

CALIDAD DEL AGUA Y EL SEDIMENTO EN EL PUERTO DE ALMERÍA

FECHA: TRIMESTRE ABRIL-JUNIO 2019



AUTORIDAD PORTUARIA DE ALMERÍA

MEDGAZ



J. Ronco y Cía., S.L.
RONCO



GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE QUÍMICA
ANALÍTICA DE CONTAMINANTES

SALG Sociedad Anónima
López Guillén

DATOS GENERALES

TÍTULO: Calidad del agua en el Puerto de Almería. Trimestre abril-junio 2019

LABORATORIO DE ENSAYO:

Entidad: LABORATORIO ANALÍTICO BIOCLÍNICO

C.I.F.: B04437331

Dirección: C/ Albert Einstein nº7. Parque Científico Tecnológico de Almería.
Autovía del Mediterráneo (A-7), Salida 460. 04131, El Alquíán (Almería)

SOLICITANTE:

Entidad: AUTORIDAD PORTUARIA DE ALMERÍA

C.I.F.: Q 0400106A

Dirección: Muelle de Levante s/n. 04001. Almería

Fecha de toma de muestras:

09/05/2019

Fecha de emisión de informe:

16/07/2019

Responsable:

Carmen Laura Guirado Gutiérrez

Área de Medioambiente e
Inspecciones Medioambientales

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVO	4
3. NORMATIVA	4
4. LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.....	4
5. METODOLOGÍA DE TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS	5
6. RESULTADOS.....	7
6.1. RESULTADOS OBTENIDOS EN AGUAS.....	7
6.2. RESULTADOS OBTENIDOS EN SEDIMENTOS.....	8
7. VALORACIÓN DEL ESTADO DE LA MASA DE AGUA DEL PUERTO DE ALMERÍA	10
7.1. APLICACIÓN DE ROM 5.1. PROGRAMA DE VIGILANCIA SISTEMÁTICA DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL PUERTO DE ALMERÍA	10
7.2. VALORACIÓN DEL ESTADO SEGÚN EL RD 817/2015.....	13
8. CONCLUSIONES	14
ANEXO I.....	15

1. INTRODUCCIÓN

La Autoridad Portuaria de Almería desarrolla desde el año 2008 un programa de control de la calidad de las aguas en el Puerto de Almería. El principal objetivo de este trabajo es estudiar la calidad de aguas marítimas y sedimentos del Puerto, focalizado sobre la determinación de aquellos indicadores químicos y fisicoquímicos que sean más indicativos del estado de las aguas marítimas. Con este trabajo se pretende aportar información sobre la calidad de las aguas y sedimentos del Puerto de Almería, analizar su evolución a lo largo del tiempo, así como sentar las bases para la gestión ambiental del sistema y la posible aplicación de la ROM 5.1 de forma integral.

Con fecha 18 de febrero de 2013 se publicó el documento ROM 5.1-13, cuyo objetivo principal es incorporar las mejoras en los procedimientos y herramientas propuestos durante el desarrollo e implementación de ROM 5.1-05 en diferentes Puertos. Los trabajos presentados en este informe se corresponden con los descritos en el “*Programa de vigilancia de la calidad ambiental*”, instrumento que permite evaluar la evolución de la calidad ambiental de las Unidades de Gestión Acuática Portuarias. También se realiza la valoración del estado considerando lo establecido en el Real Decreto 817/2015.

2. OBJETIVO

El objetivo del presente informe es la presentación de los resultados obtenidos en la toma de muestras llevada a cabo en mayo de 2019, correspondiente al segundo trimestre de contrato del año 2019.

3. NORMATIVA

Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

ROM 5.1-13. Recomendación para obras marítimas en Puertos. Versión 2013 (18 de febrero de 2013).

4. LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Se han tomado un total de 4 muestras de agua en superficie, 4 muestras de agua integradas en profundidad y 2 muestras de sedimentos, en diferentes puntos localizados

según se indica en el Anexo I. Los puntos de muestreo se han codificado según se indica a continuación:

PUNTOS	UBICACIÓN
PAL-1 / PAL-6	Puerto pesquero
PAL-2 / PAL-7	Dársena comercial-zona interior
PAL-4	Puerto deportivo
PAL-6 / PAL-8	Dársena comercial-zona exterior

5. METODOLOGÍA DE TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS

Toma de muestras de agua

La toma de muestras se ha llevado a cabo según las indicaciones de las normas internacionales que se citan a continuación:

- UNE-EN 5667-1:2007. Calidad del agua. Muestreo. Parte 1: *Guía para el diseño de los programas de muestreo* (ISO 5667-1:2007).
- UNE-EN 5667-3:2013. Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: *Guía para la conservación y manipulación de muestras* (ISO 5667-3:2012).
- ISO 5667-9:1992. Water quality. Sampling. Part 9: Guidance on sampling from marine waters.

Se han medido *in situ* las variables pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto y porcentaje de saturación de oxígeno en el lugar y momento de la toma de muestras de agua.

Las muestras integradas en profundidad se han tomado a partir de la mezcla de las siguientes alícuotas:

PUNTO	PROFUNDIDAD ALÍCUOTA 1	PROFUNDIDAD ALÍCUOTA 2
PAL-1	Superficie	3,5 m
PAL-2	Superficie	10,0 m
PAL-4	Superficie	4,0 m
PAL-6	Superficie	10,0 m

Para llevar a cabo los análisis de las aguas se han tenido en cuenta las normas internacionales publicadas para el análisis de cada contaminante (Normas ISO), así como lo establecido en el Anexo III del Real Decreto 817/2015.

Análisis de aguas:

El programa de muestreo es el siguiente:

PARÁMETROS	FECHA DE MUESTREO
pH <i>in situ</i> , CE <i>in situ</i> , Oxígeno disuelto <i>in situ</i> , Temperatura <i>in situ</i> , Turbidez, Hidrocarburos, Clorofila <i>a</i>	Trimestre 1 (enero-marzo), Trimestre 2 (abril-junio), Trimestre 3 (julio-septiembre), Trimestre 4 (octubre-diciembre)
Tritutilestaño, Di(2-etilhexil)ftalato, Octilfenol, Nonilfenol, 4-nonilfenol, Pentaclorofenol, Atrazina, Diurón, Isoproturón, Simazina, Cadmio, Mercurio, Níquel, Plomo	Trimestre 2 (abril-junio)

Toma de muestras de sedimentos

Las muestras de sedimentos se han tomado utilizando una draga. Estas muestras se conservan en bote de plástico de 500 mL de capacidad y se trasladan inmediatamente en frío al laboratorio. Las normas de referencia para la toma de muestras en sedimentos se indican a continuación, así como algunas fotografías tomadas durante el muestreo:

- UNE-EN ISO 5667-15:2010. Calidad del agua. Muestreo. Parte 15: Guía para la conservación y manipulación de muestras de lodo y sedimentos. (ISO 5667-15:2009)
- UNE-EN ISO 5667-19:2004. Calidad del agua. Muestreo. Parte 19: Guía para el muestreo de sedimentos marinos (ISO 5667-19:2004).

Análisis de sedimentos

La programación de toma de muestras y análisis de sedimentos se indica en el siguiente cuadro:

PARÁMETROS	FECHA DE MUESTREO
Nitrógeno total, Fósforo total, Materia orgánica, Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, As, Cr, antraceno, fluoranteno, naftaleno, benzo(a)pireno, benzo(k)fluoranteno, benzo(b)fluoranteno, benzo(g,h,i)perileno, indeno (1,2,3-cd)pireno	Trimestre 2 (abril-junio), Trimestre 4 (octubre-diciembre)

Se han revisado los métodos de análisis, adaptándolos a los que indica el documento ROM 5.1-13.

A continuación se muestran algunas fotografías tomadas durante la toma de muestras y medidas *in situ*.



Toma de muestras con botella oceanográfica (muestras integradas)



Toma de datos *in situ*



Toma de muestras de sedimento con draga

La ubicación de los puntos de toma de muestras de agua y sedimento se puede consultar en el Anexo I.

6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS OBTENIDOS EN AGUAS

Los resultados de todos los contaminantes analizados obtenidos en cada una de las muestras se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados obtenidos en las muestras de agua. Mayo 2018.

