

1. Título del indicador

Variaciones de la turbidez del agua del litoral: concentración de clorofila-a.

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 serie temporal 2000-2012.

5. Objetivo

La finalidad fundamental es el seguimiento de la clorofila-a 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

La clorofila puede ser detectada fácilmente mediante Teledetección gracias a su comportamiento frente a la luz. La concentración de ésta en una muestra de agua permite una estimación de la concentración de fitoplancton e, indirectamente, de la actividad biológica. Los organismos que contienen clorofila 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. Además la medición de clorofila-a puede ser utilizada como instrumento de vigilancia de los procesos de eutrofización.

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 Clorofila-a (CHLa).

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

8. Subindicador

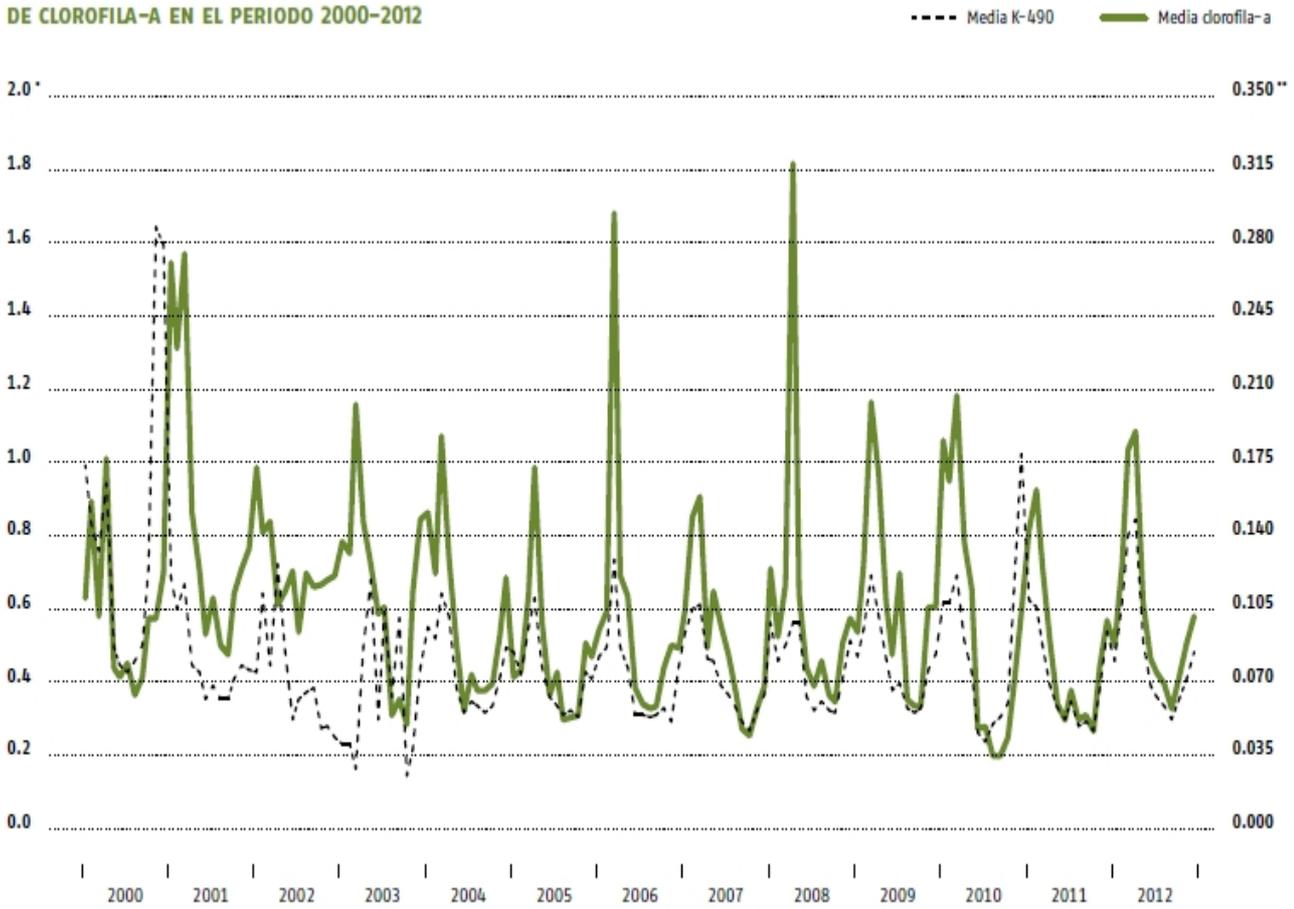
Este indicador no cuenta con subindicadores.

