



*Escuela Técnica Superior de  
Ingenieros de Caminos, Canales  
y Puertos.*



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

# Implementación y validación a escala global de una metodología cualitativa de evaluación del riesgo ambiental de la calidad del agua en puertos deportivos.

Trabajo realizado por:

*Camille Kerléguer*

Dirigido:

*José Antonio Juanes de la Peña*

*Paloma Fernández Valdor*

Titulación:

**Máster Universitario en  
Ingeniería Costera y  
Portuaria**

Santander, octubre de 2017

**TRABAJO FINAL DE MASTER**



## Contenido

<b>RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>2. OBJETIVO.....</b>	<b>8</b>
<b>3. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
3.1 EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL.....	9
3.2 ADAPTACIONES PARA LA ESCALA GLOBAL .....	12
<b>4. IMPLEMENTACIÓN A ESCALA GLOBAL .....</b>	<b>16</b>
4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO .....	16
4.2 DATOS DE PARTIDA.....	18
4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	20
4.3.1 <i>Clasificación y tipificación</i> .....	20
4.3.2 <i>Consecuencias</i> .....	23
4.3.3 <i>Vulnerabilidad</i> .....	28
4.3.4 <i>Gestión Ambiental</i> .....	33
4.3.5 <i>Riesgo</i> .....	36
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>41</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXO I .....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXO II .....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXO III .....</b>	<b>52</b>



## RESUMEN

Los puertos deportivos tienen un impacto sobre la calidad del agua y la conservación de los hábitats. Una gestión ambiental adecuada de los puertos deportivos puede jugar un papel crucial en el aumento o la limitación de las presiones ambientales generadas por la actividad desarrollada en ellos, así como en la mitigación de los riesgos ambientales en el entorno de los mismo (Petrosillo et al., 2009). Para mejorar la gestión ambiental de los puertos deportivos, se requieren instrumentos para evaluar el riesgo ambiental que provocan sus actividades sobre su entorno acuático. Para ello, Gómez et al. (en preparación) ha desarrollado un procedimiento metodológico basado en el modelo DPSIR (Drivers – Pressures – State – Impacts – Response) (Elliott, 2002; OECD, 2003), para la evaluación cualitativa del riesgo ambiental en puertos deportivos. Esta metodología estima el riesgo ambiental asociado a un puerto deportivo en función de tres factores : i) las consecuencias, ii) la vulnerabilidad y iii) la gestión ambiental, permitiendo a los gestores determinar el riesgo de manera sencilla y poco costosa. Tras su implementación en 320 puertos deportivos del litoral español, Gómez et al. (En preparación) apunta que se deben realizar estudios para validar el procedimiento desarrollado mediante su implementación a escala global, incluyendo puertos deportivos caracterizados por diferentes condiciones y peculiaridades representativas de la variabilidad de los escenarios potenciales de puertos deportivos de todo el mundo.

En el presente trabajo, se valida una metodología cualitativa de análisis del riesgo ambiental en sistemas acuáticos de puertos deportivos (Gómez et al., en preparación) mediante su aplicación a 101 puertos de todo el mundo. La implementación realizada a escala global ha confirmado la utilidad, versatilidad y adaptabilidad de la metodología aplicada en la gestión del riesgo ambiental en puertos deportivos. Sin embargo, cabe esperar que cuanto mayor sea el número de puertos deportivos y mayor la variabilidad entre ellos, más eficiente será el método en la priorización e identificación de los objetivos de mejora ambiental en la gestión acuática de los puertos deportivos. Por ello, deberían llevarse a cabo futuros trabajos para validar el procedimiento desarrollado mediante su implementación en un número mayor de puertos deportivos distribuidos a escala global y representativa de la variabilidad de escenarios potenciales en los puertos deportivos de todo el mundo.

**Palabras clave:** gestión ambiental, puertos deportivos, riesgo ambiental, calidad del agua, escala global

## ABSTRACT

Marinas have an impact on the water quality and the conservation of habitats. An appropriated environmental management of marinas can play a crucial role on the increase or the limitation of environmental pressures generated by the activities developed inside them, just like on the mitigation of environmental risks in their environment (Petrosillo et al., 2009). To improve an environmental management of marinas, it requires instruments to evaluate the environmental risk that its activities cause on it aquatic environment. For this, Gómez et al. (in preparation) has developed a methodological procedure based on the DPSIR model (Drivers – Pressures – State – Impacts – Response) (Elliott, 2002; OECD, 2003), for the qualitative environmental risk assessment in marinas. This methodology estimates environmental risk associated to a marina in function of three factors: i) the consequences, ii) the vulnerability and iii) the environmental management permitted to the managers to determinate the risk in an easy and cheaper way. Through it implementation in 320 marinas of the Spanish littoral, Gómez et al. (in preparation) point that it should realize studies to validate the procedure developed through it implementation at global scale, included marinas characterized by different conditions y peculiarities representatives of the variability of the potential scenarios of all marinas around the World.

In the present work, it validates a qualitative methodology of environmental risk assessment in aquatic systems of marinas (Gómez et al., in preparation) through it application at 101 marinas of all around the world. The implementation realized at global scale confirmed the utility, versatility and adaptability of the methodology applied at the environmental management in marinas. However, it is to be expected that bigger is the number of marinas and better is the variability between them, more efficient should be the method in the prioritization and identification of the objectives of environmental improvement in the aquatic management of marinas. For this, future studies must be done to validate the procedure developed through it implementation at a bigger number of marinas distributed at global scale and representative of the variability of potential scenarios in marinas of all the World.

**Keywords:** environmental management, marinas, environmental risk, water quality, global scale



## 1. INTRODUCCIÓN

En la antigüedad, la población residía principalmente en las zonas rurales antes de migrar a las ciudades y las zonas urbanizadas que ofrecían mayores expectativas laborales. En 2008, por primera vez en la historia de la humanidad, la proporción de la población urbana mundial superó la de las zonas rurales (UNFPA, 2007). Hoy en día, la población se concentra principalmente torno a las ciudades costeras, muchas de ellas asociadas a puertos. En 2014, 13 de las 20 ciudades más pobladas del mundo eran portuarias (United Nations, 2015). En 2035, se estima que más del 75 % de la población mundial vivirá a menos de 100 km del litoral (Haslett, 2009). Por eso, el desarrollo urbanístico está considerado como una de las presiones antrópicas con mayor impacto sobre el medio ambiente, tanto a pequeña como a gran escala (Grimm et al., 2008) y sus consecuencias se hacen notar cada día más en el medio marítimo y costero (Lotze et al., 2006).

Por otra parte, la costa es el destino más popular para los turistas: el 63 % de veraneantes pasan las vacaciones a orillas del mar (European Commission, 1998). Este aumento turístico ha generado un crecimiento de la actividad náutica recreativa, que se ubica principalmente cerca de las zonas de actividad comercial y portuaria (Davenport and Davenport, 2006). Para responder a la creciente demanda de atraques, han sido construidos en todo el mundo, una gran cantidad de puertos deportivos (Davenport and Davenport, 2006; Airoidi and Beck, 2007; Callier et al., 2009). A pesar de ello, las consecuencias ecológicas de las infraestructuras en el medio costero no han sido abordadas en su conjunto, más allá de estudios aislados relativos a impactos ecológicos específicos (Bulleri and Chapman, 2010).

Las actividades desarrolladas en los puertos deportivos son susceptibles de producir un deterioro de los paisajes costeros y de la calidad del agua en su entorno (Darbra et al., 2004; Petrosillo et al., 2009). Petrosillo (2010) llevó a cabo una identificación de los impactos ambientales potenciales de los puertos deportivos. Los impactos y su riesgo ambiental responden a las singularidades de cada puerto, reflejadas en características como son la geografía, la hidrología, la geología, la ecología, el tipo y número de embarcaciones, la industrialización del entorno, la urbanización del mismo, etc. (Darbra et al., 2005; Gupta et al., 2005).

