

## 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 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 de la clorofila-a en el litoral andaluz mediterráneo (Mar de Alborán) y atlántico (Golfo de Cádiz).

## 6. Interés ambiental del indicador

La concentración de clorofila-a ayuda a evaluar la presencia de fitoplancton e, indirectamente, la actividad biológica o a diagnosticar el estado de los ecosistemas acuáticos al detectar fenómenos que afectan a la zona costera, como puede ser la eutrofización provocada por el aumento en el aporte de nutrientes. Además, a escalas espacio-temporales considerablemente amplias, aporta información relevante sobre el ciclo global del carbono y el papel del océano en el calentamiento global de la atmósfera.

## 7. Descripción básica del indicador

La clorofila puede ser detectada fácilmente mediante teledetección gracias a su comportamiento frente a la luz.

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, transformadas en imágenes de Clorofila-a (CHLa).

Los datos de ambos sensores, que son comparables entre sí, puesto que utilizan el mismo algoritmo.

---

## 8. Subindicador

No incluye subindicadores.

---

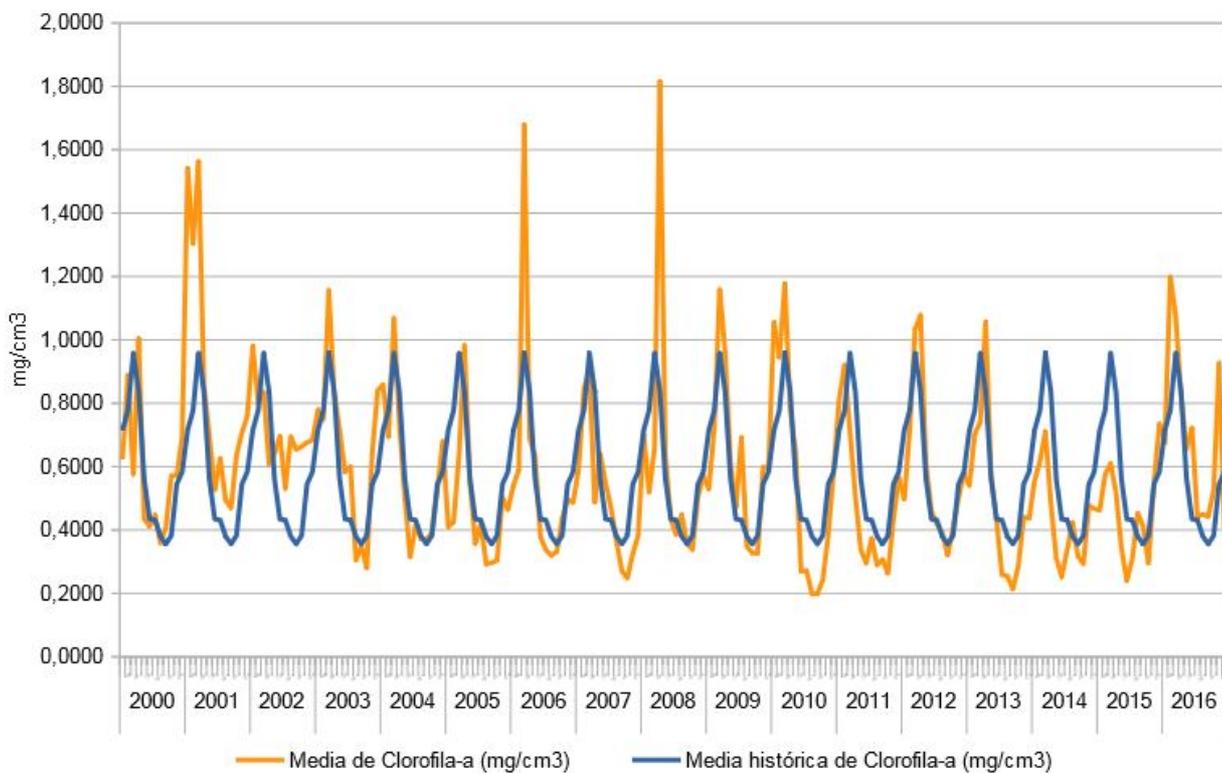
## 9. Unidad de medida

- Densidad (mg/cm<sup>3</sup>).

