

DELIMITACIÓN Y TIPIFICACIÓN DE MASAS DE AGUA PORTUARIAS EN TÉRMINOS DE LA ROM 5.1 Y DE LA IPH

María Luisa Sámano Celorio¹, Aina García Gómez², Bárbara Ondiviela Eizaguirre³, José Antonio Juanes de la Peña⁴, José Antonio Revilla Cortezón⁵

(1) Referencias autor¹: Instituto de Hidráulica Ambiental IH Cantabria, Universidad de Cantabria. samanoml@unican.es

(2) Referencias autor²: Instituto de Hidráulica Ambiental IH Cantabria, Universidad de Cantabria. aina.gomez@unican.es

(3) Referencias autor³: Instituto de Hidráulica Ambiental IH Cantabria, Universidad de Cantabria. ondiviela@unican.es

(4) Referencias autor⁴: Instituto de Hidráulica Ambiental IH Cantabria, Universidad de Cantabria. juanesj@unican.es

(5) Referencias autor⁵: Instituto de Hidráulica Ambiental IH Cantabria, Universidad de Cantabria. revillaj@unican.es

RESUMEN

La Directiva Marco del Agua (en adelante, DMA) establece un marco para la protección de las aguas a fin de prevenir, proteger y mejorar su estado ecológico. Asimismo, reconoce la existencia de ciertos usos específicos (incluidos la navegación e infraestructuras portuarias) de elevado valor económico y social, pero que implican tales cambios hidromorfológicos, que podrían impedir que las masas de agua alcancen el buen estado ecológico. Por ello, se introduce la figura de masas de agua muy modificadas que justifica la adaptación de sus objetivos ambientales al denominado buen potencial ecológico. Así pues, en términos de la aplicación de la DMA, la Instrucción de Planificación Hidrológica establece criterios homogéneos que permiten alcanzar los objetivos fijados por dicha Directiva para las distintas masas de agua entre las que se encuentran las masas de agua muy modificadas por la presencia de puertos. Dado que los puertos de interés general se constituyen en sí mismos como presiones significativas en riesgo de incumplir sus objetivos ambientales, la DMA les exige, entre otras cosas, el desarrollo de programas de control operativo a través de herramientas específicas de gestión. En este contexto, la ROM 5.1 constituye una herramienta metodológica aplicable específicamente al entorno portuario. Actualmente, dicha herramienta experimenta un proceso de intercalibración y validación a fin de obtener resultados aplicables a cualquier puerto del litoral español. Este trabajo presenta los avances obtenidos de dicho proceso en términos del establecimiento y tipificación de masas de agua modificadas a través de su aplicación en tres puertos ubicados en distintos puntos de la península ibérica.

Palabras clave: DMA, ROM 5.1, IPH, puertos, intercalibración.

RESUMO

A Directiva-Quadro da Água (DQA) estabelece um quadro para a protecção das águas com o fim de prevenir, proteger e melhorar o seu estado ecológico. Reconhece igualmente a existência de determinados usos específicos (incluindo a navegação e as infraestruturas portuárias) de elevado valor económico e social, mas que implicam alterações hidromorfológicas tais que poderiam impedir que as massas de águas alcancem o bom estado ecológico. Por isso, introduz-se a figura de massas de água muito modificadas, o que justifica a adaptação dos seus objectivos ambientais ao denominado bom potencial ecológico. Deste modo, em termos da aplicação da DQA, a Instrução de Planeamento Hidrológico estabelece critérios homogéneos que permitem alcançar os objectivos fixados pela Directiva para as distintas massas de água, entre as quais se encontram as massas de água muito modificadas devido à presença de portos. Atendendo a que os portos de interesse geral constituem em si mesmos pressões significativas com risco de incumprimento dos seus objectivos ambientais, a DQA exige-lhes, entre outras coisas, o desenvolvimento de programas de monitorização operacional através de ferramentas específicas de gestão. Neste contexto, a ROM 5.1 constitui uma ferramenta metodológica aplicável especificamente ao ambiente portuário. Actualmente, esta ferramenta encontra-se num processo de intercalibração e validação com a finalidade de se obterem resultados aplicáveis a qualquer porto do litoral espanhol. Neste trabalho apresentam-se os avanços obtidos no processo referido, no que respeita ao estabelecimento e tipificação de massas de água modificadas, através da sua aplicação em três portos localizados em pontos distintos da Península Ibérica.

Palavras-Chave: DQA, ROM 5.1, IPH, portos, intercalibração.

INTRODUCCIÓN

La Directiva 2000/60/CE (DMA) “establece un marco para la protección de las aguas superficiales continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas” con el objeto de prevenir, proteger y mejorar su estado ecológico antes del año 2015. Asimismo, reconoce la existencia de una serie de usos específicos, que aunque de elevado valor económico y social, requieren cambios de tal magnitud en las condiciones hidromorfológicas de las masas de agua, que el buen estado ecológico puede no llegar a ser alcanzable, si no es interrumpiendo el propio uso. Entre otros, cabe resaltar que, dentro de estos usos específicos se reconocen de forma explícita la navegación e infraestructuras portuarias.

Por tal motivo, a fin de compatibilizar la necesidad de desarrollo de ciertos usos y actividades económicas con el cumplimiento de los objetivos ambientales fijados por la DMA, surge la figura de masas de agua muy modificadas, es decir, “masas de agua superficiales que como consecuencia de alteraciones físicas producidas por la actividad humana, han experimentado un cambio sustancial en su naturaleza (...)”. Así pues, la designación de una masa de agua como muy modificada justifica la reducción de sus objetivos ambientales hasta el denominado buen potencial ecológico.

