

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 y Pesca, 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

Periodo 2000-2016.

5. Objetivo

Seguimiento del coeficiente de atenuación difusa en el litoral andaluz mediterráneo (Mar de Alborán) y atlántico (Golfo de Cádiz).

6. Interés ambiental del indicador

El océano juega un papel primordial como agente moderador del clima y del ciclo del carbono terrestre por la enorme capacidad que tiene para almacenarlos. 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.

El coeficiente de atenuación difusa K-490 muestra la claridad y la turbidez del agua, midiendo la capacidad de penetración de la radiación solar incidente y, con ello, permite estimar la concentración de fitoplancton y

sedimentos marinos.

Además, el indicador permite ver cuál es la variabilidad de las condiciones de turbidez en el agua respecto de la tendencia media de la serie 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

A partir de las imágenes de satélite se puede estimar y seguir la variabilidad espacial y temporal del fitoplancton y de los sedimentos orgánicos e inorgánicos disueltos en el agua.

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.

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 puede ser el afloramiento de aguas profundas, ricas en nutrientes, que desencadenan en un bloom fitoplanctónico, con el consiguiente aumento en la concentración de clorofila-a.

8. Subindicador

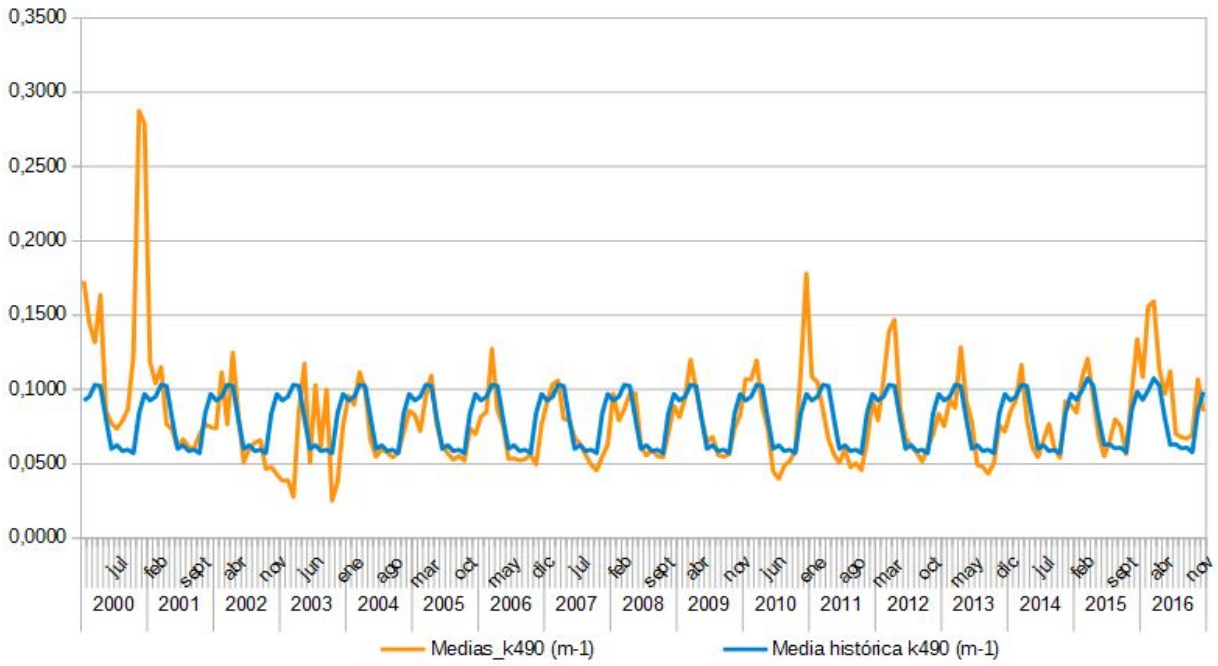
No incluye subindicadores.

