

## Cálculo de indicadores de seguimiento de la dinámica de las aguas litorales a partir de imágenes de satélite.

C. Caturla<sup>(1)</sup>, L. Granado<sup>(1)</sup>, J. Jurado<sup>(2)</sup>, JM. Moreira<sup>(2)</sup>, I. Pino<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> EGMASA, c/ Johan G. Gutemberg, s/n, 41092 Sevilla. [ccaturla@egmasa.es](mailto:ccaturla@egmasa.es); [lgranado@egmasa.es](mailto:lgranado@egmasa.es); [ipino@egmasa.es](mailto:ipino@egmasa.es)

<sup>(2)</sup> Consejería de Medio Ambiente. Servicio de Información y Evaluación Ambiental. Avda. Manuel Siurot, 50. 41071 Sevilla. [jesus.jurado.ext@juntadeandalucia.es](mailto:jesus.jurado.ext@juntadeandalucia.es); [jmmoreira@juntadeandalucia.es](mailto:jmmoreira@juntadeandalucia.es)

### Resumen

Desde 1991 el Servicio de Información y Evaluación Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente elabora un programa de seguimiento de la dinámica y calidad de las aguas litorales en Andalucía a través de imágenes de satélite de diferente tipo y resolución. La finalidad de este programa es obtener los datos necesarios para el cálculo de indicadores del medio marino que permitan realizar una gestión adecuada a dicha Consejería.

En este artículo se describen los procesos desarrollados con el objetivo de obtener estos indicadores. Hay que señalar que se trata de unos procedimientos orientados a dar respuesta a las necesidades diarias de gestión y seguimiento de procesos propios de la Administración. Por tanto, el análisis se realiza a dos niveles el regional y el local. En el primer caso a partir de imágenes SeaWiFS y NOAA AVHRR se obtendrán datos sobre clorofila a y temperatura superficial del mar mientras que para el nivel local se utilizarán imágenes Landsat TM así como IRS WIFS para el análisis de turbidez, clorofila a y sólidos en suspensión.

Finalmente indicar que los puntos aquí desarrollados forman parte de un proyecto más ambicioso que está en continuo desarrollo y cuyos futuros pasos serán el uso de otros sensores como complemento y/o sustitución (MODIS, ASTER).

### 1. Introducción

El incremento de la presión sobre la franja litoral, ha supuesto la intensificación y diversificación de actividades con un consecuente aumento de las fuentes de contaminación de las aguas costeras, que se traduce en una disminución, cuando no pérdida,

de la capacidad de soporte biológico de las aguas y, por tanto, en la imposibilidad de su utilización para determinadas actividades humanas. Por otro lado, desde hace varios años se intenta obtener datos sobre el cambio climático a partir del análisis de la dinámica de las aguas marinas.

Para analizar ambos procesos y gestionarlos adecuadamente la Consejería de Medio Ambiente (CMA) utiliza una batería de indicadores cuyos datos se obtienen de imágenes de satélite de diferente resolución. Complementariamente, estas imágenes se utilizan también como apoyo en el diseño y desarrollo de sistemas de vigilancia para la localización de focos de vertido, así como la ubicación de puntos de muestreo, recogida de datos y análisis de los mismos.

### 2. Objetivos

El programa desarrollado por el Servicio de Información y Evaluación Ambiental tiene un objetivo operativo muy concreto: la obtención de indicadores a nivel regional y local que permitan a la CMA realizar el adecuado seguimiento del medio marino.

Para que un indicador sea útil debe reunir entre otras las características de cálculo sencillo y asequible, continuidad en el tiempo y que sea comparable. Como consecuencia de ello se seleccionaron los siguientes indicadores:

- a nivel regional: diferencias de temperatura superficial y anomalías clorofila con una serie histórica lo suficientemente amplia como para permitir relacionarlos con los datos gestionados por el Subsistema de Información de Climatología

Ambiental de la CMA (CLIMA) con la finalidad de hacer estudios sobre cambio climático

- a nivel local: se han llevado a cabo dos líneas de trabajo más o menos coincidentes en el tiempo calculando turbidez, clorofila *a* y sólidos en suspensión con imágenes Landsat Tm e IRS WIFS. Hay que señalar que en ambos casos, sólo se calculan resultados para los estuarios del litoral atlántico andaluz aunque a lo largo del año 2006 se aplicará a las Bahías de Málaga y Almería.