De este modo, dentro del nuevo marco de consenso ofrecido por la DMA, y al objeto de dotar a las administraciones portuarias de una herramienta de gestión eficaz capaz de cumplir con las exigencias de la citada Directiva, se inicia en el seno del Programa de Recomendaciones de Obras Marítimas (Programa ROM) del Ente Público Puertos del Estado la elaboración de la “ROM 5.1. Calidad de las aguas litorales en áreas portuarias”. Esta Recomendación, publicada en Septiembre de 2005, se convierte en un instrumento científicamente riguroso, sencillo en su diseño e interpretación, fácilmente integrable en los esquemas de gestión portuarios, sensible a las singularidades y problemática portuaria, sujeto a una evaluación sistemática, objetiva y periódica, y sustentado sobre la base de un procedimiento de redacción público y participativo (Ondiviela et al., 2008).

Mediante el desarrollo de cuatro programas de trabajo complementarios e iterativos (Figura 1), la ROM 5.1 permite reconocer las singularidades físicas del medio acuático portuario, identificar y valorar el efecto de las actividades que interfieren en la calidad de las masas de agua y, por último, evaluar dicha calidad. El contenido de dichos programas se definen muy brevemente de la siguiente manera (Ondiviela, 2006; Ondiviela et al., 2006):

- *Programa de Delimitación de Usos y Tipificación de las masas de agua:* constituye el instrumento básico de ordenación del medio acuático portuario, en tanto que permite reconocer unidades de gestión y las clasifica en tipos de masas de agua.
- *Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales:* permite evaluar la incidencia que tienen las emisiones contaminantes sobre las aguas litorales de la zona portuaria.
- *Programa de Vigilancia Ambiental:* aporta la información necesaria para conocer el estado y la evolución de la calidad de las masas de agua de la zona portuaria y poner en evidencia las deficiencias de la Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales.
- *Programa de Gestión de Episodios Contaminantes:* está dirigido a reducir las consecuencias de posibles episodios accidentales de contaminación.

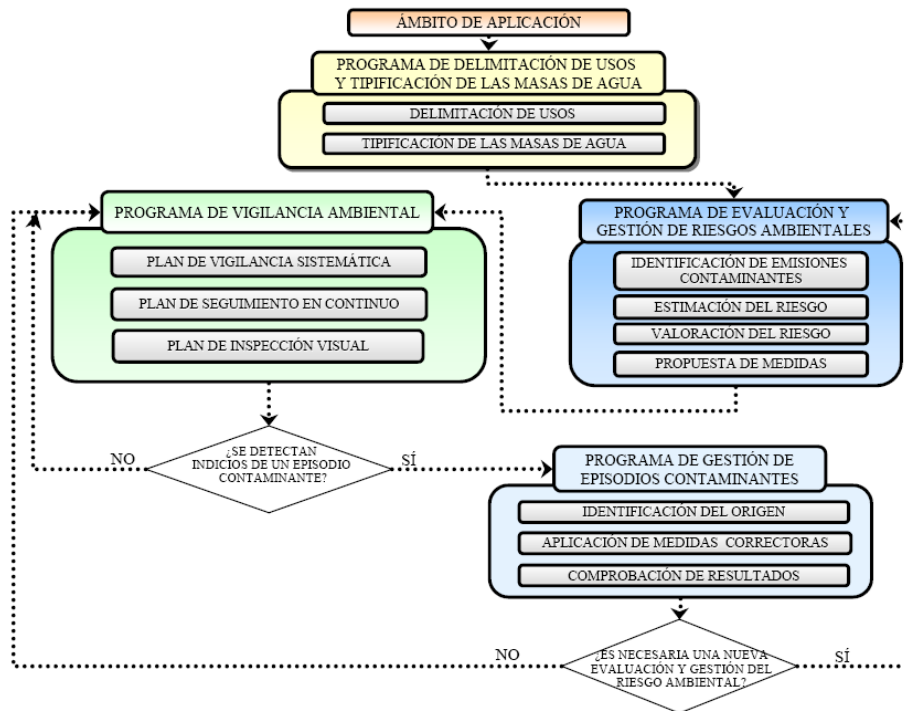


Figura 1.- Diagrama de aplicación de la ROM 5.1.

Cabe mencionar que, muchas de las consideraciones establecidas en la ROM 5.1 actualmente han sido incorporadas en la Instrucción de Planificación Hidrológica (en adelante IPH), redactada por el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Marino y Rural, para el establecimiento de criterios homogéneos para la aplicación de la Directiva Marco del Agua en el Estado Español y, concretamente, en las masas de agua muy modificadas por presencia de puertos (Proyecto de Orden Ministerial, 2008).

De este modo, dentro de este contexto, la finalidad de este trabajo es la presentación de los criterios utilizados tanto por la ROM 5.1 como por la IPH para la designación de masas de agua muy modificadas por la presencia de puertos. Asimismo, se presentan los resultados obtenidos de acuerdo con la metodología establecida en la ROM 5.1 en términos de la delimitación y tipificación de las masas de agua modificadas identificadas en tres puertos del litoral español (Puertos de Gijón, Huelva y Tarragona) en los que se ha venido llevando a cabo la aplicación, calibración y validación de dicha herramienta de gestión. De forma paralela, se presenta, para los mismos puertos, los resultados obtenidos con respecto al establecimiento y tipificación de masas de agua modificadas portuarias en términos de los criterios planteados por la IPH.