La construcción y la ampliación de los puertos deportivos generan problemas ambientales tanto durante el desarrollo de las obras como durante la fase de explotación o gestión posterior (Peris, 1999). Una gestión ambiental adecuada de los puertos deportivos puede jugar un papel crucial en el aumento o la limitación de las presiones ambientales generadas por la actividad desarrollada en ellos, así como en la mitigación de los riesgos ambientales en el entorno de los mismo (Petrosillo et al., 2009).

La gestión ambiental de los puertos deportivos europeos comienza en 1987, cuando la Fundación Europea para la educación ambiental (FEE) desarrolla el proyecto Blue Flag para aplicar un sistema de eco-etiquetas en playas y puertos deportivos (FEE, 2007). Más adelante, aparecen otros instrumentos de gestión ambiental como son la norma ISO 14001 (ISO, 1996) y el reglamento EMAS (European Commission, 2001). Estos instrumentos se centran en la aplicación voluntaria de Sistemas de Gestión Ambiental (EMS) (Darbra et al., 2009; Saengsupavanich et al., 2009). Sin embargo, su aplicación se ha limitado a un reducido número de puertos que eligen implantar un sistema de gestión sostenible (Kuznetsov et al., 2015). Esta baja incidencia de los sistemas mencionados se debe al hecho de que la mayoría de los gestores de puertos deportivos piensa que el impacto ambiental de las actividades de los puertos es muy limitado (Petrosillo et al., 2009).

La evaluación del riesgo ambiental (ERA) es uno de los instrumentos utilizados para la gestión ambiental de los sistemas acuáticos (Díaz, 2014). Es un procedimiento que permite evaluar la probabilidad de que existan consecuencias ambientales debidas a la exposición a uno o varios factores de presión (EPA, 1998) y alberga el potencial para convertirse en la herramienta generalizada para la toma de decisiones y la gestión ambiental a varias escalas (Hope, 2006).

Durante las últimas décadas, han surgido un gran número de metodologías de evaluación del riesgo ambiental de los sistemas acuáticos portuarios (Juanes et al., 2013; Ondiviela et al., 2012; Valdor et al., 2016a). En su mayoría, son métodos diseñados para su implementación a escala local y el estudio de contaminantes específicos (Ronza et al., 2006; Grifoll et al., 2010; Petrosillo et al., 2010; Valdor et al., 2015, 2016b). Sin embargo, los gestores de pequeñas instalaciones portuarias, como son los puertos recreativos, no demandan estudios muy detallados sobre cada uno de los peligros ambientales (Elliott, 2002), sino principalmente métodos sencillos y fácilmente aplicables que sean capaces

de informar sobre el riesgo ambiental existente y las medidas preventivas y/o correctivas necesarias.

Con el objetivo de avanzar en el desarrollo de una metodología que responda a las necesidades de los gestores de los puertos deportivos, Díaz (2014) propuso un procedimiento metodológico basado en el modelo DPSIR (Drivers – Pressures – State – Impacts – Response) (Elliott, 2002; OECD, 2003) que analiza el riesgo con base en características generales, a partir de información fácilmente disponible y de cálculo sencillo. Continuando con este trabajo, Gómez et al. (en preparación) desarrolló una metodología de evaluación cualitativa del riesgo ambiental sobre la calidad del entorno acuático de los puertos deportivos. Esta metodología estima el riesgo ambiental asociado a un puerto deportivo en función de tres factores: i) las consecuencias, ii) la vulnerabilidad y iii) la gestión ambiental, permitiendo a los gestores determinar el riesgo de manera sencilla y poco costosa. Esta metodología ha sido validada mediante su aplicación en 320 puertos deportivos del litoral español (Gómez et al., en preparación). A partir de esta implementación se pudo constatar que la metodología desarrollada es válida para su aplicación a escala nacional. Sin embargo, en el trabajo de Gómez et al. (en preparación) los autores apuntan que se deben realizar estudios para validar el procedimiento desarrollado mediante su implementación a escala global, incluyendo puertos deportivos caracterizados por diferentes condiciones y peculiaridades representativas de la variabilidad de los escenarios potenciales de puertos deportivos de todo el mundo.

## 2. OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es validar una metodología cualitativa de análisis del riesgo ambiental de la calidad del agua en puertos deportivos (Gómez et al., en preparación) para su aplicación a escala global. Para ello, se implementará la metodología en el mayor número posible de puertos deportivos localizados en todo el mundo, realizando las adaptaciones necesarias para su implementación a escala global.

## 3. MATERIAL Y MÉTODOS

### 3.1 Evaluación del riesgo ambiental

Tal como establece Gómez et al. (en preparación), la evaluación del riesgo ambiental se basa en tres factores: i) las consecuencias (C) de las actividades que pueden generar un impacto sobre el medio acuático de los puertos deportivos: navegación, dragado y actividades externas, ii) la vulnerabilidad (V), expresada como las relaciones entre la sensibilidad frente a una perturbación, el valor ecológico y la naturalidad del medio y, iii) la gestión ambiental (EM), que estima la respuesta de los gestores para prevenir y mitigar el impacto ambiental, combinando el número de instrumentos y el número de medidas de gestión implementados.

Para llevar a cabo la estimación del riesgo, los puertos deportivos se clasifican utilizando una tipología basada en la desarrollada por Gómez et al. (en preparación) y adaptada a las singularidades que puede presentar una red mundial de puertos deportivos. Las tipologías son las siguientes:

- Puerto: refugio artificial construido para barcos y normalmente protegido por dos diques (rompeolas o verticales).
- Dársena: área artificial delimitada por muelles normalmente dentro de un puerto comercial.
- Fondeadero: refugio natural para el anclaje, amarrado a boyas o excepcionalmente atraque de embarcaciones deportivas.
- Interior: refugio natural o artificial en zonas de transición o costeras, que invade áreas terrestres con agua marina, normalmente protegido por un dique (rompeolas o verticales).

El riesgo ambiental se estima de acuerdo con la siguiente fórmula (Ecuación 1).

$$R_i = C_i \times V_i + EM_i \quad (1)$$

Siendo, R el riesgo ambiental, C las consecuencias, V la vulnerabilidad y EM la gestión ambiental, a nivel de puerto deportivo.

En la tabla 1, se muestran los indicadores y métricas, así como los criterios de evaluación para cada factor y parámetro considerados en la estimación del riesgo ambiental.

Factor	Parámetro	Indicador y métrico (unidades)	Criterio de evaluación	
<b>Consecuencias (C)</b>	Navegación (NV)	<b>Densidad de embarcaciones NV<sub>i</sub></b> (embarcaciones/m <sup>2</sup> ): número de embarcaciones por metro cuadrado, dividiendo el número de embarcaciones por la superficie de agua donde se realiza la actividad portuaria	NV <sub>i</sub> /NV <sub>max</sub> [0-1]	
	Actividad portuaria (PT)	<b>Operaciones portuarias PT<sub>i</sub></b> : presencia (1) o ausencia (0) de gasolinera y de varaderos dentro del área terrestre donde se realiza la actividad portuaria	PT <sub>i</sub> /PT <sub>max</sub> [0-1] PT <sub>max</sub> =2	
	Actividad de dragado (DG)	<b>Probabilidad de dragado</b> : frecuencia de operaciones de dragado	Interior * 1 Dársena 0.5 Fondeadero 0 Puerto DG <sub>i</sub> */DG <sub>max</sub> [0-	
	Actividad exterior (EX)	<b>Usos del suelo</b> a una distancia de 1 km alrededor del puerto deportivo	Industrial, minera	1
			Urbana, agricultura	0.5
Otros usos			0	
<b>Vulnerabilidad (V)</b>	Susceptibilidad (SU)	<b>Capacidad de renovación</b> del volumen de agua donde se realiza la actividad portuaria (CTRI, (Gómez, et al., 2016))	CTRI <sub>i</sub> */CTRI <sub>max</sub> [0-1]	
	Valor ecológico (EV)	Número de <b>elementos ecológicos singulares</b> EV <sub>i</sub> (#) a una distancia de 1km alrededor de la superficie de agua donde se realiza la actividad portuaria	EV <sub>i</sub> /EV <sub>max</sub> [0-1]	
	Naturalidad (NA)	<b>Alteración por presiones hidromorfológicas</b> en el entorno del puerto deportivo (tipología del puerto)	Fondeadero 1 Puerto 0.5 Interior 1 Dársena	
<b>Gestión ambiental (EM)</b>	Medidas (AM)	Número de <b>medidas adoptadas AM<sub>i</sub></b> (#) para reducir la presión de las actividades humanas sobre el medio (gestión de los residuos, gestión de sentina, etc.)	AM <sub>i</sub> /AM <sub>max</sub> [0-1]	
	Instrumentos (AI)	Número de <b>instrumentos adoptados AI<sub>i</sub></b> (#) para mejorar el desempeño ambiental (ISO 14001, Blue Flag, EMAS, ICCM, etc.)	AI <sub>i</sub> /AI <sub>max</sub> [0-1]	

