

# DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LAS AGUAS MARINAS Y ESTUÁRICAS DEL CAMPO DE GIBRALTAR

*Enrique Nebot Sanz / Catedrático del Dep. de Tecnologías del Medio Ambiente, UCA.*

*Carmen Garrido Pérez*

*Daniel González Fernández*

## RESUMEN

La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía ha impulsado el Plan de Calidad Ambiental del Campo de Gibraltar, con el objeto de realizar un diagnóstico ambiental que permita identificar los principales problemas ambientales y afrontar las respuestas más adecuadas para solucionarlos. Para ello, desde el año 2002 se están llevando a cabo diversos estudios científicos entre los que se encuentra el Estudio de la Calidad Ambiental del Medio Acuático, encargado a la Universidad de Cádiz.

Durante los primeros años de estudio se han analizado cuáles son los principales problemas de la zona, se ha establecido en qué manera y magnitud pueden verse afectado el medio acuático, se ha evaluado el estado actual del medio ambiente marino y se han establecido las soluciones técnicas y económicamente viables que permitirían mejorar este estado de calidad. En el presente trabajo se muestran los resultados y las conclusiones más relevantes realizadas dentro del ámbito de este proyecto.

**Palabras Clave:** diagnóstico ambiental, medio marino, presiones, demografía, industria, tráfico marítimo.

## **INTRODUCCIÓN**

La comarca del Campo de Gibraltar es una de las zonas más industrializadas de la provincia de Cádiz y en ella se sitúa uno de los tejidos productivos más importantes de la Comunidad Autónoma Andaluza. Consecuentemente, esta comarca presenta una de las problemáticas ambientales más complejas de toda la Comunidad Autónoma.

La existencia de una industria generadora de un notable volumen de actividad, la integración de importantes núcleos de población en torno a las fuentes de actividades económicas, la importancia a nivel mundial del Puerto Bahía de Algeciras, la estratégica situación geográfica de puente entre continentes y océanos, unida a un entorno natural que conserva numerosos valores ambientales de carácter único, son sólo algunos de los factores que motivan que las relaciones entre el desarrollo económico del Campo de Gibraltar y la preservación del medio ambiente sean complejas.

Desde 2002, la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (CMAJA), junto con varios grupos de investigación de la Universidad de Cádiz (UCA) y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), ha impulsado el “Plan de Calidad Ambiental del Campo de Gibraltar (PCACG)” con la finalidad de identificar los principales problemas ambientales y proponer las respuestas más adecuadas para solucionarlos.

El principal objetivo de los estudios que actualmente se realizan en el contexto del Plan de Calidad del Campo de Gibraltar es realizar un “diagnóstico” de la situación ambiental de los términos municipales de Algeciras, Los Barrios, San Roque y la Línea de la Concepción. Para ello, se han analizado cuáles son los principales problemas de la zona, se determina su magnitud y cuáles son las causas de los mismos, evaluando el estado actual del medio ambiente y las soluciones técnicas y económicamente viables. Como objetivos transversales se han investigado lagunas en el conocimiento de esta zona, y se han propuesto y realizado, estudios científicos y técnicos necesarios para completar este diagnóstico.

El PCACG cubre todos los posibles temas ambientales prioritarios en la zona para hacer un correcto diagnóstico ambiental, esto es, medio acuático (medio marino y aguas subterráneas), calidad del aire, suelos, residuos y contaminación por ruido. En este documento se presentan un resumen de los resultados más significativos en el ámbito de la calidad del medio acuático marino y las áreas estuáricas, emplazando a los lectores a la consulta de la documentación completa de este tema y del resto de temáticas tratadas, en los diferentes informes que se han generado y que pueden obtenerse a través de la web del PCACG (<http://www.uca.es/grup-invest/plan-campodegibraltar>).

## METODOLOGÍA

El diagnóstico acerca de la calidad del medio marino y estuárico se ha desarrollado en el marco metodológico definido por las directrices establecidas por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA, 1998; EC, 2003), empleando como herramienta de análisis ambiental el Marco de Referencia denominado Fuerzas Motrices-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (FPEIR), y la Directiva 2000/60/CE por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (DOCE, 2000). Esta metodología es de gran utilidad en la descripción de los orígenes y consecuencias de los problemas ambientales. La siguiente figura muestra de forma esquemática, las etapas de esta metodología.