METODOLOGÍA

Metodología establecida en la ROM 5.1 para la designación de masas de agua modificadas

Como se ha mencionado, de acuerdo a lo establecido por la DMA la gestión de los sistemas acuáticos pasa por definir masas de agua, es decir, unidades de gestión de los sistemas acuáticos básicas e independientes. A tal efecto, el primer paso para la asignación de un tipo concreto a las masas de agua portuarias de acuerdo con la ROM 5.1. es la delimitación de usos de las masas de agua en la Zona de Servicio Portuario (en adelante ZSP), a partir de la cual es posible llevar a cabo la tipificación de las mismas.

En concreto, dentro de la ROM 5.1, dicha labor corresponde al Programa de Delimitación de Usos y Tipificación de masas de agua, el cual, consiste en tres tareas principales: la delimitación de usos, el establecimiento de categorías y, por último, la tipificación de las masas de agua.

La delimitación de usos consiste en la localización de las zonas del espacio portuario en las que, con base en lo establecido por la Ley 48/2003, se llevan a cabo usos portuarios y no portuarios (zonas protegidas por la Directiva Marco del Agua). De acuerdo con la ROM, la gestión de estos últimos ha de ser responsabilidad de las autoridades competentes (Sanidad, Medio Ambiente, etc.) (Doménech et al., 2006).

Por su parte, la tipificación de las masas de agua es el proceso mediante el cual los espacios portuarios previamente delimitados se clasifican dentro de categorías y tipos.

En primer lugar, el establecimiento de categorías se fundamenta en el reconocimiento del carácter modificado o no modificado de las aguas superficiales con base en el grado de alteración física o hidromorfológica al que hayan sido sometidas. Así, de forma general se definen como “*masas de agua modificadas*” todas aquellas aguas superficiales que, como consecuencia de alteraciones físicas producidas por la actividad humana, han experimentado un cambio sustancial en su naturaleza. Por ello, en este caso se clasifican directamente como modificadas todas las masas de agua de la ZSP confinadas en dársenas. En aquellos casos en los que se tienen dudas razonables sobre la alteración se aplica el procedimiento específico establecido en la ROM 5.1 que se corresponde con el esquema metodológico mostrado en la Figura 2 (Puertos del Estado, 2005).

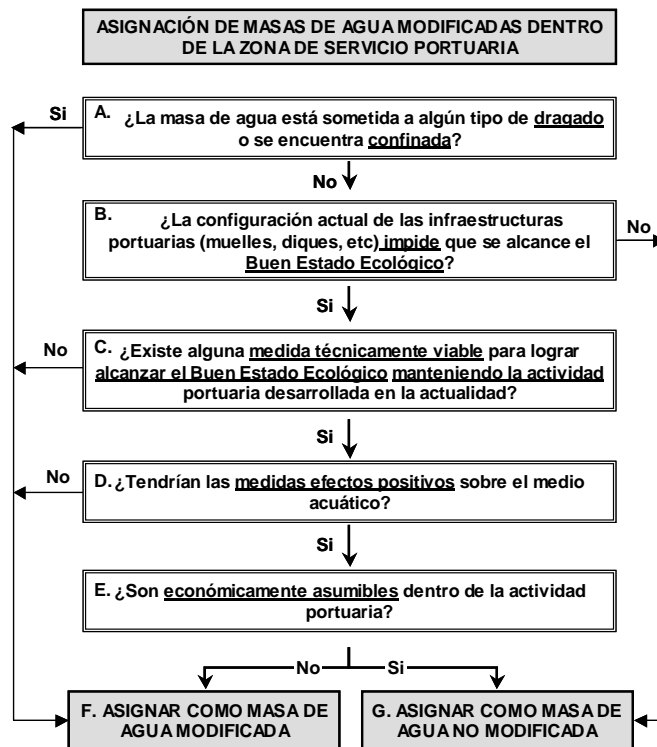


Figura 2.- Esquema metodológico para la asignación de masas de agua modificadas portuarias.

Cabe mencionar que, en todo caso, con independencia de la categoría que resulte asignada, las masas de agua deberán alcanzar el mejor Estado Ecológico y Químico posible de acuerdo con sus características.

En segundo lugar, la *asignación de tipos a las masas de agua* es el proceso mediante el cual se reconocen, si fuera el caso, unidades homogéneas en las aguas superficiales pertenecientes a cada categoría a las cuales se asigna un tipo específico. En el caso de las *masas de agua modificadas* dicho reconocimiento se realiza mediante la combinación de dos características físicas: la clase de sustrato y el tiempo de renovación. La primera variable se cuantifica en términos del porcentaje de fondo rocoso o sedimentario a partir de la información geofísica de la ZSP. Para el cálculo del tiempo de renovación se aplica la metodología propuesta por Gómez et al. (2006), basada en la utilización de modelos numéricos desarrollados en la Universidad de Cantabria para estudiar el transporte de un trazador conservativo introducido de forma homogénea en cada masa de agua modifica-

da. Si en el transcurso de siete días el 90% de la masa inicial del trazador introducido se ha disipado, la tasa de renovación se valora como aceptable. En caso contrario, la tasa de renovación se considera baja.

El proceso finaliza con la asignación de un tipo concreto a cada masa de agua modificada, de acuerdo con las denominaciones establecidas en la Tabla 1 (Puertos del Estado, 2005).