\*  $DG_i = \frac{h^*}{H}$  Siendo h\*, la profundidad de cierre (m) y, H, la profundidad a la bocana del puerto (m)

\*\*  $CTRI_i = \left[1 - \frac{4 \times A}{\pi \times L^2}\right] \times \frac{e}{R}$  Siendo, A la superficie de agua del puerto (m<sup>2</sup>), L el diámetro del círculo más pequeño que encierra la superficie de agua del puerto (m), e la distancia mínima entre las infraestructuras portuarias o los elementos naturales que componen la bocana del puerto deportivo (m) y, R el rango medio de marea (m)

Tabla 1. Parámetros, indicadores, métricas y criterios de evaluación para estimar cada factor del riesgo ambiental de la calidad del agua en puertos deportivos

Las consecuencias (C<sub>i</sub>) se estiman mediante la siguiente fórmula:

$$C_i = NV_i + PT_i + DG_i + EX_i \quad (2)$$

Siendo, C las consecuencias, NV la navegación, PT la actividad portuaria, DG la actividad de dragado y, EX la actividad exterior en el puerto deportivo i.

La Vulnerabilidad ( $V_i$ ) se estima mediante la siguiente ecuación:

$$V_i = SU_i + EV_i + NA_i \quad (3)$$

Siendo, V la vulnerabilidad, SU la susceptibilidad, EV el valor ecológico y, NA la naturalidad en el puerto deportivo i.

Finalmente, la gestión ambiental es la combinación de las medidas y de los instrumentos adoptados y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$EM_i = AM_i + AI_i \quad (4)$$

Siendo, EM la gestión ambiental, AM las medidas adoptadas y, AI los instrumentos adoptados en el puerto deportivo i.

Todos los resultados a nivel de parámetro se normalizan respecto al valor máximo obtenido y se valoran entre 0 y 1. Para los parámetros Navegación, Actividad de dragado y Susceptibilidad se descartan los valores atípicos ( $\bar{x} \pm 3 \cdot SD$ ) y para el parámetro Actividad Portuaria se considera  $PT_{max} = 2$  (Tabla 1).

Para el establecimiento de los niveles de calidad aplicables a cada factor se tienen en cuenta los percentiles de los resultados obtenidos para todos los puertos deportivos. De este modo, las consecuencias y la vulnerabilidad se categorizan en cuatro niveles: muy bajo (1;  $X \leq P_{25\%}$ ), bajo (2;  $P_{25\%} < X \leq P_{50\%}$ ), moderado (3;  $P_{50\%} < X \leq P_{75\%}$ ) y alto (4;  $X > P_{75\%}$ ). La gestión ambiental se categoriza en dos niveles: optima ( $X \geq P_{50\%}$ ) e insuficiente ( $X < P_{50\%}$ ) (Tabla 2).

El riesgo ambiental esta categorizado en cuatro niveles según los siguientes criterios: puerto deportivo de riesgo muy alto ( $R_i \geq 15$ ), puerto deportivo de riesgo alto ( $10 \leq R_i < 15$ ), puerto deportivo de riesgo moderado ( $5 \leq R_i < 10$ ), puerto deportivo de riesgo bajo ( $1 < R_i < 5$ ) y puerto deportivo de riesgo muy bajo ( $R_i = 1$ ).

Factor	Categoría	Criterios
<b>Consecuencias (C)</b>	Muy bajas	$C_i \leq P_{25}$
	Bajas	$P_{25} < C_i \leq P_{50}$
	Moderadas	$P_{50} < C_i \leq P_{75}$
	Altas	$C_i > P_{75}$
<b>Vulnerabilidad (V)</b>	Muy baja	$V_i \leq P_{25}$
	Baja	$P_{25} < V_i \leq P_{50}$
	Moderada	$P_{50} < V_i \leq P_{75}$
	Alta	$V_i > P_{75}$
<b>Gestión ambiental (EM)</b>	Optima	$EM_i \geq P_{50}$
	Insuficiente	$EM_i < P_{50}$

Tabla 2. Categorías y umbrales para la evaluación de las consecuencias, la vulnerabilidad y la gestión ambiental

### 3.2 Adaptaciones para la escala global

Para realizar la implementación a escala global de la metodología para la evaluación cualitativa del riesgo ambiental de los puertos deportivos (Gómez et al., en preparación), ha sido necesario adaptar algunos de los parámetros, indicadores y criterios de evaluación. A continuación, se describen los problemas detectados de forma preliminar al inicio del estudio y las soluciones propuestas para cada uno de los aspectos e indicadores modificados.

#### Actividad de dragado (DG)

Los dragados que permiten mantener la funcionalidad de los puertos deportivos afectan a la calidad del medio acuático en el entorno del puerto. Según lo definido por Gómez et al, (en preparación), la actividad de dragado se estima en función de la tipología del puerto, siendo: (1) para puertos interiores, (0.5) para dársenas y (0) para fondeaderos. Para la tipología de Puerto, la actividad de dragado se determina mediante el cociente entre la profundidad de cierre (Hallermeier, 1981; Birkemeier, 1985) y la profundidad a la bocana del puerto deportivo (Ecuación 2).

$$DG_i = \frac{h^*}{H} \quad (5)$$

Siendo,  $h^*$ , la profundidad de cierre (m) y  $H$ , la profundidad a la bocana del puerto (m).

Para obtener la profundidad de cierre, es necesario determinar la posición para la cual se verifica que la profundidad  $z$  es igual a 1.57 veces la altura de ola significativa excedida 12 horas al año. Por lo tanto, para estimar la actividad de dragado de cada área de estudio de tipo Puerto, se necesitaría seguir el siguiente proceso:

1. Obtener una batimetría de detalle de la zona de estudio
2. Propagar la serie de re análisis de oleaje de la boya más cercana del puerto hasta el puerto
3. Calcular en toda la zona de estudio el valor de la altura de ola significativa excedida 12 horas al año
4. Determinar el punto más cercano del puerto para el cual se verifica que la profundidad  $z$  es igual a 1.57 veces la altura de ola significativa excedida 12 horas al año.

Este proceso es complejo y requiere una batimetría detallada de cada área de estudio, así como una serie de re análisis de oleaje suficientemente larga (más de 30 años). Además, la adaptación de la metodología que se realiza en este trabajo debe mantener sus características de sencillez y bajo coste computacional para que sea de fácil aplicación y útil para la gestión de los puertos deportivos.

Con el objetivo de estimar la actividad de dragado en las áreas de estudio de tipo Puerto, de manera sencilla y directa, se propone considerar el tipo de substrato como indicador de la frecuencia de dragado. Para ello, se consideran cuatro categorías de substrato: fango, arena, grava y roca. De acuerdo con lo establecido por Wentworth (1922), cada tipo de substrato tiene un intervalo de diámetro de grano: el fango es el más pequeño ( $<0.0625$  mm), la arena (entre 0.0625 mm y 2 mm), las gravas (entre 2 mm y 64 mm) y las rocas ( $>64$  mm) el más grande. Por otra parte, Shields (1936) mostró que la velocidad necesaria para el inicio del transporte de sedimentos aumenta con el tamaño del grano del sedimento. Así, la probabilidad de que el sedimento se mueva hacia el puerto o hacia su bocana es mayor cuanto menor es el tamaño del sedimento.