Muestra	PAL-1 PESQUERO	PAL-2 COMERC. INT.	PAL-4 DEPORTIVO	PAL-6 COMERC. EXT
Fecha toma muestra	09.05.2019	09.05.2019	09.05.2019	09.05.2019
Hora toma muestra	09:05	10:10	10:55	09:45
PARÁMETROS BÁSICOS				
pH (ud pH)	7,9	8,1	8,0	8,1
Temperatura (°C)	18,8	19,1	19,2	18,8
Oxígeno Disuelto (mg/L)	6,9	7,4	6,5	7,4
% Oxígeno Disuelto	90,3	97,6	88,9	97,7
Conductividad a 20 °C (µS/cm)	51300	51300	51000	51300
CONTAMINANTES GENERALES				
Hidrocarburos disueltos (µg/L)	<5	<5	<5	<5
Turbidez (UNF)	0,7	<0,5	<0,5	<0,5
Clorofila <i>a</i> (µg/L)*	0,96	0,52	0,46	0,22
METALES				
Cadmio (µg/L)	<1	<1	<1	<1
Mercurio (µg/L)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Níquel (µg/L)	<2	<2	<2	<2

Muestra	PAL-1 PESQUERO	PAL-2 COMERC. INT.	PAL-4 DEPORTIVO	PAL-6 COMERC. EXT
Plomo ($\mu\text{g/L}$)	<2	<2	<2	3
CONTAMINANTES ORGÁNICOS				
Octilfenol ($\mu\text{g/L}$)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
4-nonilfenol ($\mu\text{g/L}$)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Pentaclorofenol ($\mu\text{g/L}$)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Di(2-etilhexil)ftalato (DEHP) ($\mu\text{g/L}$)	<1,3	1,6	<1,3	<1,3
Tributilestaño (TBT) (ng/L)	1,38	<1,0	<1,0	<1,0
Isoproturón ($\mu\text{g/L}$)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Atrazina ($\mu\text{g/L}$)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Diurón ($\mu\text{g/L}$)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Simazina ($\mu\text{g/L}$)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

PARÁMETROS BÁSICOS: Se obtuvieron valores de temperatura, conductividad eléctrica y pH en el intervalo esperado para aguas marinas costeras (Tabla 1). El porcentaje de oxígeno disuelto presentó valores superiores al 88 % en todos los puntos de control, los cuales indican buena oxigenación de las aguas, aunque ha disminuido con respecto a trimestres anteriores.

CONTAMINANTES GENERALES: Las concentraciones de hidrocarburos fueron bajas, obteniéndose valores inferiores al límite de cuantificación del método analítico utilizado en cada caso en todos los puntos. Con respecto a la turbidez, solo se obtuvo un valor por encima del límite de cuantificación en PAL-1, siendo de 0,7 UNF, muy cercano al LC del método. Los niveles de Clorofila *a* obtenidos oscilaron entre 0,22 $\mu\text{g/L}$ en PAL-6 y 0,96 $\mu\text{g/L}$ en PAL-1.

METALES: Las concentraciones de cadmio, níquel y plomo han sido bajas en todos los puntos de control, registrándose valores inferiores al límite de cuantificación del método analítico utilizado para cada metal, salvo plomo en PAL-6, que se obtuvo un resultado de 3 $\mu\text{g/L}$, valor muy cercano al límite de cuantificación del método (Tabla 1).

CONTAMINANTES ORGÁNICOS: Todos los contaminantes orgánicos analizados han presentado concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los métodos analíticos, salvo DEHP en PAL-2 ($1,6 \pm 0,6 \mu\text{g/L}$) y TBT en PAL-1 ($1,38 \pm 0,43 \text{ ng/L}$).

6.2. RESULTADOS OBTENIDOS EN SEDIMENTOS

Los resultados obtenidos de todos los contaminantes analizados en cada una de las muestras se exponen en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados obtenidos en las muestras de sedimentos. Mayo 2019.