9. Unidad de medida

- mg/m³.

10. Gráficos, mapas y tablas

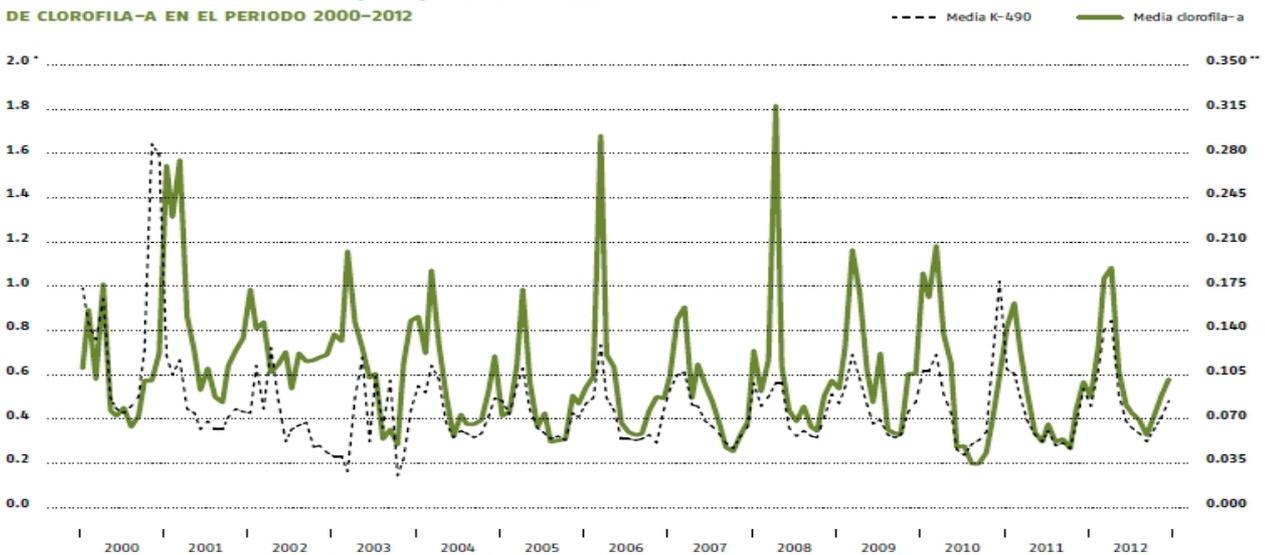
COEFICIENTE DE ATENUACIÓN DIFUSA (K-490) FRENTE A NIVELES DE CLOROFILA-A EN EL PERIODO 2000-2012



* Variable 1: K-490 (m⁻¹). ** Variable 2: Clorofila-a (mg/cm³)

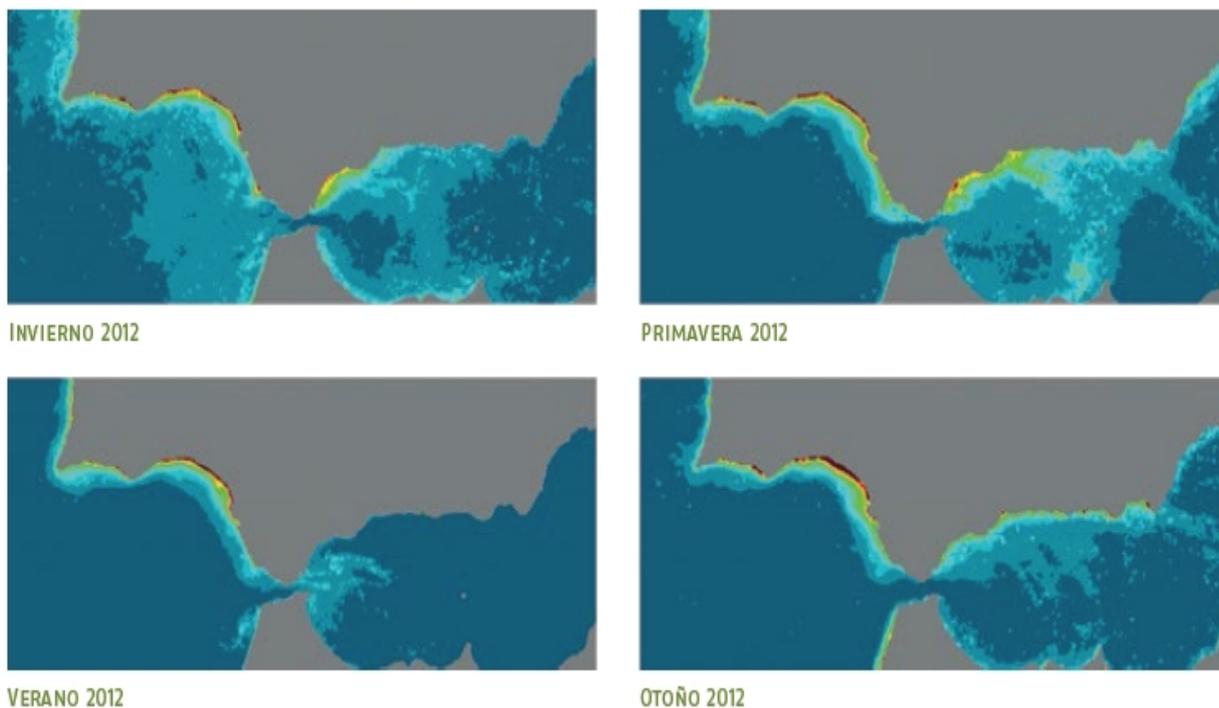
Fuente: Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Red de Información Ambiental de Andalucía, 2013.