Se propone estimar la actividad de dragado para las áreas de estudio de tipo Puerto considerando el tipo de substrato presente en una distancia de 10 km alrededor del puerto y asignando los siguientes valores: (1) para fango, (0.7) para arena, (0.3) para gravas y (0)

para roca (Tabla 3). Para evaluar la actividad de dragado a nivel de puerto deportivo, se adoptará la categoría con el valor de peligrosidad más alto (el peor caso).

Factor	Criterios de evaluación Gómez et al. (en preparación)		Criterios de evaluación propuestos		
	<b>Actividad de dragado (DG)</b>	Interior	1	Interior	1
Dársena		0.5	Dársena	0.5	
Fondeadero		0	Fondeadero	0	
Puerto		DG <sub>i</sub> /DG <sub>max</sub> [0-1]	Puerto	Fango	1
				Arena	0.7
				Grava	0.3
				Roca	0

Tabla 3. Criterios de evaluación de la actividad de dragado (DG)

### Actividad externa (EX)

Las actividades externas al puerto deportivo pueden afectar a la calidad del sistema acuático en el entorno del puerto. El factor Actividad Exterior se estima en función del uso del suelo en el entorno del puerto deportivo en un área de amortiguación de 1 km. Se considera: peligrosidad alta (1) para uso industrial o minero, peligrosidad moderada (0.5) para un uso urbano o agricultura y nulo para l otros usos del suelo (e. g. bosques, áreas semi-naturales).

La mayoría de las bases de datos de acceso libre a escala global no tienen una resolución suficientemente alta para un estudio a nivel de puerto deportivo y no coinciden en las categorías de uso de suelo definidas por Gómez et al. (en preparación).

Las bases de datos identificadas, que cubren la escala global (p. ej., Globe30), permiten diferenciar tres categorías de usos de suelo: artificial, agrícola y natural (bosques, matorrales, praderas, humedales). Un uso del suelo artificial puede ser un uso urbanizado y/o un uso industrial. Las consecuencias de zonas con un uso industrial pueden ser altas debido a la probabilidad alta de vertidos de sustancias contaminantes, ya sea de escorrentías urbanas, vertidos de EDAR o vertidos industriales (Lotze et al., 2006). Por otro lado, las zonas agrícolas pueden generar contaminación orgánica (Carafa et al., 2007; Carvalho et al., 2009; Moreno-González et al., 2013).

Teniendo en cuenta estas consideraciones, los criterios propuestos para la evaluación de la actividad externa a escala global son: (1) para una utilización artificial del suelo, (0.5) para una utilización agrícola y (0) para un uso natural o semi-natural (Tabla 4). En el caso de que haya más de un uso del suelo alrededor del puerto, se considerará el uso mayoritario.

Factor	Criterios de evaluación (Gómez et al., en preparación)		Criterios de evaluación propuestos	
	<b>Actividad exterior (EX)</b>	Industrial, minera	1	Artificial
Urbana, agrícola		0.5	Agrícola	0.5
Otros usos		0	Natural, Seminatural	0

*Tabla 4. Resumen de los criterios de evaluación de la actividad exterior (EX)*

## 4. IMPLEMENTACIÓN A ESCALA GLOBAL

### 4.1 Descripción de las áreas de estudio

La metodología de análisis cualitativo del riesgo ambiental adaptada a partir de Gómez et al. (en preparación) se implementó en 101 puertos deportivos localizados en, Emiratos Árabes Unidos, África del Sur, Caribe holandés y francés, Estados Unidos, China, Israel, Singapur, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Portugal, España, Reino Unido, Australia y Nueva Zelanda (Anexo 1). La localización de las áreas de estudio se representa en la Figura 1.

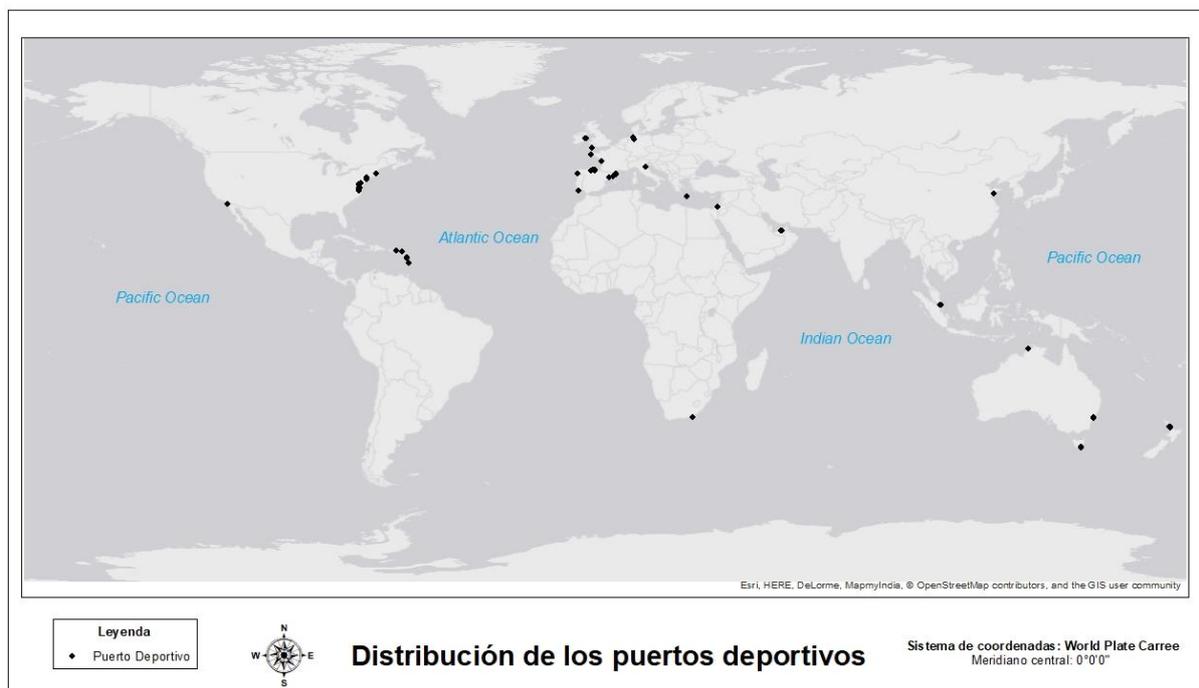


Figura 1. Distribución espacial de los puertos deportivos

Los puertos deportivos estudiados se localizan en su mayoría en la costa atlántica de Estados Unidos, el mar mediterráneo, la costa atlántica de Europa y Australia, encontrándose un menor número de ellos en África del Sur, Asia o el Golfo Pérsico (Figura 1). Dicha distribución está asociada al proyecto World Harbour Project (WHP). WHP es una red internacional de puertos, liderada por el Sydney Institute of Marine Science (SIMS), cuyo objetivo es vincular, facilitar y mejorar los programas de investigación y gestión portuaria a través de los principales puertos urbanos del mundo. En este proyecto, participan 26 puertos de todo el mundo que comparten preocupaciones ambientales, sociales y económicas. Una parte de la información relativa a los puertos

deportivos estudiados fue aportada por los 26 socios de la red World Harbour Project (WHP): Abu Dhabi, Auckland, Boston, Bremerhaven, Chesapeake Bay, Darwin, Dublin, Galway, Heraklion, Hobart, Hong Kong, Jakarta, New York, Plymouth, Qingdao, Ravenna, Rio de Janeiro, Santander Bay, St Georges Bay, Shanghai, Singapore, Sydney, Taipei, Tel Aviv, Vigo y Xiamen.

