



CALIDAD DEL AGUA Y EL SEDIMENTO EN EL PUERTO DE ALMERÍA

ABRIL-JUNIO 2023



DATOS GENERALES

TÍTULO: Calidad del agua y el sedimento en el Puerto de Almería. Trimestre abril-junio 2023	
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 INICIO: 04/05/2023	FECHA DE FIN: 04/05/2023
Fecha de emisión de informe: 30/06/2023	
Responsables:	
Carmen Laura Guirado Gutiérrez	Manuel Ortega García
	
Área de Medioambiente	Área de Medioambiente

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVO	4
3. NORMATIVA.....	4
4. LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.....	5
5. METODOLOGÍA DE TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS.....	5
6. RESULTADOS.....	8
6.1. RESULTADOS OBTENIDOS EN AGUAS.....	8
6.2. RESULTADOS OBTENIDOS EN SEDIMENTOS.....	10
7. VALORACIÓN DEL ESTADO DE LA MASA DE AGUA DEL PUERTO DE ALMERÍA	11
7.1. APLICACIÓN DE ROM 5.1. PROGRAMA DE VIGILANCIA SISTEMÁTICA DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL PUERTO DE ALMERÍA	12
7.2. VALORACIÓN DEL ESTADO SEGÚN EL RD 817/2015	15
8. CONCLUSIONES.....	16
ANEXO I.....	18

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 2023, correspondiente al segundo trimestre de contrato del año 2023.

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 3 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	Puerto pesquero
PAL-2	Dársena comercial-zona interior
PAL-4	Puerto deportivo
PAL-6	Dársena comercial-zona exterior

5. METODOLOGÍA DE TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS

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

Las muestras destinadas al análisis de Clorofila α , se han tomado integradas en profundidad en la columna de agua (superficie y fondo), utilizando para ello una botella oceanográfica. 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 el resto de análisis, las muestras se han tomado puntuales en superficie.

Además, 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.

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

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.

El programa de muestreo es el siguiente:

PARÁMETROS	FECHA DE MUESTREO
pH <i>in situ</i> , Conductividad <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)
Trituilestaño, Di(2-etilhexil)ftalato, Octilfenol, Nonilfenol, 4-nonilfenol, Pentaclorofenol, Atrazina, Diurón, Isoproturón, Simazina, Cadmio, Mercurio, Níquel, Plomo	Trimestre 2 (abril-junio)

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

Toma de muestras de sedimentos

Las muestras de sedimentos se han tomado utilizando una draga. Estas muestras se conservan en envases de polietileno y vidrio, según los ensayos a realizar, 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. Calidad del agua. Muestreo. Parte 15: Guía para la conservación y manipulación de muestras de lodo y sedimentos. (ISO 5667-15)
- UNE-EN ISO 5667-19. Calidad del agua. Muestreo. Parte 19: Guía para el muestreo de sedimentos marinos (ISO 5667-19).

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.

6. RESULTADOS

En este apartado se muestran los resultados obtenidos tras el análisis de las aguas y los sedimentos.

6.1. RESULTADOS OBTENIDOS EN AGUAS

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

Tabla 1. Resultados obtenidos en las muestras de agua. Trimestre abril-junio 2023.

Muestra	PAL-1 PESQUERO	PAL-2 COMERC. INT.	PAL-4 DEPORTIVO	PAL-6 COMERC. EXT
Fecha toma muestra	04/05/2023	04/05/2023	04/05/2023	04/05/2023
Hora toma muestra	10:30	09:35	08:56	09:10
PARÁMETROS BÁSICOS				
pH (ud pH)	8,2	8,2	8,1	8,2
Temperatura (°C)	20,3	20,1	20,4	20,1
Oxígeno Disuelto (mg/L)	7,4	7,4	7,4	7,4
Oxígeno Disuelto (%)	>100	>100	>100	>100
Conductividad a 20 °C (µS/cm)	56100	55700	55400	55500
CONTAMINANTES GENERALES				
Hidrocarburos disueltos (µg/L)	<5	9,4	12,9	11,0
Turbidez (UNF)	0,9	0,5	<0,5	<0,5
Clorofila <i>a</i> (µg/L)*	4,33	0,27	0,35	<0,10
METALES				
Cadmio (µg/L)	<1	<1	<1	<1
Mercurio (µg/L)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Níquel (µg/L)	<2	<2	<2	<2
Plomo (µg/L)	<2	<2	<2	<2
CONTAMINANTES ORGÁNICOS				
Octilfenol (µg/L)	<10	<10	<10	<10
4-nonilfenol (µg/L)	<10	<10	<10	<10
Pentaclorofenol (µg/L)	<10	<10	<10	<10
Di(2-etilhexil)ftalato (DEHP) (µg/L)	<0,05	0,05	<0,05	<0,05
Tributilestano (TBT) (ng/L)	0,4	<0,2	0,9	0,8
Isoproturón (µg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Atrazina (µg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Diurón (µg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Simazina (µg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

(*) Parámetro analizado sobre muestra integrada en profundidad

PARÁMETROS BÁSICOS: Se obtuvieron valores de temperatura, conductividad eléctrica y pH en el intervalo esperado para aguas marinas costeras. El porcentaje de oxígeno disuelto presentó valores superiores al 100%, los cuales indican una excelente oxigenación de las aguas en todos los puntos de control.

