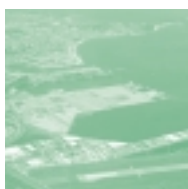
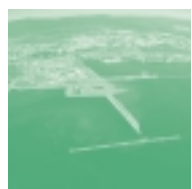


SERIE 5

Las obras marítimas y portuarias en el entorno litoral

RECOMENDACIONES PARA OBRAS MARÍTIMAS



ROM 5.1-05

Calidad de las aguas litorales en áreas portuarias



MINISTERIO
DE FOMENTO

Puertos del Estado





ROM 5.1-05

Calidad de las aguas litorales en áreas portuarias

Iª Edición

Septiembre 2005

EDICIÓN:

Puertos del Estado

REDACCIÓN PONENCIA:

José A. Revilla Cortezón

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

José A. Juanes de la Peña

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

**COORDINACIÓN Y DISEÑO
DE LA PUBLICACIÓN:**

Emilio Piñeiro Díaz

PUERTOS DEL ESTADO

IMPRESIÓN:

V.A. Impresores S.A.

I.S.B.N.:

84-88975-50-3

DEPÓSITO LEGAL:

M-36374-2005

© Puertos del Estado

PRECIO:

30 € (IVA incluido)

Prólogo

La necesidad de establecer protocolos de actuación estandarizados en el ámbito de la ingeniería marítima se ha traducido en el desarrollo del **Programa ROM, Recomendaciones de Obras Marítimas**. Con la constitución de la Comisión Técnica encargada de su desarrollo en el año 1987, se inicia la redacción de una serie de Normas Técnicas que establezcan los procedimientos, métodos y criterios de ejecución en las obras marítimas y portuarias ejecutadas en los puertos de Titularidad Estatal.

La amplitud de la temática a tratar por las Recomendaciones hizo necesaria la estructuración de las mismas en siete series temáticas:

- ◆ **Serie 0:** Descripción y caracterización de los factores del proyecto en obras marítimas y portuarias.
- ◆ **Serie 1:** Obras de abrigo frente a las oscilaciones del mar.
- ◆ **Serie 2:** Obras portuarias interiores.
- ◆ **Serie 3:** Planificación, gestión y explotación de áreas portuarias.
- ◆ **Serie 4:** Superestructuras e instalaciones en tierra de las áreas portuarias.
- ◆ **Serie 5:** Las obras marítimas y portuarias en el entorno litoral.
- ◆ **Serie 6:** Prescripciones técnicas, administrativas y legales.

Entre ellas, la Serie 5, **Obras Marítimas y Portuarias en el Entorno Litoral**, engloba las Recomendaciones dirigidas al desarrollo de los estudios de Impacto Ambiental (ROM 5.0), Obras Marítimas y Portuarias en el Litoral (ROM 5.2), Dragados y Rellenos (ROM 5.3), y la desarrollada en el presente documento: ROM 5.1. Calidad de las Aguas Litorales en Áreas Portuarias. En este marco de trabajo, la ROM 5.1 aborda la problemática de la calidad de las aguas portuarias, recogiendo el espíritu y los principios establecidos por la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE): “Establecer un marco para la protección de las aguas superficiales continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas”, todo ello, teniendo en cuenta que los aspectos y actividades portuarias deberán estar presentes tanto en el planteamiento general como en la forma de abordar la problemática y gestión de los sistemas acuáticos.

Esta **ROM 5.1-05, Recomendación sobre la Calidad de las Aguas Litorales en Áreas Portuarias** ha sido redactada por Puertos del Estado, bajo la responsabilidad y supervisión de la Dirección Técnica de Planificación y Desarrollo Portuario, con la participación de las siguientes personas:

- ◆ **Dirección del Programa ROM:**
José Llorca Ortega, *Puertos del Estado*.
- ◆ **Ponentes de la ROM 5.1-05:**
José A. Revilla Cortezón, *Universidad de Cantabria*.
José A. Juanes de la Peña, *Universidad de Cantabria*.
- ◆ **Equipo Redactor:**
Bárbara Ondiviela Eizaguirre, *Universidad de Cantabria*.
Aina García Gómez, *Universidad de Cantabria*.
Andrés García Gómez, *Universidad de Cantabria*.
Araceli Puente Trueba, *Universidad de Cantabria*.
Itxaso Carranza Egaña, *Universidad de Cantabria*.
Xabier Guinda Salsamendi, *Universidad de Cantabria*.
Jorge Rojo Gómez, *Universidad de Cantabria*.
Marta López López, *Universidad de Cantabria*.