Muestra	PAL-7	PAL-8	PAL-9
Fecha toma muestra	09.05.2019	09.05.2019	09.05.2019
Hora toma muestra	09:15	10:20	10:00
CONTAMINANTES GENERALES			
Nitrógeno total (%)	0,08	0,07	0,14
Fósforo total (mg/kg)	433	225	511
Materia orgánica (%)	11,68	8,43	10,86
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS			
Antraceno (µg/kg)	<2	<2	<2
Fluoranteno (µg/kg)	<2	<2	<2
Naftaleno (µg/kg)	<2	<2	<2
Benzo(a)pireno (µg/kg)	<2	<2	<2
Benzo(b)fluoranteno (µg/kg)	<2	<2	<2
Benzo(k)fluoranteno (µg/kg)	<2	<2	<2
Benzo (g,h,i)perileno (µg/kg)	<2	<2	<2
Indeno(1,2,3-cd)pireno (µg/kg)	<2	<2	<2
PAH total (µg/kg)	<2	<2	<2
METALES			
Mercurio (mg/kg)	0,31	0,15	0,42
Cadmio (mg/kg)	0,24	0,16	0,24
Plomo (mg/kg)	67	48	71
Cobre (mg/kg)	25	11	11
Zinc (mg/kg)	44	48	58
Níquel (mg/kg)	6,5	7,2	18
Arsénico (mg/kg)	8,7	5,2	16
Cromo (mg/kg)	16	6,6	24

CONTAMINANTES GENERALES: La concentración de nitrógeno total ha sido baja en los tres puntos de control de sedimentos, oscilando entre un valor de 0,07 en PAL-8 y 0,14 % en PAL-9 (Tabla 2). En el caso del fósforo total, las concentraciones han oscilado entre 225 mg/kg en el punto PAL-8 y 511 mg/kg en PAL-9, mientras que la concentración de materia orgánica ha oscilado entre 8,43 % en el punto PAL-8 y 11,68 % en PAL-7.

HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS: Las concentraciones han sido inferiores al límite de cuantificación del método analítico empleado en todos los casos (Tabla 2).

METALES: Las concentraciones más bajas se han obtenido para mercurio y cadmio (valores de mercurio comprendidos entre 0,18 mg/kg en PAL-8 y 0,42 mg/kg en PAL-9), mientras que las concentraciones más elevadas se han obtenido para plomo (valores comprendidos entre 48 mg/kg en PAL-7 y 71 mg/kg en PAL-9).

7. VALORACIÓN DEL ESTADO DE LA MASA DE AGUA DEL PUERTO DE ALMERÍA

Para la valoración del estado se han considerado los criterios establecidos en el documento ROM, y lo establecido en el RD 817/2015. Para ello es necesario establecer el TIPO de las masas de agua, mediante la estimación de la CATEGORÍA y la CLASE.

El Puerto de Almería se encuentra caracterizado en la Planificación Hidrológica, según este documento se establece:

CATEGORÍA: Aguas costeras

CLASE: Aguas muy modificadas

TIPO CM4: AGUAS COSTERAS MEDITERRÁNEAS DE RENOVACIÓN ALTA

Esta clasificación nos permitirá evaluar los indicadores de calidad.

7.1. APLICACIÓN DE ROM 5.1. PROGRAMA DE VIGILANCIA SISTEMÁTICA DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL PUERTO DE ALMERÍA

Los análisis realizados permiten el cálculo de indicadores de calidad establecidos en el Programa de Vigilancia Ambiental, para conocer el estado y evolución de la calidad de las masas de agua de la Zona de Servicio Portuario. Los indicadores de calidad evaluados son los siguientes:

- Evaluación de la calidad fisicoquímica del agua
- Evaluación de la calidad biológica del agua y del bentos
- Evaluación de la calidad fisicoquímica del sedimento
- Evaluación de la calidad química del agua y del sedimento (NCA)

Evaluación de la calidad físico-química del agua

La evaluación de la calidad fisicoquímica del agua se llevará a cabo anualmente, en los mismos puntos de control en los que se realiza la valoración fisicoquímica del sedimento. Los indicadores utilizados son los establecidos en los correspondientes Planes Hidrológicos (condiciones generales de transparencia, oxigenación, nutrientes). El documento ROM 5.1-13 establece límites para los parámetros turbidez, saturación de oxígeno e hidrocarburos totales. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