Figura 1.- Etapas de la metodología de análisis seguida en el diagnóstico del medio marino del PCACG

De acuerdo con este sistema de análisis, los desarrollos sociales y económicos (fuerzas motrices) ejercen presión en el medio ambiente, y como consecuencia, el estado del medio ambiente cambia, así como las condiciones adecuadas para la salud, utilidad de los recursos y biodiversidad. Todo esto conduce a impactos en la salud humana, en los ecosistemas y en los bienes materiales, produciendo una respuesta en la sociedad, en cualquiera de los factores o etapas de análisis.

En esta metodología es usual utilizar indicadores descriptivos que permitan analizar algún aspecto del proceso mediante una “variable” que se pueda evaluar en el tiempo (AEMA, 1999).

- ▶ Los indicadores para “fuerzas motrices” describen los desarrollos sociales, demográficos y económicos en las sociedades y sus correspondientes cambios en los estilos de vida en términos de consumo y producción. Las fuerzas motrices primarias son el crecimiento de la población y el

desarrollo, y éstos provocan cambios en todos los niveles de consumo y producción, ejerciendo presión en el medio ambiente.

- ▶ Los indicadores de “presión” describen la evolución y desarrollo en lo que se refiere a emisión de sustancias, agentes físicos y biológicos, y uso de los recursos, etc.
- ▶ Los indicadores de “estado” dan una descripción de la cantidad y calidad de los fenómenos físicos, biológicos y químicos en ciertas áreas. A consecuencia de la presión que se ejerce sobre el ambiente, su estado cambia. Estos cambios producen impactos sobre las funciones sociales y económicas del medio natural.
- ▶ Los indicadores de “impacto” son usados para describir estos impactos sobre el medio ambiente.
- ▶ Los indicadores de “respuesta” se refieren a las respuestas individuales o en grupos de la sociedad, así como a los intentos de los gobiernos de prevenir, compensar, mejorar o adaptar los cambios en el estado del ambiente.

Basados en esta metodología y haciendo uso de toda la documentación publicada durante el periodo de ejecución del PCACG, así como del análisis de muestras ambientales y observaciones realizadas “in situ”, ha sido posible realizar un diagnóstico del medio marino y se han propuesto una serie de medidas de actuación para la mejora del estado de este medio.

## **RESULTADOS**

### **Identificación de fuerzas motrices y análisis de presiones**

En el Campo de Gibraltar se han identificado tres fuerzas motrices principales susceptibles de generar presión en el medio acuático –Demografía, Industria y Tráfico Marítimo–, más cuatro fuerzas secundarias cuya valoración inicial indica una baja presión sobre el medio acuático –Pesca, Acuicultura, Agricultura y Ganadería.

La siguiente tabla muestra de forma resumida, las presiones, los indicadores utilizados para su análisis, y el impacto potencial identificado. Este análisis se ha realizado partiendo de la recopilación de todos los datos disponibles hasta 2006, de los indicadores que se indican en la tabla y el análisis pormenorizado de cada uno de ellos en el ámbito del Campo de Gibraltar.

Fuerzas motrices: indicadores de presión. Breve descripción	Descripción del impacto potencial de cada indicador	Impacto global Fuerza motriz-presión
<b>DEMOGRAFÍA:</b>		
<p><b>Crecimiento Demográfico.</b> Población de derecho de 210.000 habitantes correspondientes a los municipios de Algeciras (106710), San Roque (23981), La Línea de la Concepción (60951) y Los Barrios (17915) (Datos del 2002). Tendencia al alza por encima de las estimaciones del resto de la provincia de Cádiz. La población prevista para el 2012 es de 225.119, lo que supondrá un crecimiento del 27% respecto al resto de la provincia de Cádiz</p>	<p>Aumento en el resto de presiones-indicadores relacionados con la demografía</p>	<p>⊗PRESENCIA DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN Y SÓLIDOS FLOTANTES</p> <p>⊗AGOTAMIENTO DEL CONTENIDO DE OXÍGENO</p>
<p><b>Consumo de agua: consumo de agua por habitante y municipio.</b> El principal consumo anual de agua es urbano con un 53% (22,8 Hm3), seguido del industrial con un 37 % (15,9 Hm3) y por último el consumo agrícola con un 10 % (4,4 Hm3).</p>	<p>Se estima un aumento en los consumos de agua para uso urbano e industrial para los próximos años. Esto conlleva un aumento en la carga de aguas residuales que incidan sobre el medio acuático</p>	<p>⊗EUTROFIZACIÓN</p>
<p><b>Vertido de aguas residuales: caudal de aguas residuales, carga contaminante, cumplimiento de la normativa.</b> La calidad de los efluentes de la mayoría de las EDARs del Campo de Gibraltar no cumplen con los requisitos de calidad establecidos en la normativa. El principal foco de contaminación se encuentra en la población de Algeciras (carga contaminante apróx. de 165.000 habitantes equivalentes) que actualmente no cuenta con EDAR</p>	<p>Perdida de la calidad de las aguas y los sedimentos. Afección a las comunidades acuáticas</p>	<p>⊗COLORACIÓN DE LAS AGUAS</p> <p>⊗APARICIÓN DE</p>