- ◆ **Presidente del Grupo de trabajo para la ROM 5.1-05:**
Ignacio Rodríguez Sánchez-Arévalo, *Puertos del Estado*.
- ◆ **Comisión de Trabajo:**
Ana M^a Lloret Capote, *CEDEX. Ministerio de Fomento*.
Ángel Rozado Fernández, *Autoridad Portuaria de Avilés*.
Celia Tamarit de Castro, *Autoridad Portuaria de Huelva*.
César Álvarez Díaz, *Universidad de Cantabria*.
Christian M. Appendini, *Alatec*.
Eladio Santaella Álvarez, *Instituto Canario de Ciencias Marinas*.
Fernando Revuelta Belandía, *Autoridad Portuaria de Bilbao*.
Francisco Xavier Niell Castanera, *Universidad de Málaga*.
Isabel Pont Castejón, *Autoridad Portuaria de Barcelona*.
Javier Martínez Aranzábal, *Puertos del Estado*.
Jerónimo Puertas Agudo, *Universidad de Coruña*.
Juan Ignacio Grau Albert, *Puertos del Estado*.
Juan Luis Domenech Quesada, *Autoridad Portuaria de Gijón*.
Miguel Ángel Losada Rodríguez, *Universidad de Granada*.
Miguel Velasco Cabezas, *Dir. Gral. Costas, Ministerio Medio Ambiente*.
Ramón Juanola Subirana, *Autoridad Portuaria de Tarragona*.
Raúl Medina Santamaría, *Universidad de Cantabria*.
- ◆ **Coordinación General del Programa ROM:**
Francisco J. González Portal, *Puertos del Estado*.

La finalidad de esta Recomendación, en la que se conjugan aspectos normativos, metodológicos y tecnológicos, es actuar como documento base en la planificación y desarrollo de sistemas de gestión de la calidad de las aguas portuarias.

La **ROM 5.1-05** se estructura en cuatro grandes bloques o capítulos de trabajo: 1) Articulado, 2) Fundamentos Técnicos y Jurídicos, 3) Métodos Técnicos y Aplicaciones y 4) Datos y Ejemplo, cada uno de los cuales desarrolla aspectos específicos relacionados con la aplicación de la metodología propuesta. Para una mejor comprensión del documento y tratando de facilitar su implantación, a continuación se indican los aspectos y contenidos tratados en cada uno de dichos bloques.

El **Articulado** representa el bloque central de la Recomendación, estableciendo la línea argumental y metodológica de aplicación de cada uno de los cuatro aspectos básicos que componen este documento: el Programa de Delimitación de Usos y Tipificación de las masas de agua en la Zona de Servicio Portuario, el Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales, el Programa de Vigilancia Ambiental y el Programa de Gestión de Episodios Contaminantes.

Como complemento a la metodología de aplicación, los **Fundamentos Técnicos y Jurídicos** justifican los procedimientos propuestos, enmarcándolos en el entorno jurídico comunitario y estatal y desarrollando los aspectos teóricos de índole científica y técnica más relevantes para el Articulado.

El capítulo referente a **Métodos Técnicos y Aplicaciones** incluye una relación pormenorizada de las diferentes técnicas y métodos propuestos en el Articulado.

El documento se completa con un bloque destinado a adjuntar posibles fuentes de consulta de **Datos**, así como un **Ejemplo** concreto de la aplicación de la **ROM 5.1-05**.



ASUNTO: APROBACION DOCUMENTO ROM 5.1. CALIDAD DE LAS AGUAS LITORALES EN AREAS PORTUARIAS

Madrid, 7 de Junio de 2005

Desde el 30 de abril de 2003, la Comisión Técnica nombrada al efecto, formada por 20 expertos pertenecientes a la universidad, a empresas consultoras y constructoras, a distintos organismos públicos de investigación y a Puertos del Estado y las Autoridades Portuarias, ha trabajado sobre la ponencia desarrollada por los profesores Revilla y Juanes de la Universidad de Cantabria, acordando por unanimidad y, por tanto, sin ningún voto particular, en su reunión de 13 de abril de 2005, la aprobación del documento ROM 5.1. CALIDAD DE LAS AGUAS LITORALES EN AREAS PORTUARIAS.

Esta Recomendación representa una primera propuesta de un sistema metodológico para abordar una gestión ambiental integral de las aguas portuarias, siendo su finalidad ayudar a las administraciones portuarias a objetivar la gestión ambiental de las áreas portuarias a través de un marco de referencia técnico común, avalado por la comunidad científico-técnica española especialista en este campo.