Tabla 1.- Tipos de masas de agua muy modificadas

TASA DE RENOVACIÓN	CLASE DE SUSTRATO	
	DURO (> 50% Fondo Rocoso)	BLANDO (< 50% Fondo Rocoso)
Baja (> 7 días)	M1	M2
Alta (≤ 7 días)	M3	M4

Metodología establecida en la IPH para la designación de masas de agua modificadas por la presencia de puertos

Por su parte, con respecto a los lineamientos establecidos por la IPH, en principio, habrán de identificarse de forma preliminar como masas candidatas a ser designadas como muy modificadas las Zonas I de los puertos de titularidad estatal, así como aquella parte de la Zona II donde existan canales de acceso o se desarrollen tareas de dragado de mantenimiento. Del mismo modo, se identificarán de forma preliminar al menos aquellos puertos deportivos, pesqueros y marinas en los que la superficie de la lámina de agua confinada sea superior a 50 hectáreas en aguas de transición o 100 hectáreas en aguas costeras.

Las masas de agua candidatas a ser designadas como muy modificadas, podrán ser calificadas como tal cuando los cambios de las características hidromorfológicas de dicha masa requeridos para alcanzar su buen estado ecológico tengan considerables repercusiones negativas, entre otros, en el entorno y la navegación (incluidas las instalaciones portuarias o actividades recreativas). Asimismo, esta calificación será recibida cuando los beneficios derivados de las características artificiales o modificadas de la masa de agua no puedan alcanzarse razonablemente, debido a las posibilidades técnicas o a costes desproporcionados, por otros medios que constituyan una opción medioambiental significativamente mejor.

Una vez que una masa de agua portuaria ha sido reconocida como muy modificada, se clasificará de acuerdo con su ubicación geográfica, salinidad, amplitud de marea y características de la mezcla de agua en los siguientes tipos (Tabla 2)(Proyecto de Orden Ministerial, 2008):

Tabla 2.- Tipos de masas de agua muy modificadas por la presencia de puertos

NÚM.	DENOMINACIÓN
1	Aguas de transición atlánticas de renovación baja
2	Aguas de transición atlánticas de renovación alta
3	Aguas costeras atlánticas de renovación baja
4	Aguas costeras atlánticas de renovación alta
5	Aguas costeras mediterráneas de renovación baja
6	Aguas costeras mediterráneas de renovación alta

La clasificación de cada masa de agua muy modificada en uno de estos tipos se realizará en función de los valores que presenten las variables mencionadas previamente, de acuerdo con los rangos reflejados en la Tabla 3 (IPH, 2008).

Tabla 3.- Valores de las variables que definen la tipología de masas de agua de transición y costeras muy modificadas por la presencia de puertos

NÚM.	LATITUD	LONGITUD	AMPLITUD DE LA MAREA	SALINIDAD	CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA DE AGUA
1	36° - 43°47'N	9°18'W - 1°46' W	Mesomareal	5-30	Renovación baja
2	36° - 43°47'N	9°18'W - 1°46' W	Mesomareal	5-30	Renovación alta
3	36° - 43°47'N	9°18'W - 1°46' W	Mesomareal	30,0-36,0	Renovación baja
4	36° - 43°47'N	9°18'W - 1°46' W	Mesomareal	30,0-36,0	Renovación alta
5	36° - 42°30'N	5°30'W - 3°30' E	Micromareal	34,5-37,5	Renovación baja
6	36° - 42°30'N	5°30'W - 3°30' E	Micromareal	34,5-37,5	Renovación alta
Latitud y Longitud: coordenadas geográficas en las que se sitúa la masa de agua Amplitud de la marea o rango mareal medio: Micromareales < 1m Mesomareales 1-5 m Salinidad: salinidad anual media (‰) Características de la mezcla de agua: tiempo de renovación calculado a partir del volumen medio de la masa de agua y del caudal medio o mediante empleo de modelos numéricos o trazadores. Su cálculo deberá tener en cuenta la marea, oleaje, grado de confinamiento y calado: Renovación baja: > 7 días Renovación alta: < 7 días					

RESULTADOS

Delimitación de masas de agua

Actualmente, la Universidad de Cantabria a través del Grupo de Emisarios Submarinos e Hidráulica Ambiental (Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria), se encuentra aplicando el sistema metodológico establecido en la ROM 5.1 a través de un convenio con Puertos del Estado y tres Autoridades Portuarias del litoral español. La puesta en marcha de este convenio permite calibrar y validar los parámetros y formulaciones establecidos en la ROM 5.1 mediante su aplicación en tres puertos: el Puerto de Gijón al norte del litoral español en el Mar Cantábrico, el Puerto de Huelva al suroeste de la costa en el Océano Atlántico y el Puerto de Tarragona al noreste del litoral español en el Mar Mediterráneo (Ondiviela et al., 2008).

Tal y como se ha mencionado, de acuerdo con la ROM 5.1 el establecimiento de las masas de agua se lleva a cabo en función de los usos desarrollados en ellas. Esto permite que dicho establecimiento sea muy flexible, lo cual, a su vez permite que la gestión de las masas de agua se realice al nivel de detalle que cada Autoridad Portuaria estime oportuno. Como parte de los trabajos realizados hasta el momento, se ha presentado a cada una de las Autoridades Portuarias de los Puertos de Gijón, Huelva y Tarragona distintas propuestas de establecimiento de masas de agua para que, de acuerdo con las necesidades de cada Puerto, sea posible determinar cual de ellas resulta más conveniente para poder realizar una gestión más eficiente. En este trabajo se presentan únicamente aquellas propuestas que, por haberse considerado como las más adecuadas para llevar a cabo una apropiada gestión de sus masas de agua, han sido adoptadas como definitivas por cada uno de los Puertos.