En la Figura 2, se muestra la distribución de las áreas de estudio en función del país y del continente donde se localizan los puertos deportivos seleccionados. Se puede observar que aproximadamente el 40 % de las áreas de estudio se encuentran en Europa, el 28% están en Oceanía y el 22% se localizan en América. Una pequeña parte de los puertos están en Asia (8%) y en África (1%). Australia, Estados-Unidos y España son los países donde se localiza la mayoría de las áreas de estudio.

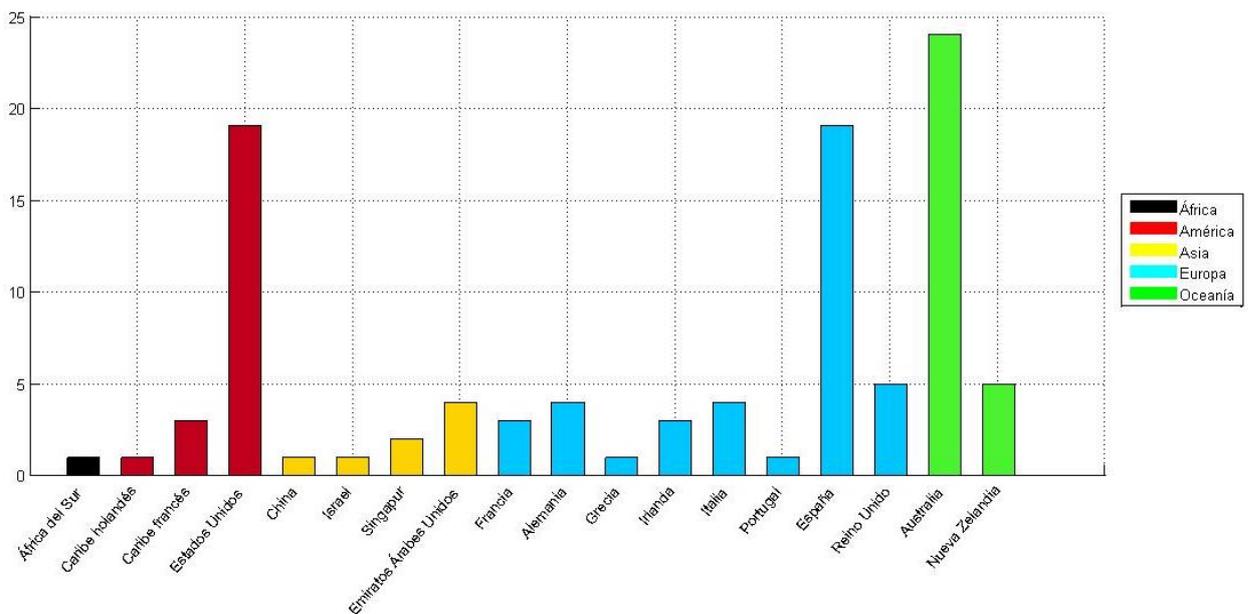


Figura 2. Representación del número de puertos deportivos por país y continente

## 4.2 Datos de partida

Para recopilar la información necesaria sobre los puertos deportivos a escala global, se diseñó un formulario que fue distribuido entre los socios de la red World Harbour Project (WHP) (Steinberg et al., 2016). La encuesta fue diseñada con base en la información requerida para la aplicación de la metodología cualitativa desarrollada por Gómez et al. (en preparación) y fue distribuida a los 26 socios de la red WHP. Los socios aportaron un listado de los puertos deportivos a incluir como áreas de estudio. Para cada uno de los puertos de este listado se digitalizó la superficie acuática portuaria utilizando la herramienta Google Earth, obteniendo 90 polígonos, que se incluyeron en el correspondiente formulario específico de cada puerto. El formulario fue enviado a cada puerto deportivo para validar o modificar la extensión del polígono y obtener los datos necesarios de todas las áreas de estudio. Además de permitir confirmar la adecuación de los polígonos creados, los formularios permitieron recopilar datos para cada uno de los puertos sobre: i) las características hidromorfológicas (longitud de la bocana del puerto (L, m), profundidad media en el puerto, profundidad en la bocana), ii) las presiones antrópicas (número de amarres, presencia o ausencia de gasolineras y de varaderos) y, iii) la gestión ambiental del puerto (número de medidas y de instrumentos adoptados). En el Anexo II, se muestra un ejemplo del formulario enviado a los puertos.

Una vez recopilados los datos de los puertos deportivos asociados a los 26 puertos del WHP, y con el objetivo de obtener una distribución de las áreas de estudio más amplia y homogénea a lo largo y ancho del globo, se buscó información de otros puertos deportivos. Para ello, se utilizaron la página web de cada puerto y la base de datos ADAC Marinaführer (<https://www.marinafuehrer.adac.de/>), que identifica alrededor de 1800 puertos de Europa. De todos ellos, se seleccionaron aquellos para los cuales se pudo obtener información suficiente para la estimación del riesgo ambiental de la calidad acuática. Así, se añadieron al estudio 11 puertos deportivos localizados en: África del Sur, Caribe holandés y francés, Francia y Portugal.

Con el objetivo de estimar la capacidad de renovación de cada puerto deportivo (CTRI) (Gómez et al., 2016) se determinaron, el área (m<sup>2</sup>) de la superficie de agua donde se realiza la actividad portuaria y el diámetro del círculo más pequeño que encierra el polígono de la superficie de agua de cada puerto. Para ello, se utilizaron las herramientas

“calculate geometry” de ArcGIS, y “minimum bounding geometry”, respectivamente (Gómez et al., en preparación). El valor del área ( $m^2$ ) de cada puerto fue utilizado para determinar la densidad de embarcaciones ( $n^{\circ}$  de embarcaciones/ $m^2$ ). Finalmente, para estimar la capacidad de renovación, se obtuvo el rango medio de marea para cada área de estudio (GOS dataset) (Cid et al., 2014) y la distancia mínima entre las infraestructuras del puerto o los elementos naturales que conforman la bocana de cada puerto deportivo.

Para estimar la probabilidad de dragado, se obtuvieron la profundidad en la bocana y la profundidad media para cada área de estudio, mediante consultas en el mapa global de navegación Navionics (<https://www.navionics.com/>). El tipo de sustrato para cada área de estudio se obtuvo a partir de las capas de sustrato marino USSeabed (Reid et al., 2006) y EMODnet (Populus et al., 2017).

Para determinar los parámetros usos del suelo y áreas protegidas, se utilizaron datos globales de usos del suelo (Chen et al., 2015) y de presencia de áreas protegidas (IUCN, 2012). Mediante la herramienta “select by location” de ArcGIS se determinaron los usos del suelo y áreas protegidas presentes en un área de amortiguación de 1 km alrededor de cada área de estudio.

## 4.3 Resultados y Discusión

A continuación, se presentan los resultados de la implementación a los 101 puertos deportivos seleccionados como áreas de estudio (Anexo I). Se describen los resultados obtenidos en la clasificación y tipificación de los puertos y los resultados obtenidos por cada factor y parámetro medidos en la estimación del riesgo ambiental.

### 4.3.1 Clasificación y tipificación

Las 101 áreas de estudio fueron categorizadas con base en el tipo de masa de agua en la que se encuentran: aguas costeras, aguas de transición y aguas fluviales (European Commission, 2000). Además, los 101 puertos deportivos fueron clasificados en cuatro tipologías adaptadas a partir de Gómez et al. (en preparación).

A continuación, se representa la distribución de las áreas de estudio en función de la tipología de puerto y de la categoría de masa de agua donde se encuentran. Alrededor del 67% de los puertos deportivos de este estudio se encuentran en aguas de transición (estuario, delta, fiordo, ría, laguna costera o bahía). En aguas costeras y aguas de transición, se pueden encontrar representadas todas las tipologías de puerto. Únicamente el 2% de los puertos estudiados se encuentran en zonas de agua fluvial, siendo el 100% de tipo interior.

Las 4 tipologías de puertos deportivos están representadas en este estudio en porcentajes similares siendo, el 32% fondeaderos, un 27% de tipo puerto, el 22% puertos interiores y un 17% de tipo dársena, estos últimos los menos representados (Figura 3).