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/cm³)

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



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

11. Descripción de los resultados

En Andalucía, la concentración de clorofila en aguas abiertas es baja, del orden de 0,1-0,5 mg/, excepto en los meses de abril y mayo donde, debido al bloom fitoplanctónico, la distribución de ésta se expande mar adentro con valores no muy superiores a 2,5 mg/cm³, y sólo en la proximidad de la costa, debido a los aportes terrígenos, o en zonas de afloramiento de aguas frías profundas ricas en nutrientes, se eleva esta concentración.

En el caso del Mediterráneo la variabilidad de este parámetro es algo mayor, alcanzándose los valores más bajos en verano, otoño y, un poco más elevados en los meses de invierno y primavera. Las bajas temperaturas en las estaciones de invierno y primavera en la zona más noroccidental de Alborán y en la costa de Málaga son coincidentes con aumento en la concentración de clorofila-a, lo que indica afloramiento de aguas profundas más frías y ricas en nutrientes, sosteniendo así una producción primaria más elevada que en el resto del mar de Alborán, aunque en general la presencia de concentración de clorofila-a en el Mediterráneo es muy baja y aún más en el resto de estaciones.

El comportamiento medio de la clorofila a lo largo de toda la serie de años no muestra una tendencia evolutiva clara de este parámetro en la zona de influencia de la costa andaluza. En el promedio climatológico de la estación de verano y otoño se observa una marcada homogeneidad con bajas concentraciones de clorofila-a (

Analizando la variabilidad espacial y temporal de la concentración de clorofila-a a partir de imágenes MODIS del

satélite AQUA, se observa que los veranos y otoños presentan valores relativamente constantes en la concentración de este parámetro de entre 0,3 a 0,6 mg/cm³ con un promedio de 0,4 mg/cm³ en el caso de la estación de verano, y de 0,4 a 0,7 con un promedio de 0,5 mg/cm³ en la estación de otoño. Se dan valores altos, con picos en los años 2000-2004 y 2009, con ligeras variaciones intermensuales correspondientes, por ejemplo, a julio 2001, agosto-septiembre 2002, noviembre 2001 o diciembre de 2000 a 2004. Por el contrario, las variaciones en la época invernal son más marcadas que en los veranos u otoños. En este caso, el intervalo de variación de clorofila-a está entre 0,4 y 1,4 mg/cm³ con un promedio de 0,8 mg/cm³, por lo tanto, las variaciones interanuales para esta estación son más abruptas. Este patrón puede ser explicado por el efecto del afloramiento de aguas profundas más frías y ricas en nutrientes.

Si se comparan las anomalías de clorofila-a en las diferentes estaciones, se observa que el rango de anomalías es mayor en la época invernal (-0,3 a 0,6 mg/cm³) y primaveral (-0,2 a 0,3 mg/cm³) que en la época de verano y otoño (-0,1 a 0,2 mg/cm³ y -0,01 a 0,1 mg/cm³, respectivamente). El análisis de las mismas muestra una tendencia hacia anomalías negativas a partir del año 2007, es decir, parece estar dirigida a una disminución de la clorofila-a, además de apreciarse para este último año un suavizado de los valores extremos, tendiendo a regularse los valores de clorofila-a hacia un comportamiento medio, próximo al obtenido con el cálculo de la media histórica.

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 la clorofila-a 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 CHLa Medio Mensual.

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

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

- Índice de CHLa medio mensual histórico.

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

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

- Índice de Anomalías.

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

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

13. Aclaraciones conceptuales

- **Clorofila-a**: 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/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/>