CONTAMINANTES GENERALES: Las concentraciones de turbidez fueron bajas. En el punto PAL-1 (Puerto pesquero) se registró el nivel de turbidez más elevado (0,9 UNF), mientras que el valor más bajo, inferior al límite de cuantificación del método analítico empleado, se obtuvieron en los puntos PAL-4 (Puerto deportivo) y PAL-6 (Dársena comercial exterior). Se han detectado concentraciones de hidrocarburos en tres de los cuatro puntos, siendo la concentración mayor la obtenida en la estación PAL-4 con un valor de 12,9 µg/L y la menor la obtenida en la estación PAL-1, inferior al límite de cuantificación del método de ensayo. En cuanto a las concentraciones de Clorofila *a* han oscilado entre valores inferiores al límite de cuantificación en PAL-6 (Dársena comercial exterior) y 4,33 µg/L en PAL-1 (Puerto pesquero).

METALES: Los resultados han sido inferiores al límite de cuantificación del método analítico utilizado en todos los metales analizados.

CONTAMINANTES ORGÁNICOS: Todos los contaminantes orgánicos analizados han presentado concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los métodos analíticos, excepto el Tributilestaño en la estación PAL-1, PAL-4 y PAL-6 con valores de 0,4, 0,9 y 0,8 µg/L, respectivamente. El Tributilestaño (TBT) es un compuesto organometálico que se usa como biocida y pesticida. Se utiliza en pinturas aplicadas en cascos de buques, puertos, etc y como conservante de la madera antiincrustantes (impiden la adherencia de algas y otros organismos vivos). Se considera un compuesto muy tóxico en el medio acuático. También se ha detectado Di(2-etilhexil) ftalato en la estación PAL-2 con un valor de 0,5 µg/L. El Di(2-etilhexil) ftalato (DEHP) es un compuesto que se añade comúnmente a los materiales plásticos para mejorar su flexibilidad. Se presenta en el medio en forma de líquido incoloro ni olor, se disuelve con bastante facilidad en la gasolina y aceites. Principalmente se ha limitado el nivel de exposición a

este compuesto en la población infantil, prohibiendo su uso en los plásticos de los juguetes y productos de cuidados de bebés, debido a su naturaleza mutagénica, cancerígena y tóxica para la reproducción.

6.2. RESULTADOS OBTENIDOS EN SEDIMENTOS

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

Tabla 2. Resultados obtenidos en las muestras de sedimentos. Trimestre abril-junio 2023.

Muestra	PAL-7	PAL-8	PAL-9
Fecha toma muestra	04/05/2022	04/05/2023	04/05/2023
Hora toma muestra	10:50	9:45	9:20
CONTAMINANTES GENERALES			
Nitrógeno total (mg/kg)	605	1145	1279
Fósforo total (mg/kg)	466	774	749
Materia orgánica (%)	11,46	8,35	7,43
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS			
Antraceno (mg/kg)	0,0021	0,0065	0,0064
Fluoranteno (mg/kg)	0,013	0,036	0,046
Naftaleno (mg/kg)	<0,002	<0,002	<0,002
Benzo(a)pireno (mg/kg)	0,0061	0,016	0,021
Benzo(b)fluoranteno (mg/kg)	0,0054	0,014	0,019
Benzo(k)fluoranteno (mg/kg)	0,0025	0,0071	0,01
Benzo (g,h,i)perileno (mg/kg)	0,0035	0,0064	0,0079
Indeno(1,2,3-cd)pireno (mg/kg)	0,0033	0,0063	0,0084
PAH total (mg/kg)	0,04	0,09	0,12
METALES			
Mercurio (mg/kg)	0,128	0,333	0,370
Cadmio (mg/kg)	0,280	0,310	0,210
Plomo (mg/kg)	60,1	87,0	72,4
Cobre (mg/kg)	27,7	33,0	27,1
Zinc (mg/kg)	62,3	175	113
Níquel (mg/kg)	5,95	16,1	26,8
Arsénico (mg/kg)	9,37	18,7	19,3
Cromo (mg/kg)	11,5	28,9	34,7

CONTAMINANTES GENERALES: La concentración de nitrógeno total ha oscilado entre un valor de 605 mg/kg en PAL-7 y 1279 mg/kg en PAL-9. En el caso del fósforo total, las concentraciones han oscilado entre 466 mg/kg en el punto PAL-7 y 774 mg/kg en PAL-8,

mientras que la concentración de materia orgánica ha oscilado entre 7,43 % en el punto PAL-9 y 11,46 % en PAL-7.

HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS: Se han detectado todos los PAH en todas las muestras analizadas, salvo Naftaleno. La suma de todos los PAH analizados ha presentado el valor mínimo en PAL-7 (0,04 mg/kg) y el valor máximo en PAL-9 (0,12 mg/Kg).

METALES: Las concentraciones más bajas se han obtenido para mercurio y cadmio (valores de mercurio comprendidos entre 0,128 mg/kg en PAL-7 y 0,370 mg/kg en PAL-9, y de cadmio entre 0,210 mg/kg en PAL-9 y 0,310 mg/kg en PAL-7), mientras que las concentraciones más elevadas se han obtenido para zinc (valores comprendidos entre 62,28 mg/kg en PAL-7 y 175 mg/kg en PAL-8).

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	Máximo potencial	Máximo potencial
Tipo asignado a Hidrocarburos totales	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial
VALORACIÓN GLOBAL	MÁXIMO POTENCIAL	MÁXIMO POTENCIAL	MÁXIMO POTENCIAL	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 α , 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 2023 se indican a continuación:

	PAL-1	PAL-2	PAL-4	PAL-6
Calidad biológica UGAP muy modificadas-Renovación Alta*	CALIDAD MODERADA	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):

$$ICO = CCOT + CNTK + CPT$$

Donde:

CCOT: Valor normalizado del porcentaje medio anual de carbono orgánico total

CNTK: Valor normalizado del porcentaje medio anual de nitrógeno kjeldahl

CPT: Valor normalizado del porcentaje medio anual de fósforo total

Se valora en una escala de 0 a 10.

Se ha obtenido "CALIDAD MODERADA", con un ICO de valor 5, en los tres puntos de control.

	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 2023 en el Puerto de Almería han presentado concentraciones inferiores a los límites establecidos en el RD 817/2015 en todos los parámetros analizados. Exceptuando los compuestos de tributilestaño y Ftalato de di(2-etilhexilo) o (DEHP), se han obtenido valores por debajo de su límite de cuantificación.

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, excepto para el plomo en PAL-8, y el mercurio en PAL-9, que superan el Nivel de Acción A.

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 (no se evalúa ya que no se han medido estos parámetros)

Valoración del potencial ecológico

Los parámetros considerados para la valoración del potencial ecológico son: Clorofila α , turbidez, porcentaje de saturación de oxígeno disuelto e hidrocarburos totales. En el caso de Clorofila α , 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 2023:

INDICADOR (agua)	PAL-1	PAL-2	PAL-4	PAL-6
Tipo asignado a Clorofila a	Calidad Moderada	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	Máximo potencial	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	Moderado	--	Moderado
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)	Moderada	Moderada	--	Moderada
VALORACIÓN GLOBAL	DEFICIENTE	MODERADA	--	MODERADA

8. CONCLUSIONES

Las aguas del Puerto de Almería han presentado muy buena calidad en el mes de mayo de 2023. En cuanto a los valores de turbidez y concentración de hidrocarburos, han sido bajos en todos los puntos de muestreo. Los resultados de porcentaje de saturación de oxígeno obtenidos indican excelente oxigenación de las aguas en todos los puntos. Con respecto a la anterior toma de muestras realizada en marzo, se observa una disminución general en los valores exceptuando la concentración de Clorofila *a* en PAL-1.

En indicador de calidad físico-química del agua, establecido en ROM 5.1-13 y basado en los valores de turbidez, oxígeno disuelto e hidrocarburos totales, han presentado “Máximo potencial” en todos los puntos de control.

El indicador de calidad biológica del agua y el bentos establecido por ROM 5.1-13, basado en las concentraciones de Clorofila α , ha mostrado “Máximo potencial” en todos los puntos de control, a excepción de PAL-1 donde se ha detectado una alta concentración de Clorofila α que mostrando así un índice de calidad “Moderado”.

La valoración del potencial ecológico según el RD 817/2015, es “Máximo potencial” en PAL-2, PAL-4 y PAL-6. En cuanto a al punto de muestreo PAL-1, este ha obtenido una valoración del potencial ecológico de “Moderado”.

En el caso de los sedimentos se han obtenido concentraciones elevadas de materia orgánica, presentando una valoración “Moderado” en todos los puntos de muestreo. Se han detectado valores bajos de PAH, oscilando entre 0,04 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en PAL-7 y 0,12 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en PAL-9. Las concentraciones de metales han sido inferiores a los valores de referencia establecidos por CEDEX en todos los casos, salvo mercurio en PAL-9, y plomo en PAL-8, que superan el Nivel de Acción A.

La valoración del potencial ecológico según el RD 817/2015, es “Moderada” en PAL-8 y PAL-9, en cuanto a PAL-7 la valoración es “Deficiente”. La valoración del estado químico es la misma que la establecida por ROM.

ANEXO I

LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE TOMA DE MUESTRAS