INDICADOR	PAL-1	PAL-2	PAL-4	PAL-6
Tipo asignado a Turbidez	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial
Tipo asignado a Saturación de Oxígeno	Máximo potencial	Máximo potencial	Buena o superior	Máximo potencial
Tipo asignado a Hidrocarburos totales	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial
VALORACIÓN GLOBAL	MÁXIMO POTENCIAL	MÁXIMO POTENCIAL	BUENA O SUPERIOR	MÁXIMO POTENCIAL

Evaluación de la calidad biológica del agua y del bentos

Para la aplicación de ROM 5.1-13 el único elemento de calidad biológico obligatorio es el fitoplancton. El indicador establecido para la valoración del fitoplancton es la Clorofila *a*, la calidad biológica se calculará para periodos mínimos anuales, y tomando el valor obtenido para el Percentil 90 de todos los datos disponibles. Según estos criterios, los tipos de calidad asignados a las aguas del Puerto de Almería durante el mes de mayo de 2018 se indican a continuación:

	PAL-1	PAL-2	PAL-4	PAL-6
Calidad biológica UGAP muy modificadas- Renovación Alta*	MÁXIMO POTENCIAL	MÁXIMO POTENCIAL	MÁXIMO POTENCIAL	MÁXIMO POTENCIAL

*El nivel de calidad debe calcularse con los valores promedio anuales

UGAP: Unidades de Gestión Acuática Portuarias

Evaluación de la calidad fisicoquímica del sedimento

Los indicadores utilizados en la valoración de la calidad fisicoquímica del sedimento incluyen el carbono orgánico total (COT), el nitrógeno total kjeldahl (NTK) y el fósforo total (PT). La valoración de este elemento se realiza a partir del Índice de Calidad Orgánica (ICO):

$$ICO = C_{COT} + C_{NTK} + C_{PT}$$

Donde:

C_{COT}: Valor normalizado del porcentaje medio anual de carbono orgánico total

C_{NTK}: Valor normalizado del porcentaje medio anual de nitrógeno kjeldahl

C_{PT}: Valor normalizado del porcentaje medio anual de fósforo total

Se valora en una escala de 0 a 10.

Se ha obtenido “CALIDAD MODERADA”, siendo el valor de 5 en todos los puntos de control, tal y como se puede ver a continuación:

	PAL-7	PAL-8	PAL-9
Índice de Calidad Orgánico (ICO)	5	5	5
Nivel de Calidad*	MODERADA	MODERADA	MODERADA

*El nivel de calidad debe calcularse con los valores promedio anuales

Evaluación de la calidad química del agua y del sedimento (NCA)

Calidad química del agua (NCA)

La evaluación de la calidad química se valorará de acuerdo con la legislación vigente en calidad de las aguas (actualmente el RD 817/2015), y se realizará anualmente.

Los contaminantes analizados en las aguas en el mes de mayo de 2019 en el Puerto de Almería han presentado concentraciones inferiores a los límites establecidos en el RD 817/2015 salvo DEHP en el punto de muestreo PAL-2, cuya concentración ha sido de $1,6 \pm 0,6 \mu\text{g/L}$, y TBT en PAL-1 ($0,00138 \pm 0,00043 \mu\text{g/L}$). Las NCA establecen unos valores medios anuales, siendo de $1,3 \mu\text{g/L}$ para DEHP y de $0,0002 \mu\text{g/L}$ para TBT. Debido a que las aguas del Puerto de Almería solamente se analizan en el segundo trimestre para estos parámetros, no es posible hacer una valoración al no disponer de una media anual.

Calidad química de los sedimentos (NCA)

En el caso de los sedimentos, los indicadores incluirán la serie completa de metales pesados e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH) incluidos en el RD 817/2015. En este caso, las NCA quedan definidas en cada Plan Hidrológico de Cuenca, en el Plan Hidrológico de la Cuenca Mediterránea Andaluza este aspecto se encuentra en estudio. En estos casos el documento ROM 5.1-13 establece que la calidad del sedimento se evalúe según los Niveles de Acción inferiores establecidos en las recomendaciones de material de dragado que estén en vigor en el momento de aplicación de dicha Recomendación.

