

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 2000-2013.

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, 2000-2013.

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.

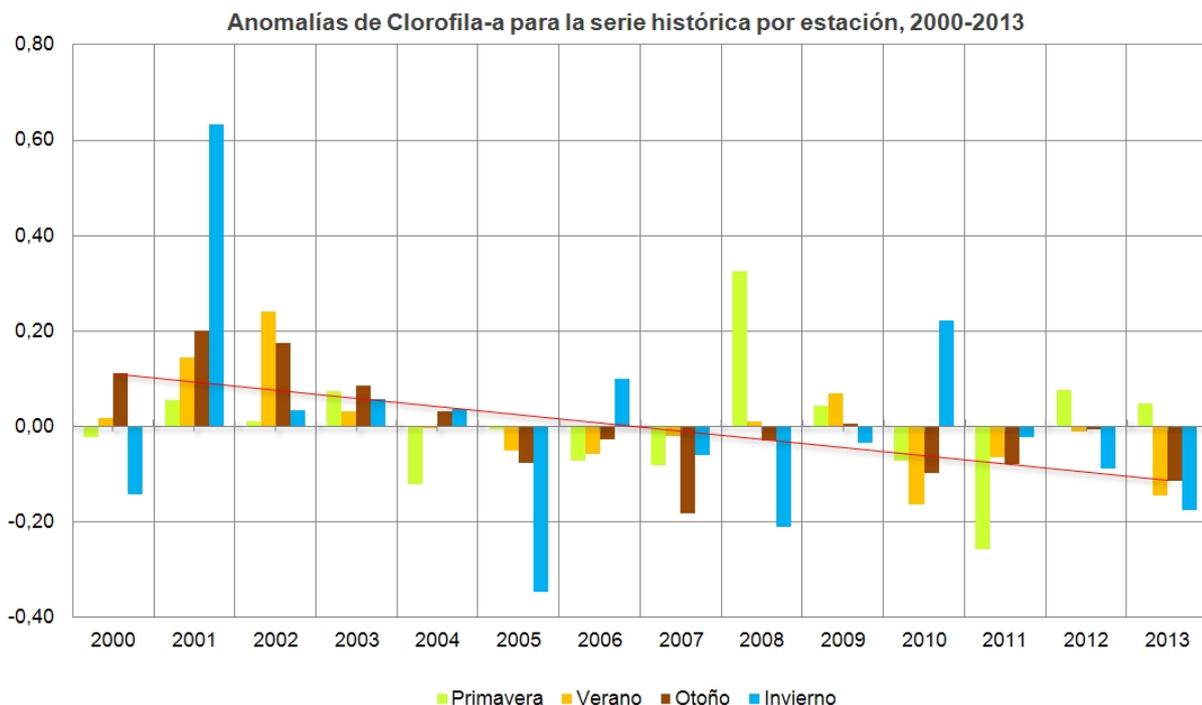
8. Subindicador

Este indicador no cuenta con subindicadores.

