

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 2000-2012.

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, 2000-2012.

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, espectrorradiómetro 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

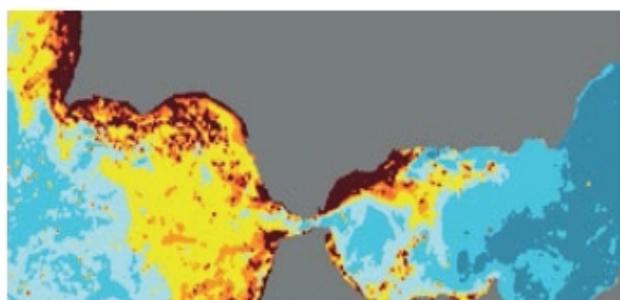
Este indicador no cuenta con subindicadores.

9. Unidad de medida

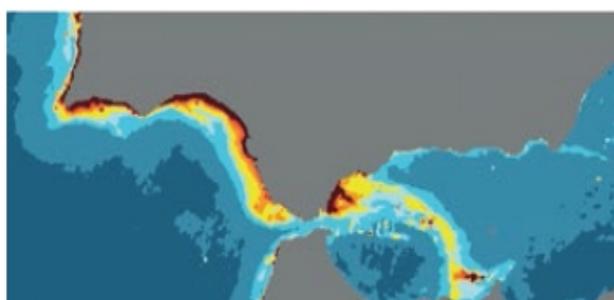
- m^{-1}

10. Gráficos, mapas y tablas

CONCENTRACIÓN MEDIA DE K-490 2012 A PARTIR DE IMÁGENES DE SATÉLITE AQUA MODIS



MARZO 2012

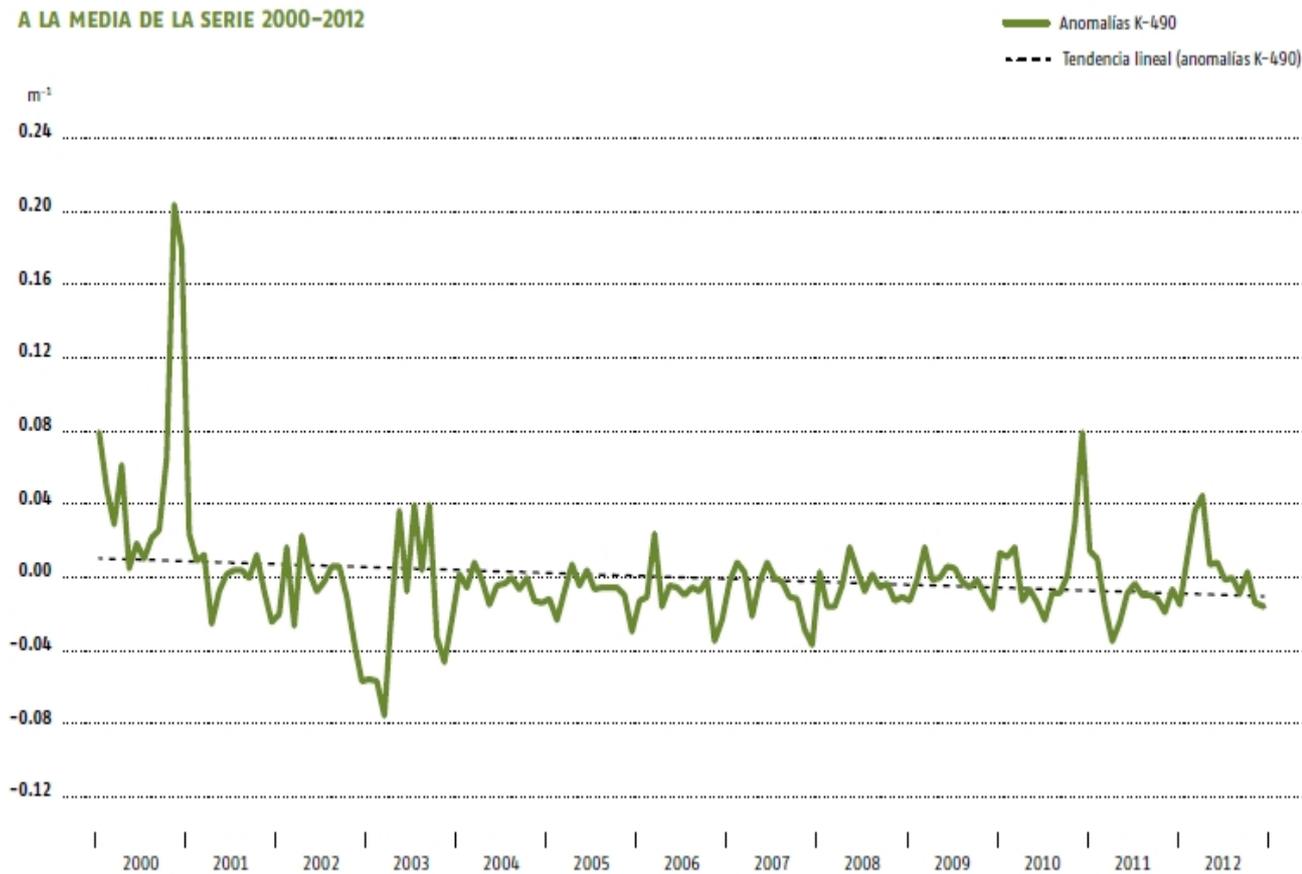


JUNIO 2012



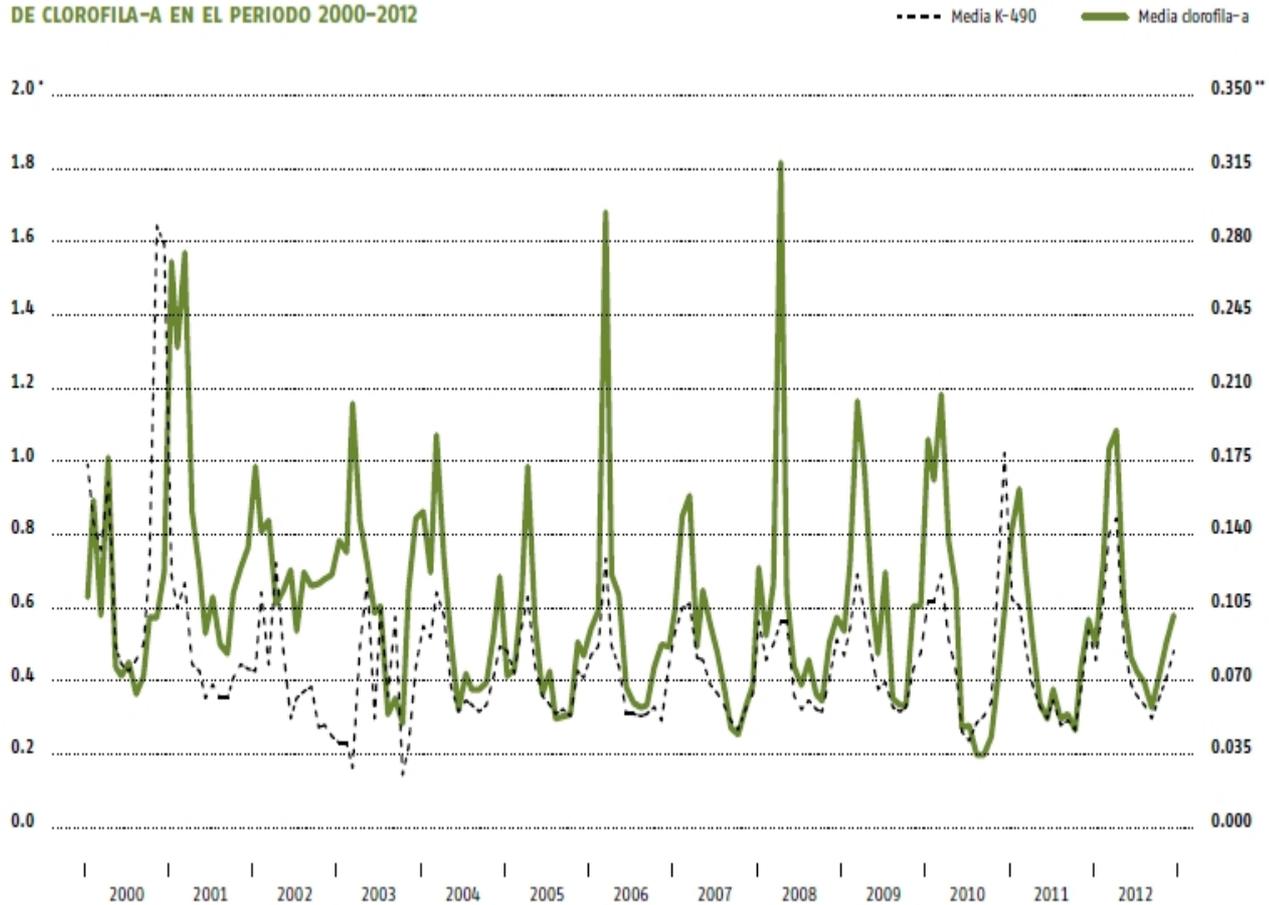
Fuente: Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Red de Información Ambiental de Andalucía, 2013.

ANOMALÍAS DE LA MEDIA MENSUAL K-490 CON RESPECTO A LA MEDIA DE LA SERIE 2000-2012



Fuente: Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Red de Información Ambiental de Andalucía, 2013.

COEFICIENTE DE ATENUACIÓN DIFUSA (K-490) FRENTE A NIVELES DE CLOROFILA-A EN EL PERIODO 2000-2012



* Variable 1: K-490 (m^{-1}). ** Variable 2: Clorofila-a (mg/cm^3)

Fuente: Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Red de Información Ambiental de Andalucía, 2013.

11. Descripción de los resultados

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 sucede por ejemplo en noviembre de 2006 o diciembre 2010, y cuyo origen podría estar vinculado, entre otras razones, a una turbidez debida a los aportes de sedimentos descargados de los ríos.

Tomando como referencia las diferencias del coeficiente de atenuación difusa medio estacional para cada año respecto a la media estacional histórica, la tendencia general de las anomalías parece estar dirigida a una ligera disminución del coeficiente de atenuación difusa a partir de 2006, con anomalías predominantemente de signo negativo, además de observarse un suavizado en los valores extremos, tendiendo a regularse el k-490 hacia un comportamiento, próximo al obtenido con el cálculo de la media, excepto para los meses de marzo y abril de 2012.

En cuanto al comportamiento espacial, 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. También se pueden encontrar valores más elevados de k-490 y, por tanto, mayor turbidez en figuras propias de la dinámica marina

como son, el paso de agua atlántica al mediterráneo a través del estrecho de Gibraltar, y el giro anticiclónico en el mar Mediterráneo, que suele aparecer más marcado en la primavera y el otoño.

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.

14. Unidad territorial de referencia

Litoral Andaluz, Mar de Alborán, Golfo de Cádiz y Andalucía.

15. Fuente

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

16. Fecha de actualización de la ficha

Marzo 2013.

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, 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](http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/SeaWIFS/)
<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/SeaWIFS/>
- [MODIS](http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/)
<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>