Asimismo, las masas de agua de estos tres puertos, han sido analizadas, a su vez, bajo el prisma de la propuesta que realiza la IPH a fin de poder comparar los resultados que se obtienen tras la aplicación de ambas metodologías (Figuras 3 a 5).

Puerto de Gijón

Como puede observarse en la Figura 3 (izq.), de acuerdo con la metodología propuesta por la ROM 5.1, en el Puerto de Gijón ha sido posible el establecimiento de dos masas de agua modificadas que se corresponden con el Puerto del Musel y con el Puerto Deportivo. Sin embargo, la aplicación de la metodología propuesta por la IPH conduce al establecimiento de una única masa de agua modificada que se corresponde con la Zona I de la ZSP (Figura 3 dcha.).

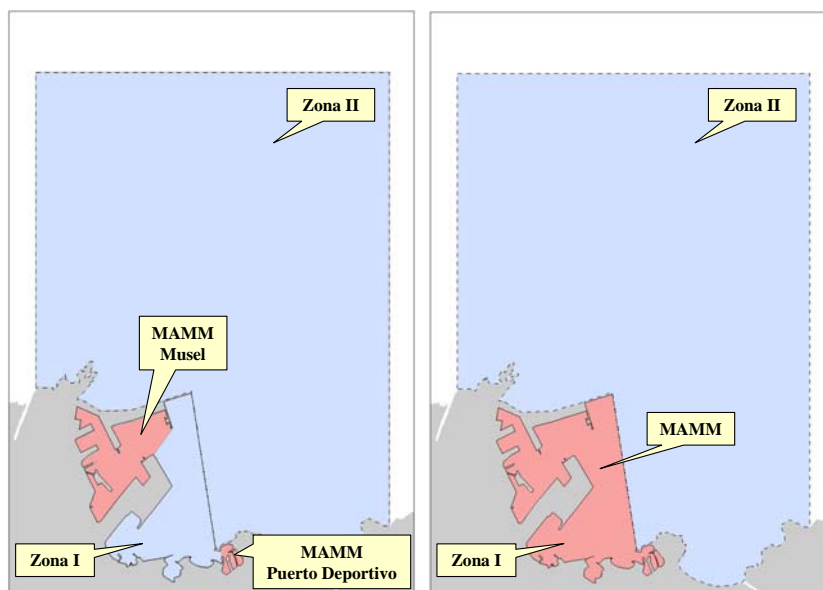


Figura 3.- Delimitación de masas de agua modificadas en el Puerto de Gijón. Metodología ROM 5.1 (izq.). Metodología IPH (dcha.).

Puerto de Huelva

Por su parte, en el Puerto de Huelva, la delimitación de masas de agua llevada a cabo utilizando la metodología propuesta por la ROM 5.1 coincide con la delimitación administrativa, es decir, se ha establecido la Zona I como una única masa de agua modificada. No obstante, cabe aclarar que, en términos de la aplicación de la ROM 5.1, dicha delimitación no obedece a tal clasificación administrativa, sino a la propia configuración del Puerto en la que claramente la totalidad de la canal se ve modificada por los usos y actividades portuarias. En este caso concreto, la metodología propuesta tanto por la ROM 5.1 como por la IPH coinciden exactamente con la delimitación de las Zonas de la ZSP (Figura 4).

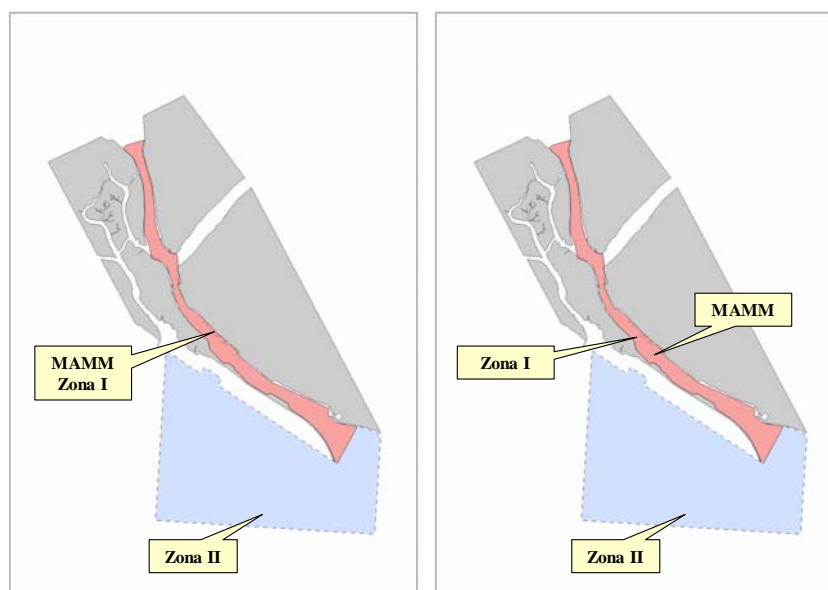


Figura 4.- Delimitación de masas de agua modificadas en el Puerto de Huelva. Metodología ROM 5.1 (izq.). Metodología IPH (dcha.).

Puerto de Tarragona

Con respecto al Puerto de Tarragona, de acuerdo con los criterios establecidos por la ROM 5.1, así como con lo establecido por la APT, se ha delimitado una única masa de agua modificada. Esta delimitación se ha basado, sobre todo, en el claro confinamiento que le confieren las dársenas del Puerto (Figura 5 izq.). Por su parte, de acuerdo con los criterios establecidos por la IPH, la masa de agua modificada establecida, en este caso, se corresponde exclusivamente con la Zona I de la ZSP (Figura 5 dcha.).

