodo de estudio, existen picos máximos y mínimos de turbidez que no tienen sus homólogos en la serie de clorofila-a, como ocurre por ejemplo en noviembre de 2006 o diciembre 2011 y cuyo origen podría estar vinculado, entre otras razones, a una turbidez debida a los aportes de sedimentos debido a descarga de los ríos (gráfico 2).

12. Método de cálculo

Este indicador se calcula por un lado, a partir de las medias mensuales de la superficie marina para cada año de la serie temporal, y por otro, a partir de la climatología, entendiéndose como tal el promedio de K-490 para cada mes a lo largo de la serie temporal. Como resultado se alcanza un valor para cada mes, pudiéndose establecer diferencias cuantitativas entre unos años y otros, además de la tendencia de la serie.

13. Aclaraciones conceptuales

- **Fitoplancton:** pigmento fotosintético presente en los organismos que se encuentran en la base de la cadena alimenticia, por lo que la determinación de concentraciones de clorofila-a es uno de los índices claves de monitoreo de la población de fitoplancton y de la salud de nuestro sistema natural.
- **SeaWiFS:** Sea-viewing Wide Field of view Sensor. Espectroradiómetro montado en el satélite SeaStar, el cual fue puesto en órbita en septiembre de 1997. El propósito de este sensor es el de obtener datos de color de los océanos, es decir, examinar los factores biogeoquímicos del océano que afectan ó influyen en el cambio global.
- **MODIS:** MODerate-resolution Imaging Spectroradiometer. Sensor a bordo del satélite TERRA y AQUA de la NASA con una alta resolución espacial. Los satélites AQUA y TERRA son parte de la Earth Science Enterprise de la NASA y poseen órbitas con ciclo diario sincronizado.
- **Climatología:** promedio de la temperatura superficial del mar para cada mes a lo largo de la serie temporal.
- **Producción Primaria:** se denomina producción primaria a la producción de materia orgánica que realizan los organismos autótrofos a través de los procesos de fotosíntesis o quimiosíntesis.

14. Unidad territorial de referencia

Mar de Alborán y Golfo de Cádiz.

15. Fuente

Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Red de información Ambiental de Andalucía, REDIAM. 2015.

16. Fecha de actualización de la ficha

Marzo 2015.

17. Enlaces relacionados

- **EUROSTAT.**
<http://ec.europa.eu/eurostat>
<http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>
- **Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA).**
<http://www.eea.europa.eu/es/> (indicators)
- **Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.**
<http://www.magrama.gob.es/es/>
Banco público de Indicadores Ambientales.
- **Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio**
<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/>
- **Red de Información Ambiental de Andalucía, REDIAM.**
www.juntadeandalucia.es/medioambiente/rediam
- **SeaWiFS**
<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/SeaWiFS/>

- MODIS

<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>