A la vista del acuerdo unánime alcanzado por la Comisión Técnica, una vez remitido el texto a las Autoridades Portuarias y discutidas por dicha Comisión y, en su caso, incorporadas las alegaciones recibidas,

HE RESUELTO:

Aprobar el documento ROM 5.1. CALIDAD DE LAS AGUAS LITORALES EN AREAS PORTUARIAS, ordenando que se proceda a su edición, difusión y aplicación general como recomendación técnica.

El Presidente
Mariano Navas Gutiérrez

Índice General

Prólogo	5
---------------	---

CAPÍTULO I. ARTICULADO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. INTRODUCCIÓN.....	21
1.1. Efectos de la aprobación de la Directiva Marco del Agua en los puertos	21
1.2. Objetivos de esta Recomendación	22
2. ESQUEMA CONCEPTUAL PARA LA APLICACIÓN DE LA ROM 5.1	23
3. ÁMBITO DE APLICACIÓN	26
4. PROGRAMA DE DELIMITACIÓN DE USOS Y DE TIPIFICACIÓN DE LAS MASAS DE AGUA	26
4.1. Delimitación de Usos en el medio acuático	26
4.2. Tipificación de Masas de Agua	28
4.2.1. Establecimiento de categorías	28
4.2.2. Asignación de tipos a las Masas de Agua	28
4.2.2.1. Tipos de Masas de Agua no modificadas	29
4.2.2.2. Tipos de Masas de Agua modificadas	29
5. INDICADORES DE CALIDAD DE LAS AGUAS PORTUARIAS	30
5.1. Indicadores de la Calidad Química	30
5.2. Indicadores del Estado o Potencial Ecológico	31
6. PROGRAMA DE EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES	31
6.1. Identificación de Emisiones Contaminantes	31
6.1.1. Localización de las emisiones	34
6.1.2. Caracterización de las emisiones portuarias	34
6.1.2.1. Caracterización de las emisiones puntuales	35
6.1.2.2. Caracterización de emisiones difusas	35
6.2. Estimación del Riesgo Ambiental	36
6.2.1. Estimación del factor de probabilidad correspondiente al riesgo de una emisión contaminante (P_i)	36
6.2.2. Estimación del factor de vulnerabilidad de las masas de agua frente a una emisión contaminante (V_i)	37
6.2.2.1. Susceptibilidad de las masas de agua (F_s)	38
6.2.2.2. Accesibilidad de la emisión contaminante (F_a)	39
6.2.2.3. Eficiencia de los procedimientos operativos (F_e)	39
6.2.3. Estimación del factor de magnitud de las consecuencias producidas por una emisión contaminante (C_i)	40
6.2.3.1. Peligrosidad de la emisión contaminante (F_p)	41
6.2.3.2. Grado de extensión de la emisión contaminante (F_g)	42
6.2.3.3. Recuperabilidad de la masa de agua respecto de la emisión contaminante (F_r)	43
6.2.3.4. Repercusión social de la emisión contaminante (F_c)	43
6.3. Valoración del Riesgo asociado a una Emisión Contaminante	43
6.4. Propuesta de Medidas Preventivas y Correctoras	44

7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	46
7.1. Plan de Vigilancia Sistemática	47
7.1.1. Análisis de la Calidad Química de las Masas de Agua	48
7.1.1.1. Selección de los indicadores de Calidad Química	48
7.1.1.2. Medida de los indicadores de Calidad Química	48
7.1.1.3. Valoración de la Calidad Química de las Masas de Agua	48
7.1.2. Análisis del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico de las Masas de Agua	50
7.1.2.1. Selección de indicadores del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico	50
7.1.2.2. Medida de los indicadores del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico	50
7.1.2.3. Valoración del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico	51
7.1.2.3.1. Cálculo de la calidad de la columna de agua (I_{AG})	52
7.1.2.3.2. Cálculo de la calidad de los fondos blandos (I_{SED})	52
7.1.2.3.3. Cálculo de la calidad de los fondos duros (I_{FR})	53
7.1.2.3.4. Método de valoración del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico	53
7.1.3. Análisis de las zonas protegidas	60
7.2. Plan de Seguimiento en continuo	60
7.3. Plan de Inspección Visual	60
7.4. Actuaciones derivadas del Programa de Vigilancia Ambiental	60
8. PROGRAMA DE GESTIÓN DE EPISODIOS CONTAMINANTES	60
9. REFERENCIAS	63
9.1. Referencias bibliográficas	63
9.2. Normativa de referencia	69