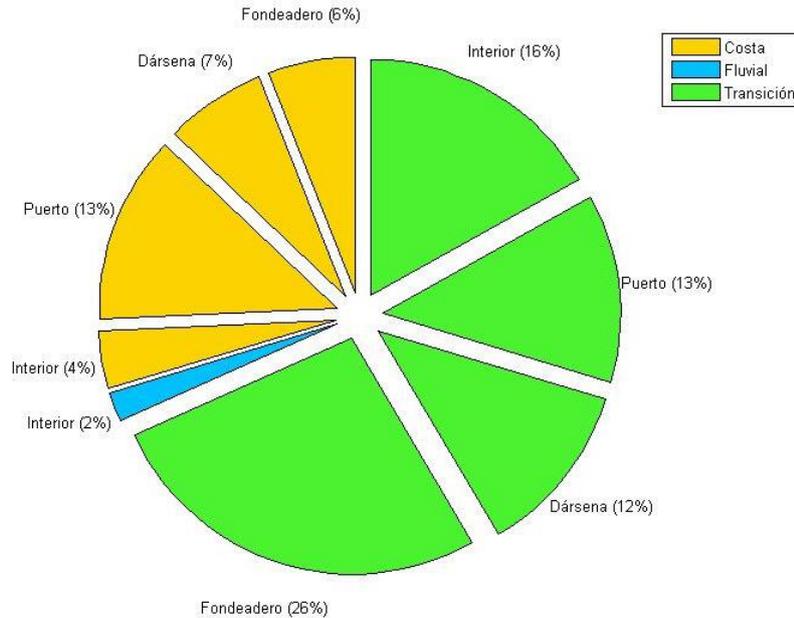


Figura 3. Tipologías y categorías de aguas de los puertos deportivos

En la figura 4 se representa un árbol general de las áreas de estudio y sus porcentajes de ocurrencia por continente, categoría y tipología de puerto deportivo.

Los puertos en agua fluvial se encuentran únicamente en Europa y América, siendo todos ellos de tipo interior. Los puertos en agua de transición son los únicos puertos presentes en todos los continentes. La mayoría de ellos están situados en Oceanía (38,5%), Europa (34%) y América (24%). Los puertos en aguas costeras están presentes en todos los continentes con la excepción de África. Más de la mitad de estos puertos se localizan en Europa.

La distribución de las tipologías por continente no es homogénea. Únicamente en América, Europa y Oceanía se pueden encontrar puertos deportivos de todas las tipologías. La mayoría de los fondeaderos estudiados (60%) se encuentran en Oceanía estando todos ellos localizados en aguas de transición. Alrededor del 40% de los puertos interiores se sitúan en América y la mayoría de ellos están situados en aguas de transición. En cuanto a la tipología Puerto y Dársena, la mayoría de los puertos tipificados como tal (70% y 60%, respectivamente) se encuentran localizados en Europa. Estas dos últimas tipologías se localizan tanto en aguas de transición como en agua costera (Figura 4).

En síntesis, la repartición de los puertos en el mundo y en las diferentes zonas de agua no es homogénea.

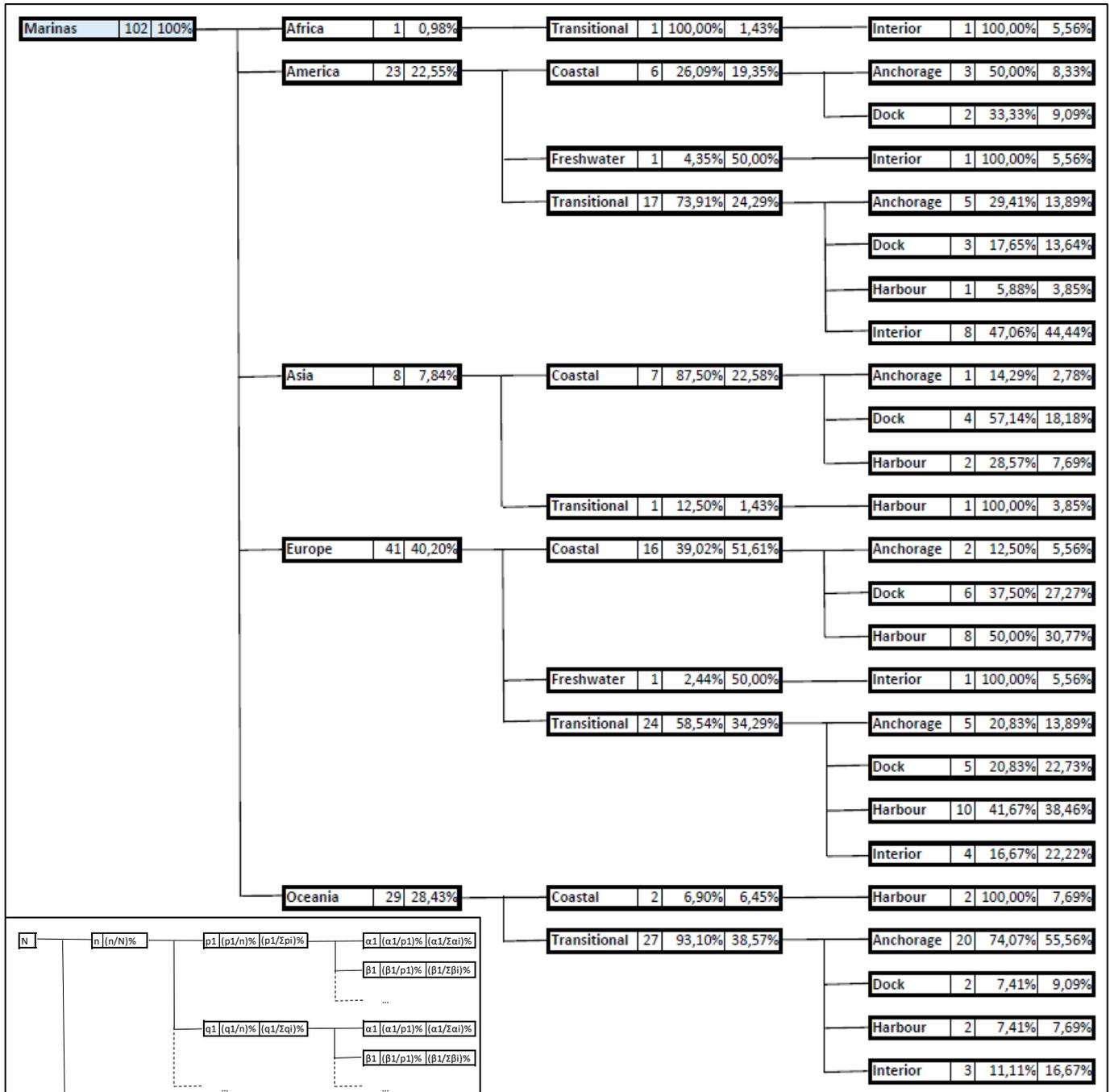


Figura 4: Árbol general de las áreas y porcentaje de acontecimiento de cada continente, categoría de agua y tipología de puerto

### 4.3.2 Consecuencias

#### Navegación (NV)

El parámetro navegación fue estimado mediante la densidad de embarcaciones. A continuación, se representa la variación espacial de a) la superficie, b) el número de embarcaciones y c) la densidad de embarcaciones.

La mayoría de las áreas de estudio tienen una superficie de agua entre  $9.1 \text{ m}^2$  y  $0.2 \text{ km}^2$  (a excepción de un puerto con  $0 \text{ m}^2$  que corresponde a un dique seco). El 10.9% de los puertos tienen un área superior a  $0.2 \text{ km}^2$ . El puerto con mayor superficie acuática se encuentra en América y ocupa más de  $1.6 \text{ km}^2$  (Figura 5a).

En cuanto al número de embarcaciones, la mayor parte de los puertos (82 puertos de los 101 estudiados) albergan entre 1 y 500. Algunos de los puertos estudiados (19 de los 101 estudiados) representados en todos los continentes pueden acomodar más de 500 embarcaciones. El puerto con el mayor número de embarcaciones se encuentra en Europa (más de 4 500 embarcaciones) (Figura 5b).