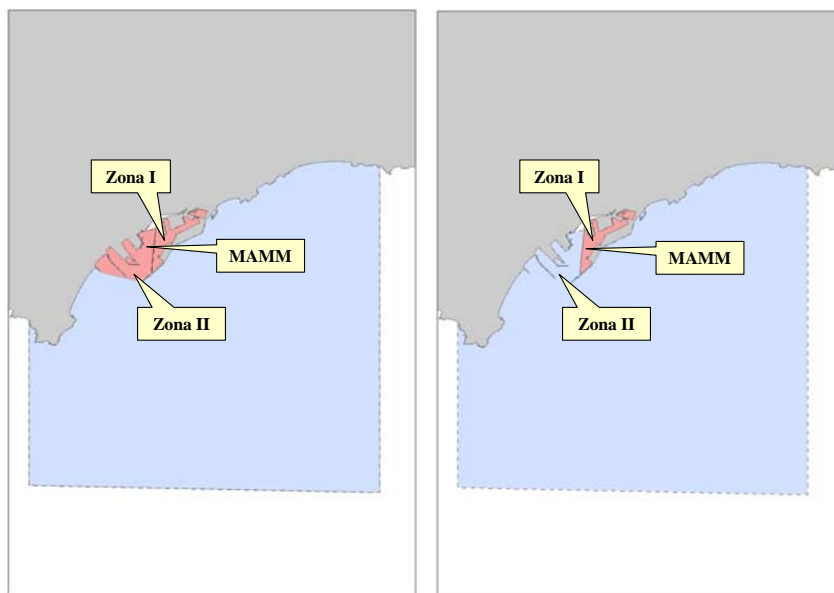


Figura 5.- Delimitación de masas de agua modificadas en el Puerto de Tarragona. Metodología ROM 5.1 (izq.). Metodología IPH (dcha.).

Tipificación de masas de agua

De acuerdo con la ROM 5.1, el proceso finaliza con la asignación de un tipo concreto a cada masa de agua modificada que haya sido establecida. Tal y como se ha comentado, la tipificación de las masas de agua modificadas se basa tanto en la composición de los fondos marinos como en su capacidad de renovación. El tipo de sustrato resulta fundamental puesto que refleja una parte significativa de la variabilidad funcional y estructural exhibida por las comunidades bentónicas. Por su parte, a pesar de que los procesos sufridos por una masa de agua se encuentran controlados por una gran variedad de factores físicos, la tasa de renovación tiene importantes implicaciones para muchas de las variables y parámetros específicos de las masas de agua modificadas (Ondiviela et al., 2007). En todo caso, en el litoral español se da la circunstancia que la mayoría de las masas de agua modificadas por la presencia de puertos tienen fondos sedimentarios.

Cabe mencionar que para la obtención del tipo de sustrato se utilizó la herramienta ArcMap 9.2 que permite superponer capas de información geográfica, con lo cual fue posible solapar la información de las masas de agua delimitadas con la de la geofísica de los fondos.

Por su parte, con respecto al establecimiento de la tasa de renovación, cabe mencionar que, los cálculos fueron llevados a cabo teniendo en cuenta un régimen aleatorio anual de vientos, una onda de marea media y un caudal medio de los aportes fluviales (si ha lugar). Asimismo, cabe mencionar que, para todos los casos simulados, se utilizó la pleamar como fase de inicio. Estas condiciones de simulación establecidas por la ROM 5.1 han sido validadas a través del trabajo de investigación de Sámano et al (2007) y han sido utilizadas para llevar a cabo numerosos cálculos de la tasa de renovación de masas de agua portuarias (Gómez et al., 2007).

Por otro lado, de acuerdo con los criterios establecidos por la IPH, la tipificación de las masas de agua se basa, tal y como se ha comentado, en variables que incluyen el ámbito geográfico, la amplitud de marea, la salinidad de la masa de agua y su capacidad de renovación. Cabe mencionar que, para llevar a cabo la

evaluación de esta última variable se ha utilizado la metodología de cálculo del tiempo de renovación propuesta por la ROM 5.1 (Puertos del Estado, 2005).

Puerto de Gijón

Para el caso concreto del Puerto de Gijón, los resultados de la tipificación de las masas de agua delimitadas con respecto a ambos criterios (ROM 5.1 e IPH) no pueden ser comparados directamente puesto que de estas dos metodologías resulta la asignación de masas de agua totalmente distintas en cuanto a características y extensión se refiere.

Tabla 4.- Tipos asignados a las masas de agua modificadas del Puerto de Gijón.

VARIABLE	ROM 5.1		IPH
	EL MUSEL	PUERTO DEPORTIVO	ZONA I
Tipo de sustrato	Blando	Blando	-
Tasa de renovación	Baja	Alta	N.D.
Amplitud de marea (m)	-	-	1 - 5
Salinidad (‰)	-	-	30 - 36
Tipo asignado	M2	M4	3 ó 4

N.D.= No disponible

En términos de la ROM 5.1 el resultado final indica un **tipo M2** para la masa de agua modificada del Musel y un **tipo M4** para la masa de agua modificada del Puerto Deportivo. Por su parte, en términos de los resultados obtenidos a través de la aplicación de los lineamientos establecidos por la IPH, se ha obtenido que el tipo correspondiente a esta masa de agua modificada es el de una masa de agua costera atlántica. No obstante, debido a que no se dispone del dato de tasa de renovación de una masa de agua que abarque la Zona I en su totalidad, no ha sido posible precisar si se trata del **tipo 3** (aguas costeras atlánticas de renovación baja) o del **tipo 4** (aguas costeras atlánticas de renovación alta).