CAPÍTULO II. FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y JURÍDICOS

I. FUNDAMENTOS TÉCNICOS	79
I.1. Introducción	79
I.2. Delimitación de Usos y Tipificación de las Masas de Agua	80
I.3. Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales	81
I.4. Vigilancia Ambiental	82
I.4.1. Calidad Química de las Masas de Agua	83
I.4.2. Potencial o Estado Ecológico de las Masas de Agua	83
I.5. Gestión de Episodios Contaminantes	84
2. FUNDAMENTOS JURÍDICOS	85
2.1. Régimen Jurídico Internacional aplicable a las aguas	86
2.2. Régimen Jurídico Comunitario Europeo	88
2.2.1. Régimen Jurídico	88
2.2.2. Actuaciones en el ámbito internacional	90
2.2.3. Otros documentos de interés	91
2.2.4. Propuestas	92
2.3. La Normativa Conexa	92

CAPÍTULO III. MÉTODOS TÉCNICOS Y APLICACIONES

1. INTRODUCCIÓN	97
2. ASIGNACIÓN DE MASAS DE AGUA MODIFICADAS	97
3. CARACTERIZACIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES	100

4. CÁLCULO DEL TIEMPO DE RENOVACIÓN DE LAS MASAS DE AGUA Y DE LA EXTENSIÓN DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES	106
5. ANÁLISIS DE LA CALIDAD QUÍMICA	111
5.1. Métodos para el diseño de campañas de toma de datos sobre Calidad Química	112
5.2. Métodos para el análisis de los indicadores de la Calidad Química	112
6. ANÁLISIS DEL ESTADO Y DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	115
6.1. Métodos para el diseño de campañas de toma de datos para el Estado y Potencial Ecológico	116
6.2. Métodos para el análisis de indicadores del Estado y del Potencial Ecológico	118

CAPÍTULO IV. DATOS Y EJEMPLO

I. FUENTES DE DATOS Y REFERENCIAS DE INTERÉS	125
I.1. Programa de Delimitación de Usos y de Tipificación de las Masas de Agua	125
I.1.1. Delimitación de Usos en el medio acuático	125
I.1.2. Tipificación de Masas de Agua	126
I.2. Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales	127
I.2.1. Caracterización de Emisiones Contaminantes	127
I.2.2. Fuentes para la propuesta de Medidas Preventivas y Correctoras	128
I.3. Programa de Vigilancia Ambiental	130
I.3.1. Medida de los indicadores de la Calidad Química y del Estado y del Potencial Ecológico	130
I.3.2. Análisis de la Calidad Química y del Estado y el Potencial Ecológico	132
I.3.3. Zonas protegidas	135
I.4. Programa de Gestión de Episodios Contaminantes	135
I.5. Referencias de Interés	136
2. EJEMPLO DE APLICACIÓN	136
2.1. Introducción	136

Índice de Figuras

CAPÍTULO I. ARTICULADO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Figura 2.1.I. Diagrama de aplicación de la ROM 5.1	24
Figura 4.1.I. Actividades incluidas en el Programa de Delimitación de Usos y de Tipificación de las masas de agua	27
Figura 6.1.I. Proceso del Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales	32
Figura 6.2.I. Matriz de situaciones susceptibles de causar emisiones contaminantes difusas	33
Figura 6.3. Clasificación de las emisiones contaminantes	34
Figura 7.1. Actividades del Programa de Vigilancia Ambiental	46
Figura 7.2. Diagrama para la valoración de la calidad de las masas de agua	47
Figura 7.3. Valoración del Estado Ecológico o del Potencial ecológico de una masa de agua	51
Figura 8.1. Programa de Gestión de Episodios Contaminantes	61

CAPÍTULO III. MÉTODOS TÉCNICOS Y APLICACIONES

Figura 2.1.III. Método para la asignación de masas de agua modificadas portuarias	98
Figura 3.1. Esquema metodológico de la caracterización de emisiones contaminantes	100
Figura 4.1.III. Métodos de cálculo de la extensión de la emisión contaminante y del tiempo de renovación de la masa de agua	106
Figura 4.2. Sistema de referencia	108
Figura 5.1. Etapas metodológicas para el análisis de los indicadores de la Calidad Química	113
Figura 6.1.III. Etapas metodológicas para el diseño de las campañas de toma de datos	116
Figura 6.2.III. Etapas metodológicas para el análisis de los indicadores del Estado y del potencial Ecológico	119