La mayoría de los puertos (94 de los 101 puertos estudiados) tienen una densidad de embarcaciones baja, inferior a  $0.01 \text{ embarcaciones/ m}^2$ . Los puertos con las densidades más altas se encuentran en Oceanía (Figura 5c).

En síntesis, la variabilidad espacial de la superficie de agua, del número de embarcaciones y de la densidad de embarcaciones es muy baja.

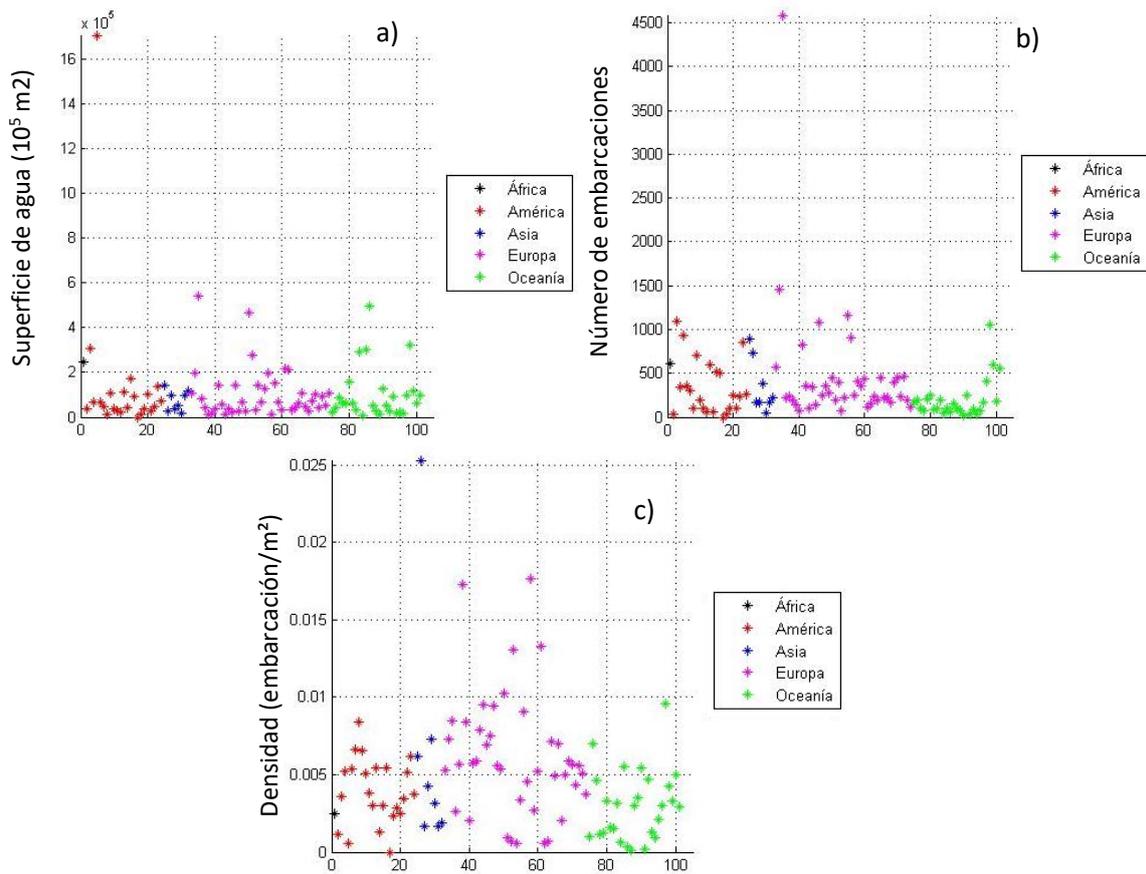


Figura 5. Variación espacial de: a) área ( $A$ ,  $10^5$  m<sup>2</sup>); b) número de embarcaciones; y c) densidad de embarcaciones en los puertos estudiados

En la Figura 6, se muestra la variación de la densidad de embarcaciones en función de la tipología de puerto deportivo. La mayor densidad se observa en los puertos deportivos de tipo Fondeadero (16 fondeaderos con una densidad superior al percentil 75). Todos los fondeaderos y las dársenas a la excepción de una tienen una densidad menor de 0.01 embarcaciones/m<sup>2</sup>. Únicamente cuatro puertos de tipo Puerto y un puerto de tipo Interior tienen una densidad mayor de 0.5 embarcaciones/m<sup>2</sup> (Figura 6).

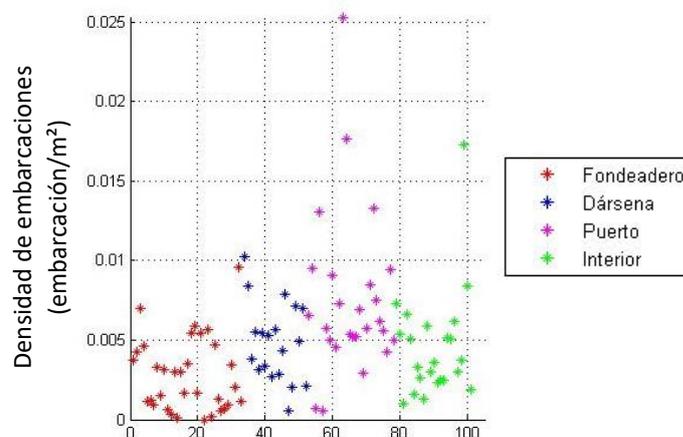


Figura 6. Variación de la densidad de embarcaciones en función de la tipología en los puertos estudiados

## Actividad portuaria (PT)

La actividad portuaria fue estimada en función de las operaciones portuarias, medidas mediante la presencia o ausencia de gasolineras y de varaderos. A continuación, se representa la variación espacial de: a) ausencia (0) o presencia (1) de gasolineras, b) ausencia (0) o presencia (1) de varaderos y, c) la actividad portuaria. El 61.4% de los puertos estudiados tienen al menos una gasolinera (Figura 7a). El 38.6% de los puertos poseen, al menos un varadero (Figura 7b). Únicamente el 31.6% de los puertos estudiados no tienen gasolinera ni varadero (Figura 7c).