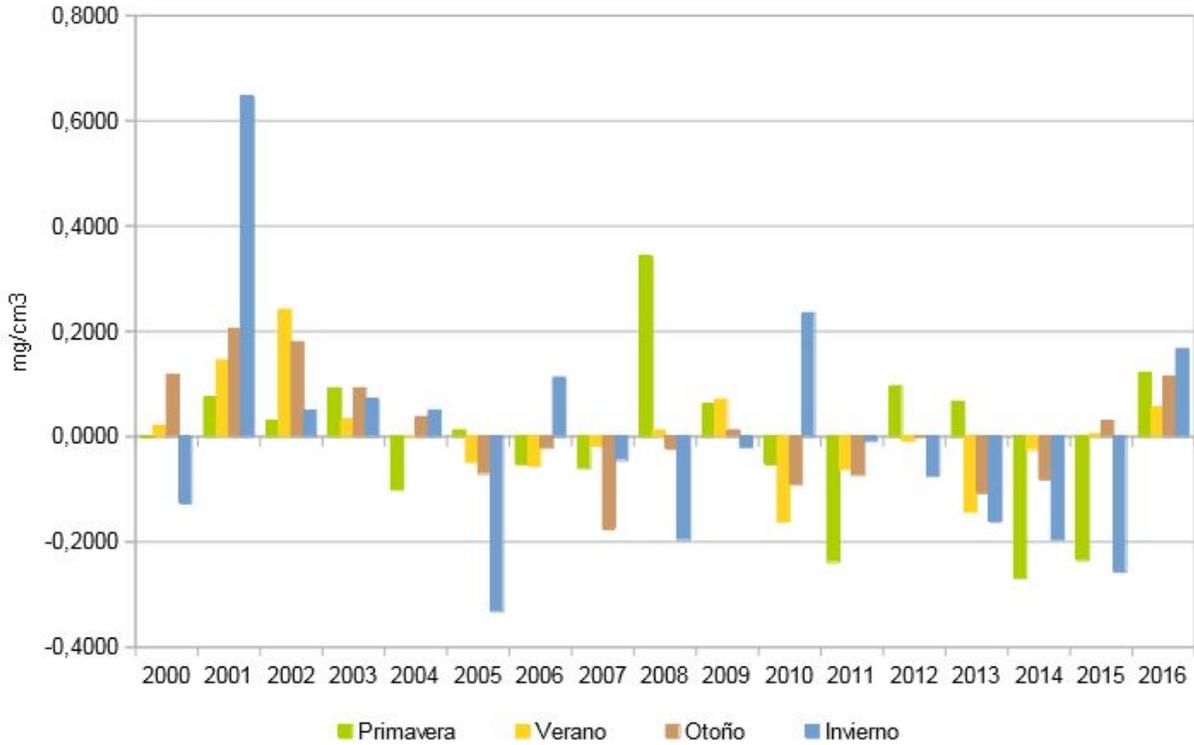
---

## 10. Gráficos, mapas y tablas

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

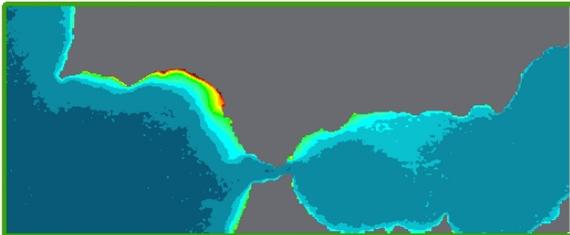


**Anomalías de Clorofila-a para la serie histórica por estación, 2000-2016.**

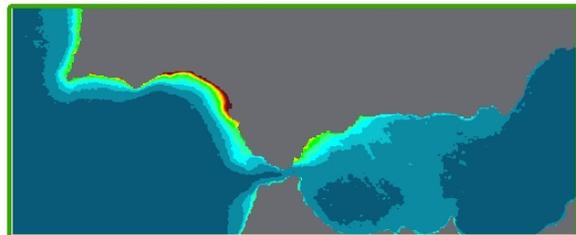


**CONCENTRACIÓN MEDIA ESTACIONAL HISTÓRICA DE CLOROFILA-A AÑOS 2000-2016 A PARTIR DE IMÁGENES DE SATÉLITE AQUA MODIS**

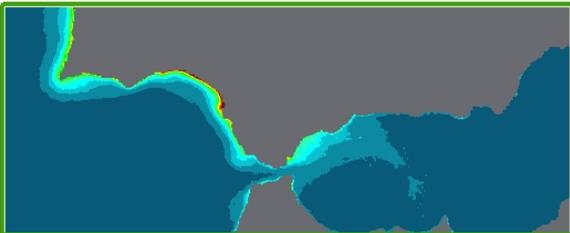
**Invierno 2000-2016**



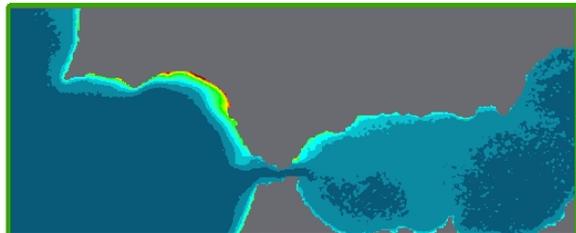
**Primavera 2000-2016**



**Verano 2000-2016**

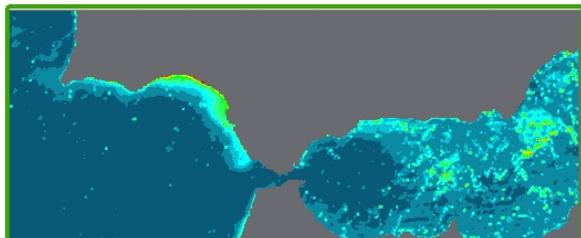


**Otoño 2000-2016**

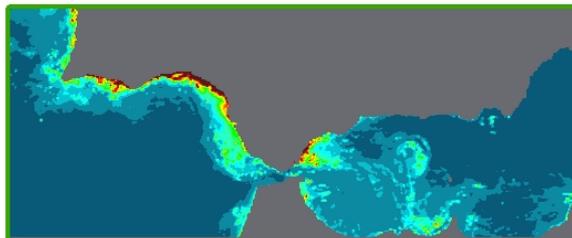


## CONCENTRACIÓN MEDIA MENSUAL DE CLOROFILA-A AÑO 2016 A PARTIR DE IMÁGENES DE SATÉLITE AQUA MODIS

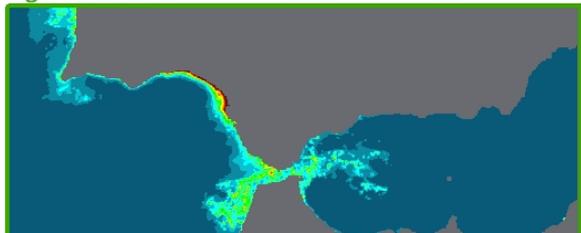
Enero 2016



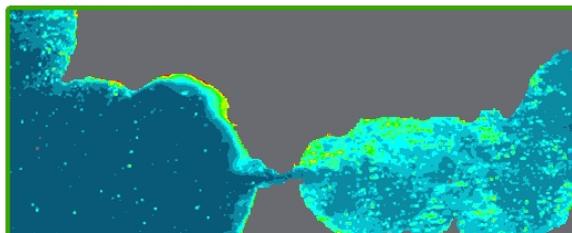
Abril 2016



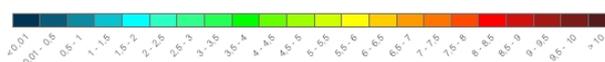
Agosto 2016



Noviembre 2016



Concentración de Clorofila-a (mg/cm<sup>3</sup>)



## 11. Descripción de los resultados

De acuerdo con la información obtenida de las imágenes de satélite, la clorofila-a presenta un ciclo estacional caracterizado por picos de producción de marzo a mayo (0,4 y 1,4 mg/cm<sup>3</sup>) y valores relativamente bajos durante el resto del año (especialmente en los meses de verano, 0,2 a 0,7 mg/cm<sup>3</sup>); paralelamente se produce una variabilidad interanual, con la sucesión de ciclos de productividad alta, de 3 a 4 años, seguidos por periodos menos productivos.

En el año 2016 se registra un aumento de los valores de clorofila-a respecto a los de 2015 prácticamente a lo largo de todo el año, excepto en el mes de diciembre en el que los valores disminuyen. Por otro lado, la clorofila se encuentra por encima de los valores medios de la serie histórica (2000-2016) en de enero a marzo, mayo, junio y de agosto a noviembre, en el resto de meses los valores se sitúan por debajo de la media, o están muy cercanos a la misma.