En el periodo considerado los valores de contaminación obtenidos en sedimentos han sido en todos los casos inferiores a los establecidos en las recomendaciones de material de dragado establecidos actualmente por el CEDEX.

7.2. VALORACIÓN DEL ESTADO SEGÚN EL RD 817/2015

Según el Real Decreto 817/2015, se define el estado de una masa de agua como el peor valor de su estado ecológico y químico. En el caso de masas de agua muy modificadas, como es el caso de los Puertos, se debe valorar:

- El potencial ecológico, que se clasifica en función de los elementos de calidad establecidos en el Anexo II.F.
- El estado químico, para cuya clasificación se aplican las normas de calidad ambiental establecidas en el Anexo IV

Valoración del potencial ecológico

Los parámetros considerados para la valoración del potencial ecológico son: Clorofila a , turbidez, porcentaje de saturación de oxígeno disuelto e hidrocarburos totales en el agua y carbono orgánico total, nitrógeno kjeldahl y fósforo total, en el sedimento. En el caso de Clorofila a , la clase de calidad se calculará para periodos mínimos anuales, y tomando el valor obtenido para el Percentil 90 de todos los datos disponibles. A continuación se muestra la valoración obtenida en el mes de mayo de 2019.

INDICADOR (agua)	PAL-1	PAL-2	PAL-4	PAL-6
Tipo asignado a Clorofila a	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial
Tipo asignado a Turbidez	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial
Tipo asignado a % Saturación Oxígeno	Máximo potencial	Máximo potencial	Buena o superior	Máximo potencial
Tipo asignado a Hidrocarburos totales	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial
INDICADOR (Sedimento)	PAL-7	PAL-8	--	PAL-9
Carbono Orgánico Total (COT)	Deficiente	Deficiente	--	Deficiente
Nitrógeno kjeldahl (NTK)	Buena o superior	Buena o superior	--	Buena o superior
Fósforo total (PT)	Buena o superior	Buena o superior	--	Buena o superior
Índice de Calidad Orgánica (ICO)	Buena o superior	Buena o superior	--	Buena o superior

VALORACIÓN
GLOBALCALIDAD
DEFICIENTECALIDAD
DEFICIENTEMÁXIMO
POTENCIALCALIDAD
DEFICIENTE

Valoración del estado químico

En este caso la valoración es la misma que se ha realizado en el apartado anterior “Valoración de la calidad química del agua y del sedimento (NCA)”.

8. CONCLUSIONES

Las aguas del Puerto de Almería han presentado una menor calidad en el mes de mayo de 2019. Los valores de concentración de hidrocarburos y turbidez obtenidos han sido muy bajos, registrándose valores inferiores a los límites de cuantificación en el método analítico utilizado en el caso de los hidrocarburos en todos los puntos de muestreo. El oxígeno presentó valores superiores al 90% en todos los puntos salvo en PAL-4 (88,9%), lo que indica buena oxigenación de las aguas. Las concentraciones de clorofila *a* observadas durante el mes de mayo han inferiores a las registradas en la anterior toma de muestras de marzo, excepto en AL-1.

El indicador de calidad biológica del agua y el bentos establecido por ROM 5.1-13, basado en las concentraciones de Clorofila *a*, ha mostrado “Máximo potencial” en todos los puntos de control. En cuanto a la calidad físico-química del agua, el indicador establecido por ROM para su evaluación, basado en los valores de turbidez, oxígeno disuelto e hidrocarburos totales, ha presentado “Máximo potencial” en todos los puntos de estudio, excepto en PAL-4 que ha sido “Buena o superior”.

En el caso de los sedimentos se han obtenido concentraciones elevadas de materia orgánica, responsables de que el indicador de calidad fisicoquímica del sedimento presente valoración de “Calidad moderada” en los puntos PAL-7, PAL-8 y PAL-9. No se han detectado PAH, y las concentraciones de metales han sido inferiores a los valores de referencia establecidos por CEDEX en todos los casos.

La valoración del potencial ecológico según el RD 817/2015, es “Calidad deficiente” en salvo en PAL-4 debido a los resultados obtenidos en el sedimento. La valoración del estado químico es la misma que la establecida por ROM.

ANEXO I

LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE TOMA DE MUESTRAS