Índice de Tablas y Cuadros

CAPÍTULO I. ARTICULADO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Cuadro 4.1.	Tipos de masas de agua no modificadas	29
Cuadro 4.2.	Tipos de masas de agua modificada	30
Tabla 5.1 I.	Indicadores de la Calidad Química	30
Tabla 5.2 I.	Indicadores del Estado o del Potencial Ecológico	31
Tabla 6.1 I.	Clasificación de las emisiones contaminantes	32
Tabla 6.2 I.	Criterios para la valoración del factor de probabilidad	37
Tabla 6.3 I.	Criterios para la valoración del término susceptibilidad de las masas de agua	38
Tabla 6.4 I.	Criterios para la valoración del término accesibilidad de la emisión contaminante	39
Tabla 6.5.	Criterios para la valoración del término eficiencia de los procedimientos operativos	39
Tabla 6.6.	Criterios de valoración de la peligrosidad (Fp) en función de las sustancias presentes	40
Tabla 6.7.	Criterios para la valoración de la peligrosidad de la emisión contaminante	42
Tabla 6.8.	Criterios para la valoración del grado de extensión de la emisión contaminante	42
Tabla 6.9.	Criterios para la valoración de la recuperabilidad de una masa de agua respecto a la emisión contaminante	43
Tabla 6.10.	Criterios para la valoración de la repercusión social de la emisión contaminante	43
Tabla 7.1.	Objetivos de calidad química de la columna de agua para las sustancias prioritarias recogidas en la DMA (CEQG: Canadian Environmental Quality Guidelines. EPA: Environmental Protection Agency," valores límite para toxicidad crónica"). Esta tabla estará sujeta a las revisiones establecidas por el Artículo 16 de la Directiva 2000/60/CE.	49
Tabla 7.2.	Indicadores del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico	50
Cuadro 7.1.A.	Índice de calidad del agua para masas de agua no modificadas	54
Cuadro 7.1.B.	Índice de calidad del agua para masas de agua modificadas	55
Cuadro 7.2.A.	Índice de calidad química de los sedimentos de masas de agua no modificadas	56
Cuadro 7.2.B.	Índice de calidad química de los sedimentos de masas de agua modificadas	57
Cuadro 7.3.A.	Índice de contaminación orgánica de los sedimentos de masas de agua no modificada	58
Cuadro 7.3.B.	Índice de contaminación orgánica de los sedimentos de masas de agua modificadas	58
Cuadro 7.4.A.	Índice de calidad de las comunidades de fondos rocosos en masas de agua no modificadas	59
Cuadro 7.4.B.	Índice de calidad de las comunidades de fondos rocosos en masas de agua modificadas	59
Tabla 7.4.	Sistemas de valoración del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico de una masa de agua	59

CAPÍTULO III. MÉTODOS TÉCNICOS Y APLICACIONES

Tabla 3.1.	Relación de las actividades de diferentes fuentes contaminantes con el tipo de la emisión generada	102
Tabla 5.1 III.	Sustancias con objetivos de calidad establecidos por normas comunitarias	113
Tabla 5.2 III.	Técnicas analíticas establecidas por las normas UNE y el Standard Methods, o la EPA, para el análisis de la concentración de sustancias prioritarias en agua	114

Tabla 6.1.III.	Síntesis de las condiciones de conservación de las muestras de agua y sedimentos	118
Tabla 6.2.III.	Técnicas analíticas establecidas por Directivas Comunitarias	119
Tabla 6.3.III.	Técnicas analíticas establecidas por las normas UNE y por el Standard Methods para el análisis en el agua de los indicadores del Estado y Potencial Ecológico	119
Tabla 6.4.III.	Técnicas analíticas establecidas por las normas UNE y por el Standard Methods para el análisis del agua y en sus sedimentos de los indicadores del Estado y Potencial Ecológico. (PCB: Policlorobifenilos. HPA: Hidrocarburos Aromáticos Plicíclicos)	120

ROM 5.1-05

Calidad de las aguas litorales en áreas portuarias

Septiembre 2005

ÍNDICE GENERAL

	PRÓLOGO	5
CAPÍTULO I	ARTICULADO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	17
CAPÍTULO II	FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y JURÍDICOS	75
CAPÍTULO III	MÉTODOS TÉCNICOS Y APLICACIONES	93
CAPÍTULO IV	DATOS Y EJEMPLO	121