9. Unidad de medida

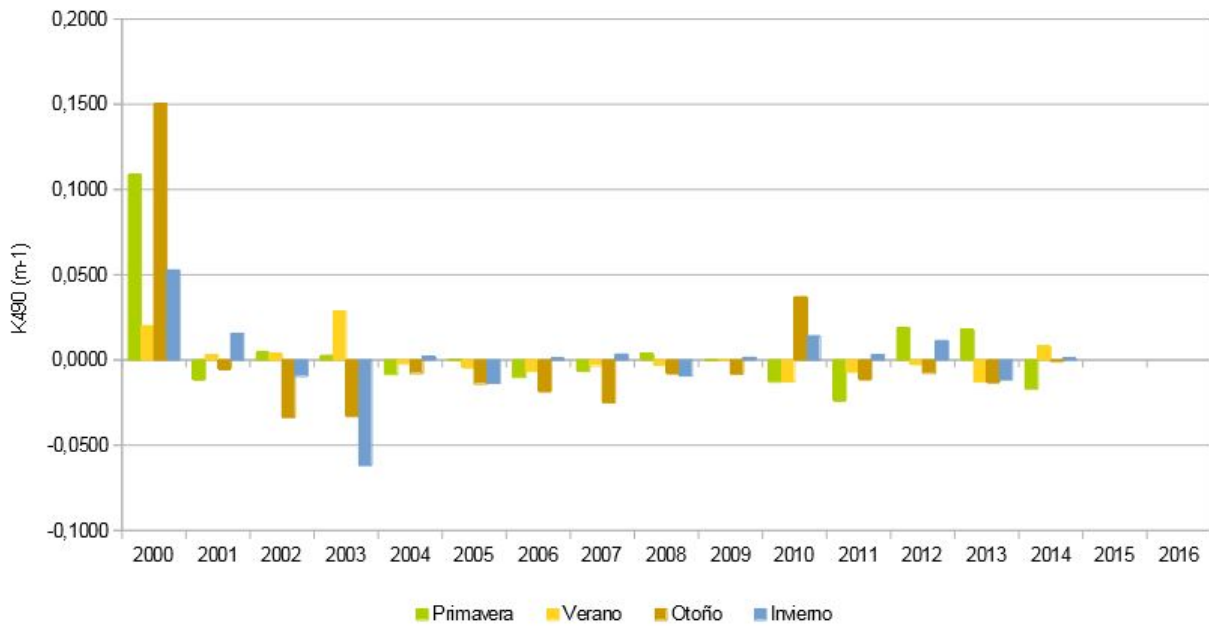
- Coeficiente K-490 (m⁻¹)

10. Gráficos, mapas y tablas

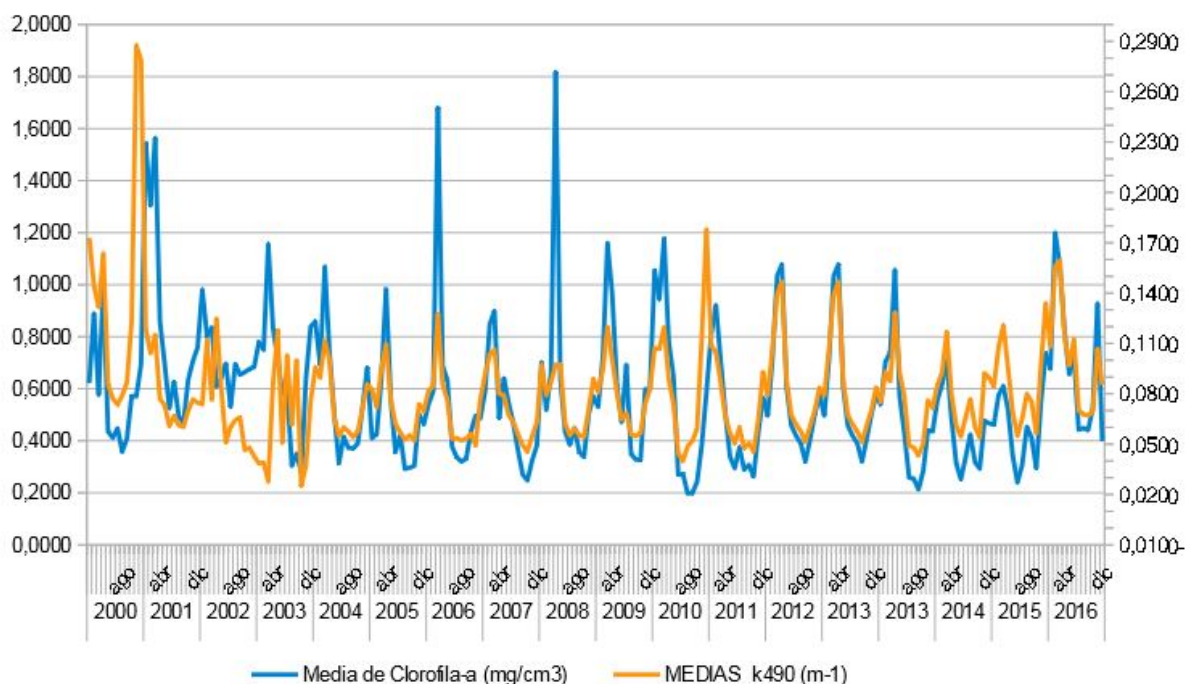
Media mensual de K490 frente a los valores medios mensuales de la serie histórica, 2000-2016.