Puerto de Huelva

En contrapartida, en el caso del Puerto de Huelva, ambas metodologías para la asignación de masas de agua modificadas coinciden por completo, permitiendo así la comparación de los resultados de tipificación obtenidos a través de su aplicación (Tabla 5).

Tabla 5.- Tipos asignados a las masas de agua modificadas del Puerto de Huelva.

VARIABLE	ROM 5.1	IPH
	ZONA I	ZONA I
Tipo de sustrato	Blando	-
Tasa de renovación	Baja	Baja
Amplitud de marea (m)	-	1 - 5
Salinidad (‰)	-	5 - 30
Tipo asignado	M2	1

Como puede observarse, de acuerdo con la tabla anterior, el tipo asignado a la masa de agua modificada de acuerdo con la ROM 5.1 se corresponde con el **tipo M2**. Por su parte, de acuerdo con los lineamientos establecidos por la IPH, el tipo correspondiente es el **tipo 1**, es decir, el de aguas de transición atlánticas de renovación baja.

Puerto de Tarragona

Por su parte, con respecto al Puerto de Tarragona, a pesar de que ambas metodologías no coinciden plenamente en cuanto a la asignación de la masa de agua modificada, las masas de agua resultantes de la aplicación tanto de la metodología propuesta por la ROM 5.1, como de la propuesta por la IPH, son

suficientemente similares como para permitir la comparación de los resultados, así como el planteamiento de algunas suposiciones (Tabla 6).

Tabla 6.- Tipos asignados a las masas de agua modificadas del Puerto de Tarragona.

VARIABLE	ROM 5.1	IPH
	ZONA I Y PARTE DE LA ZONA II	ZONA I EX-CLUSIVAMENTE
Tipo de sustrato	Blando	-
Tasa de renovación	Baja	N.D.
Amplitud de marea (m)	-	< 1
Salinidad (‰)	-	34,5 – 37,5
Tipo asignado	M2	5 ó 6

N.D. = No disponible

Como puede observarse en la tabla anterior, de acuerdo con la ROM 5.1 la masa de agua modificada establecida es del **tipo M2**. Por su parte, la masa de agua modificada representada por la Zona I exclusivamente (criterio utilizado por la IPH) se corresponde con aguas costeras mediterráneas, sin embargo, debido a la falta de información sobre la renovación de esta Zona, no se ha podido establecer con precisión si se trata de una masa de agua **del tipo 5** (aguas costeras mediterráneas de renovación baja) o del **tipo 6** (aguas costeras mediterráneas e renovación alta). No obstante, puesto que la masa de agua establecida en términos de la IPH se corresponde con la parte más abrigada de la masa de agua establecida en términos de la ROM 5.1, cabe suponer que, con base en los resultados de renovación obtenidos para esta última, igualmente, la masa de agua modificada establecida en términos de la IPH sería de renovación baja, con lo cual, podría corresponder al tipo 5.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Ahora bien, frente a tal situación, y tomando en consideración que ambos criterios (ROM 5.1 e IPH) para el establecimiento de masas de agua resultan válidos, surge la pregunta sobre cual de ellos resulta más conveniente.

El uso de los lineamientos señalados por la IPH permite, sin duda, un establecimiento más objetivo y uniforme de las masas de agua aplicable a todos los Puertos. En contrapartida, el uso de los lineamientos establecidos por la ROM 5.1 para tal efecto, permite la adaptación del proceso de delimitación de las masas de agua de cada Puerto de acuerdo con sus propias características y necesidades.

No obstante, cabe recalcar dos aspectos:

1. Al realizar el establecimiento de las masas de agua con base en los criterios señalados por la IPH, la delimitación administrativa, es decir, el establecimiento de las Zonas I y II de la Zona de Servicio Portuario no siempre coincide con la realidad física e hidromorfológica de las masas de agua. Si se considera como ejemplo el caso del Puerto de Tarragona, se observa que la Zona I abarca únicamente la mitad del Puerto (aproximadamente) y si bien es cierto que las aguas localizadas en la mitad que se corresponde con la Zona II se encuentran menos abrigadas y, por lo tanto, serán poseedoras de una mejor renovación, no resulta conveniente pasar por alto los usos y actividades portuarias que se están desarrollando en ellas ya que obviamente las modifican. Asimismo, cabe recalcar que, la delimitación de la Zona I como masa de agua modificada es una delimitación preliminar que, tal y como establece la IPH, deberá ser analizada en mayor detalle.
2. Al realizar el establecimiento de las masas de agua con base en los criterios señalados por la IPH, la delimitación administrativa, en ocasiones, puede resultar una delimitación poco específica. Esto podría repercutir en una menor precisión en cuanto a la calificación del potencial ecológico se refiere. Es decir, si al calificar el potencial ecológico de una masa de agua resulta deficiente o malo, no necesariamente se trata del reflejo de un problema generalizado en toda la masa de agua, es posible que sólo algunos sectores o fragmentos de la misma estén presentando un problema, sin embargo, la calificación otorgada al potencial ecológico es aplicable a toda la masa de agua.

Por tal motivo, cabe señalar que, la elección del criterio seleccionado para el establecimiento de las masas de agua debe estar fundamentada en la escala de trabajo que sea requerida para llevar a cabo una gestión eficiente de las aguas portuarias de acuerdo con las características y necesidades propias de cada puerto.