Fuerzas motrices: indicadores de presión. Breve descripción	Descripción del impacto potencial de cada indicador	Impacto global Fuerza motriz-presión
<p><b>Turismo: consumo de agua por hectárea de campo de golf, uso de aguas regeneradas para riego de campos de golf, uso de fitosanitarios.</b> Aumento de la actividad en los últimos años. Porcentaje elevado de playas de carácter urbano. Gran aumento de la actividad turística relacionada con el deporte del golf</p>	<p>Aumento en el resto de presiones-indicadores relacionados con el consumo de agua. Utilización de fitosanitarios y fertilizantes peligrosos para los organismos acuáticos</p>	<p>MALOS OLORES</p> <p>⊗CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA</p> <p>⊗TOXICIDAD ACUÁTICA</p>
<b>INDUSTRIA:</b>		
<p><b>Vertidos de origen industrial “industria pesada”: carga contaminante, cumplimiento de la normativa, incidencias ambientales.</b> Importantes empresas pesada localizada entorno a la Bahía de Algeciras: acerías, centrales térmicas, industria química, petroquímica, papelera, etc. El vertido de nitratos de la acería es la principal carga contaminante a la Bahía (53% respecto al resto de contaminantes), seguidos de sólidos en suspensión (18%) y materia orgánica (17,3%)</p>	<p>Alto consumo de agua y de energía.</p> <p>Pérdida de la calidad del agua y de los sedimentos debido a los compuestos vertidos por cada actividad industrial. Contaminantes que llegan a las aguas: nitratos, Fluoruros, COT, pH, SS, COT, pH, hidrocarburos, aceites y grasas, sulfuro, amonio, fenoles, temperatura, cloro libre residual, etc. Afección a las comunidades acuáticas</p>	<p>⊗EUTROFIZACIÓN</p> <p>⊗AUMENTO DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN</p> <p>⊗AUMENTO DE LA MATERIA ORGÁNICA</p> <p>⊗TOXICIDAD ACUÁTICA</p>
<p><b>Polígonos industriales, sector industrial de medio y pequeño tamaño</b></p> <p>19 polígonos industriales repartidos en los cuatro municipios (datos de</p>	<p>NO existe información disponible de los vertidos (caudal y composición) que generan estas actividades</p>	<p>⊗POSIBLEMENTE LOS MISMOS IMPACTOS QUE GENERA LA INDUSTRIA PESADA</p>

Fuerzas motrices: indicadores de presión. Breve descripción	Descripción del impacto potencial de cada indicador	Impacto global Fuerza motriz-presión
2002). En orden de porcentaje de industrias: Industrias manufactureras, transformadoras, extracción y transformación de minerales no energéticos y productos derivados. Industria química. Energía y agua		
<b>TRÁFICO MARÍTIMO:</b>		
<b>Tráfico comercial del Puerto Bahía de Algeciras: flujo de barcos, barcos con bandera negra, incidencias ambientales relacionadas con el tráfico.</b> Este puerto es uno de los 10 puertos más importantes del mundo tanto por el transporte de pasajeros como de mercancías. Tendencia al alza en todas las actividades de transporte	Alteración de las comunidades biológicas por el tráfico de barcos. Alteración de las comunidades biológicas por vertidos de hidrocarburos. Pérdida de la calidad del agua y los sedimentos. Alteración de la calidad de las playas por deposición de restos de hidrocarburos.	⊗CONTAMINACIÓN FÍSICA DE LA BIOTA Y DEL HÁBITAT
<b>Tráfico de las instalaciones portuarias pertenecientes a la industria pesada</b>  Destacan las actividades de bunkering, y el movimiento de graneles líquidos en la refinería	Pérdida de la calidad del agua y los sedimentos por vertidos de contaminantes en las operaciones de carga y descarga	⊗EFECTOS BIOLÓGICOS
<b>PESCA, ACUICULTURA, AGRICULTURA Y GANADERÍA</b>		
<b>Pesca y marisqueo: nº de barcos operativos, capturas por especie comercial.</b> Baja actividad. Descenso acusado de la flota pesquera. Área pequeña clasificada como zona de producción de moluscos en la desembocadura del río Palmones	Zonas de marisqueo cerradas por contaminación microbiológica	
<b>Acuicultura: carga contaminante por cultivo.</b> Aumento de la actividad por instalación de granjas flotantes para el cultivo de dorada y lubina y	Pérdida localizada de la calidad de las aguas y los sedimentos	⊗CONTAMINACIÓN DE LOS SEDIMENTOS: FORMACIÓN DE