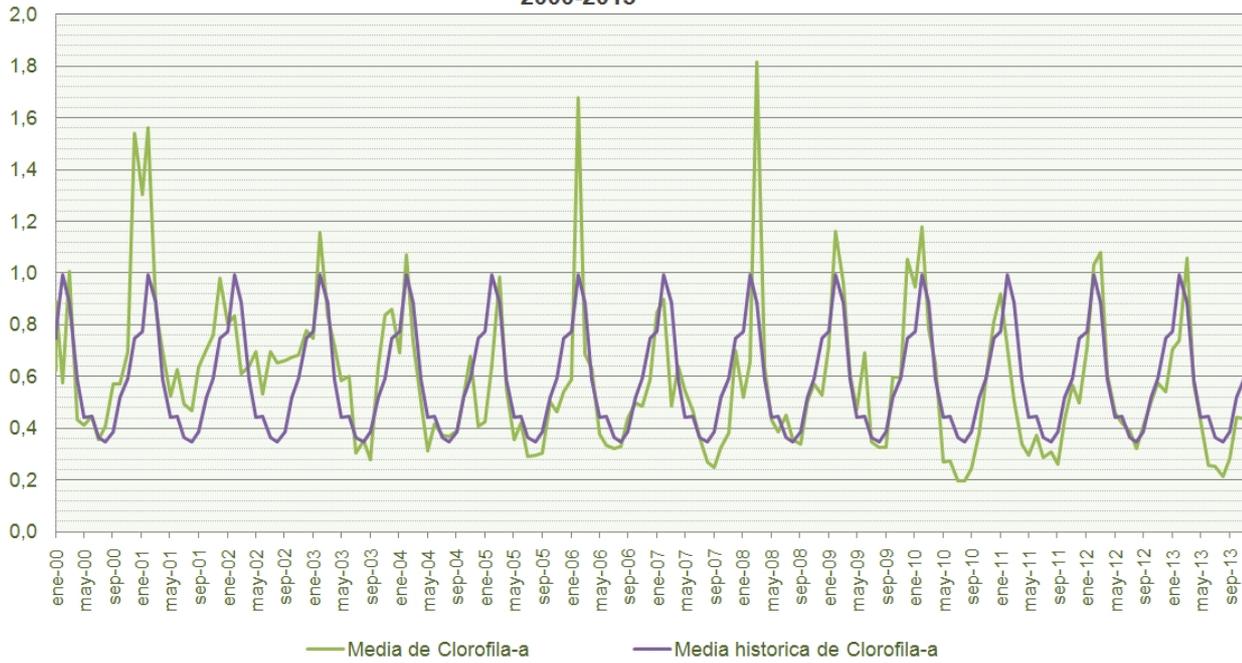
9. Unidad de medida

- mg/m³.

10. Gráficos, mapas y tablas

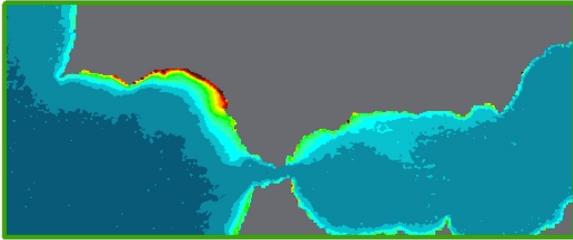


Media mensual de Clorofila-a frente a los valores medios mensuales de la serie histórica, 2000-2013

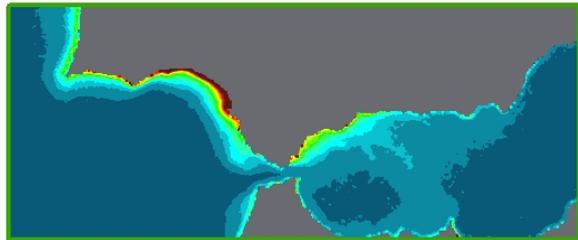


**CONCENTRACIÓN MEDIA ESTACIONAL HISTÓRICA DE CLOROFILA-A
AÑOS 2000-2013 A PARTIR DE IMÁGENES DE SATÉLITE AQUA MODIS**

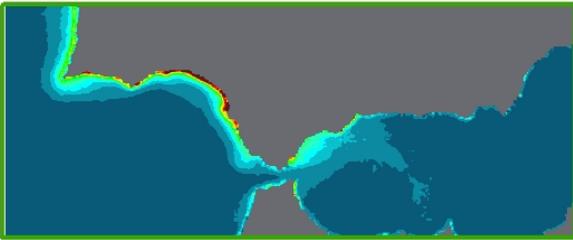
Invierno 2000-2013



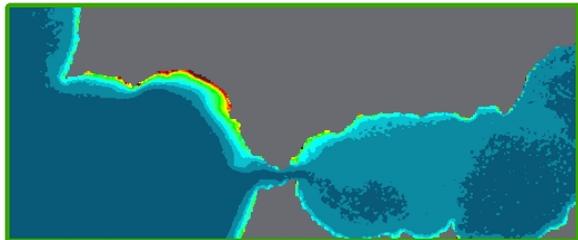
Primavera 2000-2013



Verano 2000-2013



Otoño 2000-2013



11. Descripción de los resultados

La concentración de clorofila en aguas del Atlántico es baja, del orden de 0,1-0,5 mg/, excepto a finales de invierno y principios de primavera 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 en los meses estivales.

Durante la serie temporal 2000-2013, si se realiza un análisis mensual sobre la evolución de la concentración de clorofila-a a lo largo de la costa andaluza, no se muestra una tendencia clara sobre su comportamiento a lo largo de los distintos años.

Sin embargo, si este estudio se aplica a las anomalías térmicas por estación del año, el comportamiento medio de la clorofila-a parece mostrar una ligera tendencia a la baja a lo largo de toda la costa andaluza. Esta evolución es especialmente marcada en las estaciones de invierno, verano y otoño, que desde el año 2005, ha presentado mayoritariamente anomalías negativas, mientras que para primavera la trayectoria no es clara.

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

Mar de Alborán y Golfo de Cádiz.

15. Fuente

Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Red de Información Ambiental de Andalucía, REDIAM. 2014.

16. Fecha de actualización de la ficha

Marzo 2014.

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/>