### **3. Metodología y procesos**

Dada la escala de trabajo, para la caracterización hidrodinámica de las aguas litorales regionales se han utilizado imágenes NOAA AVHRR para el cálculo de la temperatura superficial del mar. A partir de estos datos se calculan, entre otros, las diferencias estacionales en el litoral mediterráneo y atlántico. Además y con imágenes SeaWIFS se realiza el seguimiento de un trazador natural como es la turbidez. La turbidez del agua, relacionada con su contenido de sedimento implica un aumento de la reflectividad en todas las bandas del visible. Para su análisis e interpretación se dispone también de una importante base de datos hidrodinámicos y meteorológicos. En ambos casos existe una serie temporal lo bastante amplia como para permitir en fases futuras ahondar en la relación existente entre estos fenómenos y el cambio climático.

Para la caracterización y seguimiento de los estuarios del litoral atlántico y a partir de imágenes Landsat TM se realizó una caracterización dinámica de las aguas a través del análisis de las estructuras de turbidez, clorofila *a* y sólidos en suspensión; complementariamente se calcularon las ecuaciones predictivas adecuadas que fueron utilizadas para la localización de los puntos de toma de muestras de los programas de seguimiento y vigilancia de calidad de las aguas litorales.

Dada la amplia biblioteca de imágenes IRS WIFS de la que dispone la CMA se consideró de interés utilizarlas también como fuente para el cálculo de la turbidez. Los resultados obtenidos para la serie piloto 1997-2002 demostraron el interés de seguir con esta línea pero también la necesidad de completar los resultados obtenidos con datos meteorológicos e hidrodinámicos así como toma de muestras.

Finalmente y como complemento a todos estos proyectos se consigue una permanente actualización de la biblioteca de imágenes sobre el medio

marino/litoral que proporciona una cobertura coherente y sistemática de este espacio geográfico.

### **4. Conclusiones**

Fruto de los indicadores obtenidos con estos proyectos se perfilan las líneas de trabajo a seguir en los próximos años. Queda claro la necesidad de continuar con indicadores de comportamiento regional y local mejorando y ampliando las fases de toma de muestra y de complemento con datos hidrodinámicos. También se llega a la conclusión de que es necesario utilizar otros sensores que garanticen la pervivencia de esta línea en el futuro, desvinculándose de la disponibilidad de un determinado tipo de imágenes.

Por tanto, el Servicio de Información y Evaluación Ambiental abre ahora una nueva etapa cuyo objetivo es tanto perfilar y mejorar estos indicadores como aplicarlos a otros sensores que garanticen su cálculo en años venideros.

### **4. Agradecimientos**

Además del personal del Servicio de Información y Evaluación Ambiental y de EGMASA que figuran como autores, hay que agradecer su colaboración y participación al resto del Servicio así como a los profesores José Ojeda y Esperanza Sánchez del Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional de la Universidad de Sevilla.

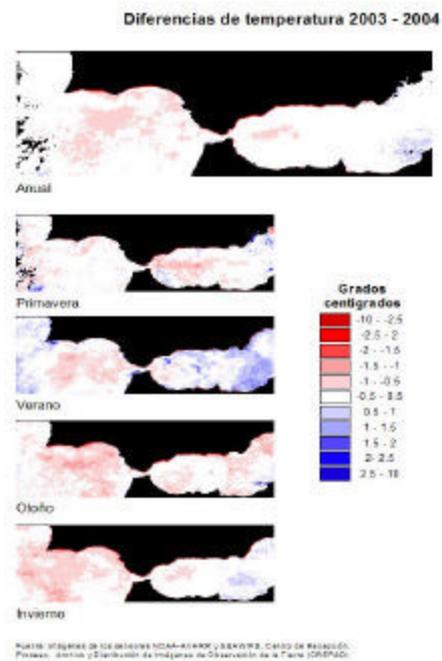


Figura 1: Diferencias de temperatura en las aguas costeras andaluzas a partir de imágenes NOAA AVHRR

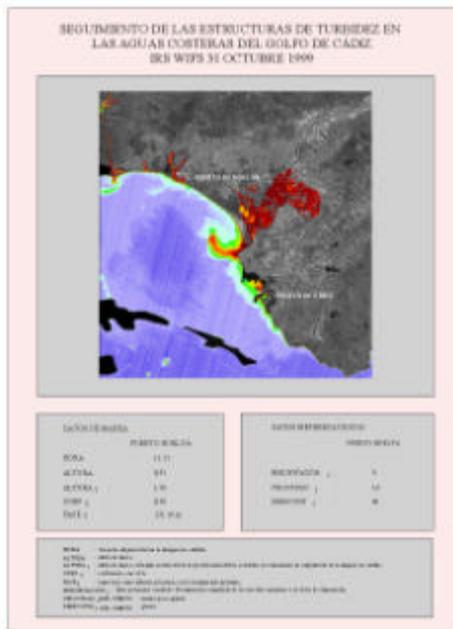


Figura 2: Indicador de turbidez en las aguas costeras del Golfo de Cádiz a partir de imágenes IRS WIFS.