Fuerzas motrices: indicadores de presión. Breve descripción	Descripción del impacto potencial de cada indicador	Impacto global Fuerza motriz-presión
bateas para el cultivo de mejillón (producción estimada en 600Tn).		BIODEPÓSITOS
<b>Agricultura: consumo de agua, fitosanitarios peligrosos, carga contaminante de las aguas de escorrentía.</b> Baja actividad en las localidades próximas a la Bahía de Algeciras	Pérdida de la calidad de las aguas y sedimentos fundamentalmente en épocas de lluvia o de aplicación de fitosanitarios. La aplicación de fertilizantes puede generar pequeños procesos de eutrofización de las aguas de los ríos Palmones y Guadarranque	⊗PÉRDIDA DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS Y SEDIMENTOS  ⊗TOXICIDAD ACUÁTICA
<b>Ganadería: carga contaminante de las aguas de escorrentía.</b> Baja actividad en las localidades próximas a la Bahía de Algeciras	Pérdida de la calidad de las aguas y sedimentos fundamentalmente en épocas de lluvia	⊗CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA

Tabla 1. Resumen del análisis de fuerzas motrices y análisis de presiones a impactos potenciales sobre el medio acuático. (Fuente: Informe Final, PCACG)

### Estado de calidad del medio

Para el diagnóstico de la calidad del medio acuático del Campo de Gibraltar se han considerado las siguientes temáticas ambientales:

- ▶ Calidad Biológica: Fitoplancton, Macrófitos e Invertebrados
- ▶ Contaminación microbiológica en la biota y en aguas y sedimentos
- ▶ Calidad Físico-Química: Aguas y Sedimentos

Para el análisis de cada temática, se recopiló información acerca de los estudios científicos o técnicos realizados en la zona y relacionados con cualquiera de estas temáticas, se seleccionaron los indicadores de estado, se recopilaron los datos existentes para cada indicador y además se programaron y ejecutaron una serie de campañas de muestreo y análisis al objeto de completar y actualizar los datos bibliográficos, u obtener un estudio base en caso de que no se hubieran hecho estudios de alguna temática o indicador de calidad específico. Los indicadores de estado utilizados en el diagnóstico se muestran en la tabla 2.



Temáticas ambientales	Descripción del estado del medio
<b>CALIDAD BIOLÓGICA</b>	
<b>Fitoplancton: número de especies, tipo de especies, abundancia, diversidad, índice TRIX</b>	La distribución de la biomasa fitoplanctónica en la bahía de Algeciras es heterogénea siendo poco frecuente la presencia de manchas discontinuas de elevada concentración de clorofila que podría ser la manifestación de respuestas a fenómenos localizados de fertilización. Sin embargo las elevadas concentraciones de clorofila en los ríos Palmones y Guadarranque determinan episodios de eutrofización en estos ríos. No se han detectado especies especialmente tóxicas, y en las pocas ocasiones que se han detectado, en concentraciones muy bajas. El índice TRiX determina un nivel trófico bajo en la Bahía de Algeciras, siendo moderado en la desembocadura del río Palmones y dentro de las instalaciones portuarias del puerto de Algeciras. En el interior de los ríos no se ha determinado.
<b>Macrófitos (presencia y tipo de especies, distribución espacial):</b>	La industrialización de la zona ha alterado gravemente las poblaciones de fanerógamas y macroalgas. La presencia frecuente de Ulva indica la presencia de eventos de eutrofización en la ribera del río Palmones.
<b>Invertebrados</b>	En la bahía de Algeciras se encuentran censadas 1.465 especies siendo las más abundantes las pertenecientes al filo molusco y artrópodo. Algunas de estas especies han sido utilizadas para clasificar las zonas en función de su grado de alteración: tunicados para las zonas poco alteradas y esponjas para zonas medio y altamente afectadas por vertidos de aguas residuales urbanas e industriales. Las zonas poco alteradas se localizan cerca de Punta Carnero mientras que en el resto de la Bahía mostró siempre algún grado de alteración, siendo máxima en las proximidades de la acería.
<b>CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA:</b>	
<b>Contaminación microbiológica en la biota: presencia y concentración de microorganismos indicadores (coliformes fecales)</b>	Actualmente se realizan vertidos continuos de aguas residuales urbanas (sin depurar o sin tratamientos de desinfección) de los municipios de Los Barrios y Algeciras a las aguas del río Palmones. Una importante carga de microorganismos de origen fecal se vierte anualmente a las aguas de este estuario. Esta contaminación es especialmente preocupante en los moluscos bivalvos y otros organismos filtradores presentes en el río y en sus marismas. Desde 2003, el marisqueo está prohibido en esta zona debido a la alta contaminación microbiológica de los moluscos.
<b>Contaminación microbiológica de aguas y sedimentos:</b>	Las aguas de la Bahía en general presentan calidad de aguas de baño. Por el contrario, los resultados obtenidos en las aguas de los ríos Palmones y Guadarranque mostraron elevados niveles de contaminación microbiológicas en