Con respecto a los resultados obtenidos de la asignación de un tipo concreto a cada una de las masas de agua, cabe comentar que, los resultados presentados corresponden a un ejercicio de aplicación de ambos criterios de tipificación. No obstante, resulta necesario llevar a cabo un trabajo de validación en términos de la calificación del potencial ecológico de cada masa de agua delimitada que justifique las ventajas e inconvenientes del uso de cada uno de las dos metodologías propuestas. De este modo, será posible determinar qué forma de tipificación resulta más apropiada, puesto que el tipo asignado repercute en las exigencias de calidad que deberá cumplir la masa de agua en cuestión.

CONCLUSIONES

De cara al cumplimiento de la DMA, la Instrucción de Planificación Hidrológica establece criterios homogéneos que permiten alcanzar los objetivos fijados por dicha Directiva para masas de agua muy modificadas por la presencia de puertos. Asimismo, en términos del cumplimiento de la DMA, y atendiendo a la exigencia del desarrollo de programas de control operativo en zonas portuarias a través de herramientas específicas de gestión, la ROM 5.1 proporciona el soporte metodológico necesario.

Puesto que el primer paso para la determinación del potencial ecológico de una masa de agua modificada consiste en delimitarla adecuadamente, resulta conveniente tomar en consideración las ventajas que ofrecen tanto la IPH como la ROM 5.1 a través de los lineamientos que proponen para llevar a cabo tal tarea. Por un lado, la IPH permite estandarizar el establecimiento de masas de agua modificadas en todos los Puertos españoles, no obstante, debe tenerse en cuenta las limitaciones que se esconden detrás de una metodología basada fundamentalmente en la delimitación administrativa, puesto que ésta última, en ocasiones, podría no reflejar adecuadamente la realidad física. Por otro lado, en contrapartida, la ROM 5.1 permite llevar a cabo una gestión a medida y al nivel de detalle que se considere más apropiado en cada caso particular, es decir, permite la posibilidad de adecuación del establecimiento de las masas de agua de acuerdo con las características y necesidades de cada puerto.

Con respecto a la tipificación de las masas de agua es necesario ahondar en el estudio de la asignación de tipos con respecto a los criterios de calidad que serán exigidos a una masa de agua de un tipo concreto para poder dar cumplimiento a los estándares de calidad requeridos por la DMA.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer la implicación de Puertos del Estado y de las Autoridades Portuarias de Gijón, Huelva y Tarragona en el Proyecto de validación y calibración de la ROM 5.1 “Calidad de aguas litorales en áreas portuarias”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Directiva 2000/60/CE, D. " 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."

Doménech, J. L., Ondiviela, B., Gómez, A.G., Sámano, M. L., Revilla, J.A., Juanes, J.A., Guinda, X., Carranza, I., Carrascal, J.L., Álvarez, J.M., Muñoz-Calero, R. (2006): Aplicación de la ROM 5.1-05 al Puerto de Gijón. EROM 0.1: Universidad Politécnica de Valencia-Puertos del Estado.

- Gómez, A. G., García, A., Revilla, J.A., Ondiviela, B., Carranza, I., Guinda, X., Álvarez, C., Juanes, J.A. (2006): Aproximación metodológica para el cálculo del tiempo de renovación en áreas portuarias. *Procedimiento Metodológico Participativo para la Canalización, Recogida y Difusión de Estudios y Análisis Técnico - Científicos sobre los Documentos del Programa ROM EROM 01: 2.1-2.25.*
- Gómez, A.G., Sámano, M.L., Ondiviela, B., García, A., Revilla, J.A., Juanes, J. A. (2007): Tiempo de renovación: descriptor físico para la tipificación de masas de agua modificadas en áreas portuarias. *Libro resúmenes XI Jornadas de Puertos y Costas.* San Sebastián. España.
- Ondiviela, B. (2006): Desarrollo de un modelo integral de gestión de la calidad de los sistemas acuáticos portuarios. Tesis Doctoral. Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente. Universidad de Cantabria.
- Ondiviela, B., Gómez, A.G., Revilla, J.A., Juanes de la Peña, J.A. (2006): ROM 5.1 Calidad de las aguas litorales en áreas portuarias. *Proc. III Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente: Agua, Biodiversidad e Ingeniería.* Zaragoza, España.
- Ondiviela, B., Gómez, A. G., Revilla, J.A., Juanes, J.A., Álvarez, C., Puente, A., García, A.(2007): A tool for the management of seaport water bodies quality. ROM 5.1. Quality of coastal waters in port areas. *Forth International Scientific Conference - Port Development and Coastal Environment - 2007.* Varna, Bulgaria.
- Ondiviela, B., Gómez, A. G., Sámano, M.L., Revilla, J.A., Juanes, J. A. (2008): “ROM 5.1 Calidad de aguas litorales en áreas portuarias” bajo las demandas de la Directiva Marco del Agua. *Revista Puertos. Puertos del Estado.* Número 145. pp. 45 – 50.
- Proyecto de Orden Ministerial. (2008). Por la que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica.
- Puertos del Estado (2005). “ROM 5.1-05: Calidad de las aguas litorales en áreas portuarias”. Ministerio de Fomento.
- Sámano, M. L., García, A., Gómez, A.G., Juanes, J.A. (Sin publicar): Calibración de la metodología propuesta por la R.O.M. 5.1 para la valoración del tiempo de renovación de masas de agua portuarias. *Trabajo de Investigación.* Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente. Universidad de Cantabria.