Por su parte, el rango de anomalías en la serie es mayor en la época invernal (-0,3 a 0,6 mg/cm<sup>3</sup>) y primaveral (-0,2 a 0,3 mg/cm<sup>3</sup>) que verano y otoño (-0,1 a 0,2 mg/cm<sup>3</sup> y -0,2 a 0,2 mg/cm<sup>3</sup>, respectivamente) y muestra una tendencia hacia anomalías negativas desde 2007, aunque 2016 se ha interrumpido puesto que todas las estaciones están por encima de la media histórica 2000-2016, en torno a 0,15 mg/cm<sup>3</sup>.

La concentración de clorofila en aguas abiertas del Atlántico es baja (0,01-0,5 mg/cm<sup>3</sup>) y se incrementa poco en los picos de productividad, sólo crece en la proximidad de la costa, debido a los aportes terrígenos en la desembocadura de los ríos, o en zonas de afloramiento de aguas frías profundas ricas en nutrientes, se eleva esta concentración. En el Mediterráneo, la variabilidad de este parámetro en mar abierto es algo mayor.

En 2016 la zona atlántica presenta una distribución espacial de clorofila-a muy parecida desde abril hasta agosto, con las concentraciones más elevadas (superiores a 5 mg/cm<sup>3</sup>) localizadas en las zonas cercanas a la costa, principalmente en el Golfo de Cádiz. En el Mediterráneo, la concentración de clorofila sube en los meses invernales hasta alcanzar su valor máximo en marzo (concentraciones superiores a 5 mg/cm<sup>3</sup>), que afecta a toda la costa, a excepción del Golfo de Almería y el litoral de Níjar.

---

## 12. Método de cálculo

Este indicador se calcula, por un lado, a partir de las concentraciones medias mensuales de clorofila en el mar para cada año 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**: concentración de clorofila en el 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.

---

## 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](http://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/>