Temáticas ambientales	Descripción del estado del medio
<p><b>presencia y concentración de microorganismos indicadores (coliformes fecales, estreptococos fecales, clostridium perfringens)</b></p>	<p>gran parte de los estuarios, siendo máxima en las zonas próximas a los vertidos de aguas residuales de Los Barrios y San Roque. Los resultados en sedimento demostraron que estos microorganismos tienden a acumularse en este compartimento, mostrando valores considerables incluso en localizaciones en donde las aguas mostraron resultados aceptables.</p>
<p><b>CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA:</b></p>	
<p><b>Aguas: pH, temperatura, salinidad, O<sub>2</sub>, turbidez, amonio, nitritos, nitratos, N total, fosfatos, P total, silicatos, carbono orgánico e inorgánico, tensioactivos aniónicos, índice de fenoles, cianuros, fluoruros, PAHs, metales (As, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Hg, Ni, Pb, Zn, Ag)</b></p>	<p>Los resultados del análisis físico-químico obtenidos en las aguas superficiales de las estaciones situadas en la bahía de Algeciras indican una buena calidad ambiental de las aguas. Sólo las estaciones situadas dentro de instalaciones portuarias y afectadas por vertidos urbanos, o en zonas abrigadas próximas a vertidos urbanos e industriales, se han constatado un empeoramiento de la calidad de las aguas. El estuario de los ríos Palmones y Guadarranque mostraron una calidad muy deficiente de sus aguas en algunos tramos próximos a vertidos de aguas residuales. El aporte de nutrientes procedentes de estos vertidos origina frecuentemente episodios de eutrofización provocando graves oscilaciones de O<sub>2</sub> disuelto en las aguas, coloración en las aguas, olor, etc.</p>
<p><b>Sedimentos: granulometría, potencial redox, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo total, PAHs, metales</b></p>	<p>En relación a los parámetros indicadores de contaminación urbana –“materia orgánica”, “nitrógeno” y “fósforo”- en general la bahía de Algeciras presenta una calidad de sedimentos aceptable. Son las estaciones de los ríos, las zonas portuarias o más abrigadas, las que en general presentan las concentraciones más elevadas de estos compuestos. Es muy significativa la contaminación por metales pesados que existe en los sedimentos de la Bahía que se localizan alrededor de la acería destacando la contaminación por cromo, níquel y cobre.</p>

Tabla 2. Resumen del análisis de fuerzas motrices y análisis de presiones a impactos potenciales sobre el medio acuático. (Fuente: Informe Final, PCACG)

Los resultados que se muestran en el PCACG significan para muchos parámetros, la primera vez que se determinan, es decir, el estado actual o basal de estudio. La evolución individual de cada indicador está en función de su origen, significación y localización. La tendencia futura debería ser hacia un mejoramiento del indicador siempre y cuando se activen programas de control de la contaminación. Para otros indicadores que de forma natural se pueden encontrar en los sistemas acuáticos (p.e. nitratos y fosfatos), la tendencia debe ser hacia las concentraciones “normales” de estas aguas. Para los compuestos químicos presentes en vertidos la tendencia ideal sería hacia la ausencia de estos compuestos en aguas y sedimentos. Puesto que esto es prácticamente imposible debido a que el uso de muchos de ellos es imprescindible en diversas actividades, la tendencia debe ser hacia niveles que no afecten a las comunidades biológicas. Con relación a los parámetros biológicos, la tendencia debe ser hacia el aumento (o al menos mantenimiento) de las especies que actualmente habitan estos sistemas acuáticos.