Anomalías de K490 para la serie histórica, 2000-2016.



Coeficiente de atenuación difusa (k490) frente a niveles medios de Clorofila-a en el periodo, 2000-2016



11. Descripción de los resultados

La evolución mensual del parámetro a lo largo del año promedio de la serie histórica muestra que los meses de otoño e invierno son los que registran mayor turbidez, mientras que las aguas suelen ser más transparentes en verano.

Las aguas litorales han reducido su turbidez en el periodo (salvo en 2000, que registra los valores más elevados), especialmente durante los meses de verano (excepto en verano de 2003) y de otoño (exceptuando 2010). Sin embargo, si se comparan los datos de los inviernos y primaveras no se reconoce esa tendencia, incluso se registra un aumento, sobre todo en las primaveras de 2012 y 2013 y, algo menor, en las de 2014 y 2015. El año 2016 vuelve a valores similares a los obtenidos en el 2000 para invierno y primavera.

Tomando como referencia las diferencias del coeficiente de atenuación difusa medio mensual para cada año respecto a la media mensual histórica, la tendencia general de las anomalías indica una ligera disminución del coeficiente a partir de 2002, con anomalías predominantemente de signo negativo; además de observarse un suavizado en los valores extremos, tendiendo a regularse el k-490 hacia un comportamiento medio, próximo al obtenido con el cálculo de la media, excepto para la estación de primavera e invierno de 2016, que vuelve a tener valores cercanos a los obtenidos en el año 2000 para esas mismas estaciones.

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, por 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.

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.

- Índice de k490 Medio Mensual.

Promedio mensual de k490 a partir de los valores diarios. Como resultado se alcanza un valor para cada mes, pudiéndose establecer diferencias cuantitativas entre unos años y otros.

$$\left(\sum_{i=1}^n k490 / n \right) = \text{Índice de k490 medio mensual, siendo } n \text{ el número de imágenes disponibles al mes.}$$

- Índice de k490 medio mensual histórico.

Promedio de k490 para cada mes a lo largo de la serie temporal.

$$\left(\sum_{i=1}^n k490 \text{ medio mensual} / n \right) = \text{Índice de Climatología, siendo } n \text{ el número de años de la serie temporal.}$$

- Índice de Anomalías.

Diferencia de k490 entre la media mensual para cada año y la media climatológica de la serie.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left(k490 \text{ medio mensual} - k490 \text{ climatología} \right)_{ij} = \text{Índice de Anomalías, siendo } n \text{ el número de meses del año, } m \text{ el número total de la serie de años, considerando el primer año el 2000.}$$

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.
 - **Coefficiente 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 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 m. Valores mayores de K490 significan una profundidad de atenuación menor y una menor claridad del agua del océano.
-

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.

16. Fecha de actualización de la ficha

Julio 2017.

17. Enlaces relacionados

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