## **Medidas propuestas para minimizar el impacto causado por las fuerzas motrices-presiones**

Una vez identificadas en el medio acuático del Campo de Gibraltar, las presiones que lo afectan, el estado del medio y los impactos potenciales que provocan las distintas presiones, es necesario en todo diagnóstico ambiental proponer medidas que mejoren la calidad ambiental del medio. Estas medidas se han clasificado por orden de importancia en medidas a corto, medio y largo plazo. Destacamos las cinco propuestas más “urgentes”.

Para las fuerzas motrices-presiones:

- ▶ Seguimiento de los indicadores de presión y estado considerados en el PCACG
- ▶ Aguas residuales urbanas: construcción de la EDAR de Algeciras y revisión de los sistemas de tratamiento (capacidad y unidades, incluyendo eliminación de nutrientes y desinfección del efluente) en las EDARs del resto de municipios.
- ▶ Realización de un plan de inventariado de los polígonos industriales y de los contaminantes asociados y sus cargas contaminantes.

Para el estado del medio:

- ▶ Intensificación de los programas de vigilancia ambiental, fundamentalmente en los ríos, aumentando el número de estaciones de control que actualmente tiene la administración, las frecuencias de muestreo, y el número de indicadores de estado considerando al menos los incluidos en el PCACG.
- ▶ Ejecución de estudios complementarios para subsanar las “lagunas” encontradas en las revisiones bibliográficas. Fundamentalmente estos estudios son:
  - Análisis de la calidad de las aguas subterráneas, centrandose este estudio en los acuíferos situados en las proximidades de zonas urbanas e industriales y en campos de golf.

- Balance de nutrientes en la Bahía, estudio del riesgo de eutrofización. En una primera fase, sólo se han caracterizado las aguas superficiales de la Bahía. Es necesario realizar nuevos estudios en toda la columna de agua, con la dificultad de que la bahía de Algeciras presenta una gran profundidad alcanzando valores de más de 600 metros.
- Estudio hidrodinámico de la Bahía. Hasta la fecha no hay ningún trabajo serio y completo que estudie la dinámica de la bahía de Algeciras. La situación de esta Bahía es muy importante desde un punto de vista oceanográfico porque se encuentra en la zona de mezcla de dos grandes masas de agua de composición y comportamiento muy diferentes, el mar Mediterráneo y el océano Atlántico.
- Estudio de sedimentos profundos. El estudio de sedimentos realizados en el diagnóstico, se ha limitado a sedimentos tomados a una profundidad máxima de 10 metros. Es importante estudiar el estado de calidad de los sedimentos hasta la profundidad de al menos 150 metros.

### **Estado de ejecución de las medidas y de los estudios propuestos**

La ejecución del PCACG no ha terminado, por tanto, muchas de las medidas propuestas están todavía pendientes o en vías de ejecución.

Así, cabe destacar que actualmente se está construyendo la EDAR de Algeciras y muchas EDARs de la zona han revisado sus sistemas de tratamiento y ya han sido ampliados como es el caso del municipio de La Línea de la Concepción incorporando el tratamiento biológico a su línea de tratamiento de aguas.

En cuanto a los estudios complementarios propuestos, éstos ya han sido ejecutados y se han elaborado los informes y los diagnósticos correspondientes para cada temática (web del PCACG).

### **BIBLIOGRAFÍA**

- AEMA. 1998. "Europe's Environment: the Second Assessment". Office for Official Publications of the European Communities. Elsevier Science.
- AEMA. 1999. "Environmental Indicators: Typology and Overview". Office for Official Publications of the European Communities.
- DOCE, 2000. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. DOCE 327/L, de 22-12-00.
- MMA, 2005. Manual para la identificación de las presiones y análisis del impacto en aguas superficiales. Ed. Ministerio de Medio Ambiente.
- European Communities, 2003. Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC). Guidance document N°3. Analysis of Pressures and Impacts. Produced by Working Group 2.1-IMPRESS. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Web PCACG: <http://www.uca.es/grup-invest/plan-campodegibraltar>