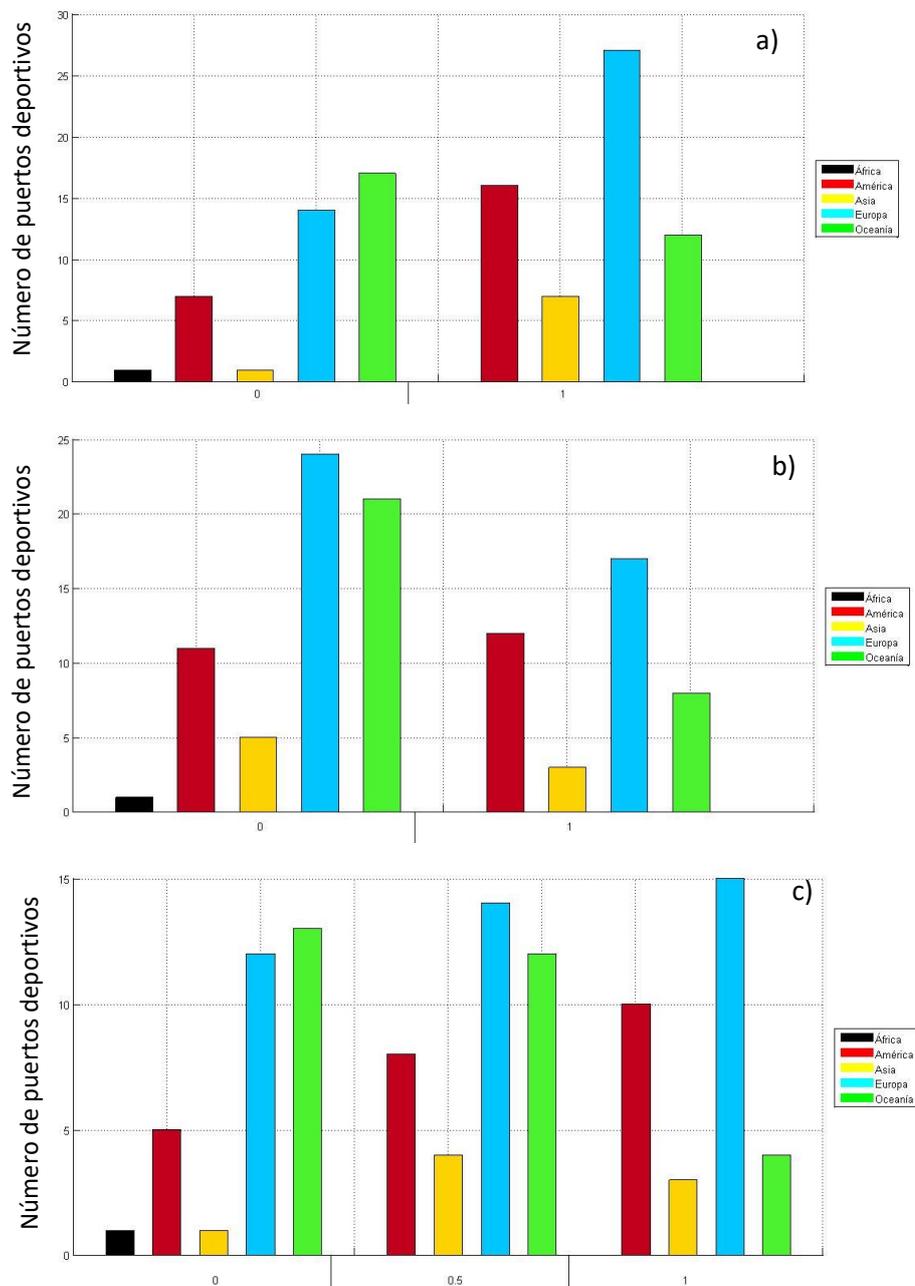


Figura 7. Variación espacial de a) la presencia o ausencia de gasolinera; b) la presencia o ausencia de varadero; y c) la actividad portuaria en los puertos estudiados

## Actividad de dragado (DG)

La actividad de dragado fue estimada en función de la probabilidad de dragado. A continuación, se representa la variación espacial de la probabilidad de dragado (Figura 8). Oceanía es el único continente donde la mayoría de las áreas de estudio (el 62% de los puertos estudiados de Oceanía) tiene una probabilidad de dragado muy baja (0). En los otros continentes, la mayor parte de los puertos estudiados (el 52.2% de los puertos de América, el 50% de los de Asia y el único puerto de África) tiene una probabilidad de dragado muy alta (1) excepto Europa. Los puertos europeos estudiados tienen una actividad de dragado muy variada (Figura 8).

En síntesis, la variabilidad espacial de la probabilidad de dragado es baja.

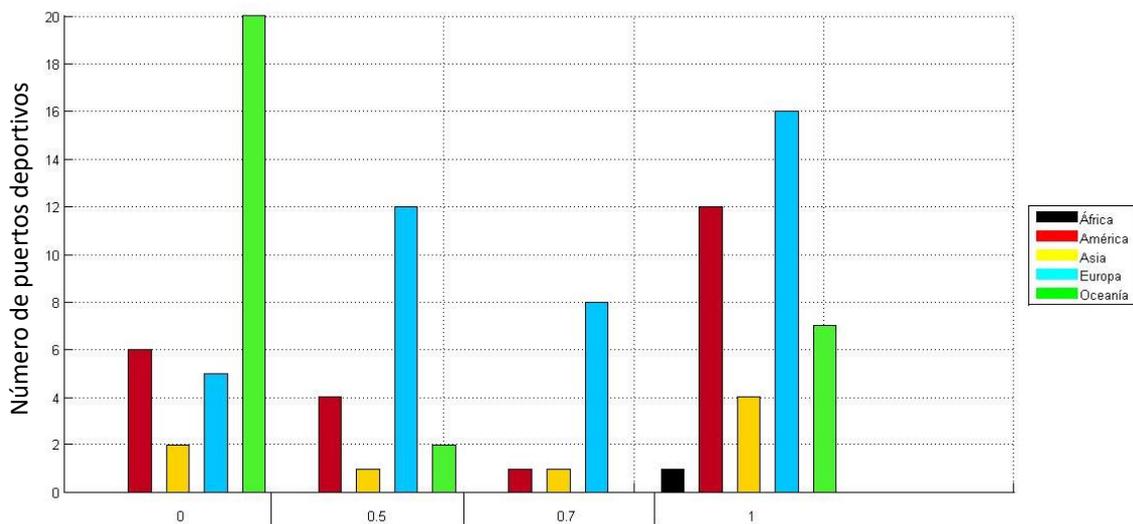


Figura 8. Variación espacial de la probabilidad de dragado en los puertos estudiados

## Actividad exterior (EX)

La actividad exterior fue estimada en función del uso del suelo identificado en el entorno del puerto deportivo. A continuación, se representa la variación espacial de la actividad exterior. El uso del suelo mayoritario (73.3%) alrededor de las áreas de estudio es un uso artificial (urbano o industrial). De manera excepcional, en América, una parte importante de las áreas de estudio (56.5%) tiene una actividad exterior natural (Figura 9).

En síntesis, el uso del suelo no tiene una gran variabilidad espacial.

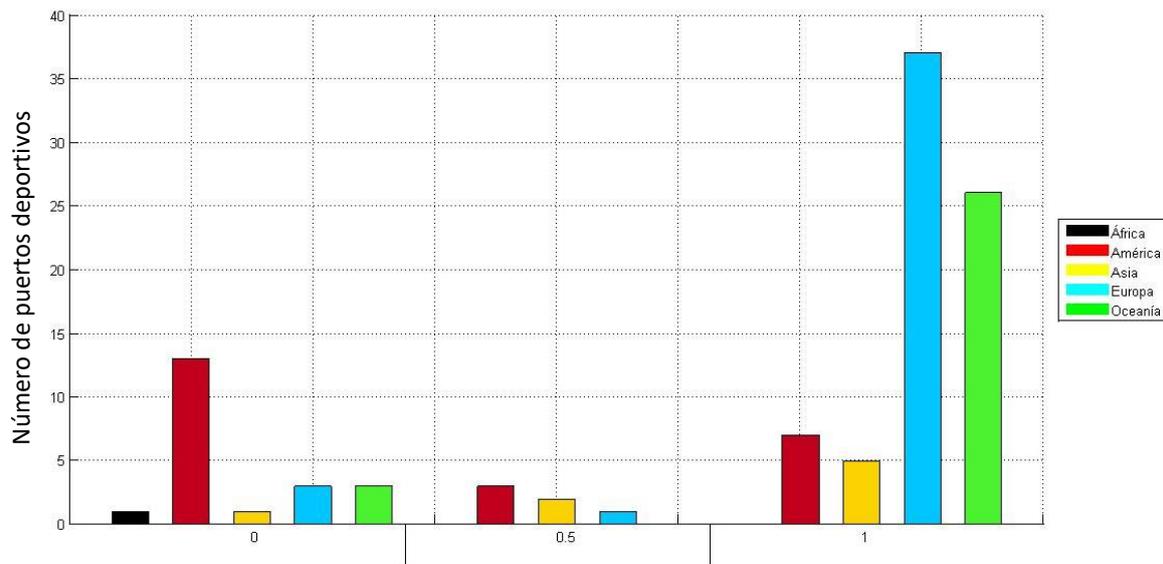


Figura 9. Variación espacial del uso del suelo en los puertos estudiados

A continuación, se representa la variación espacial del factor consecuencias (Figura 10). El 39.6% de las áreas de estudio presentan un nivel de consecuencias alto. El 18.8% tiene un nivel de consecuencias moderada, el 19.8% un nivel bajo y el 21.8% restante presenta un nivel de consecuencias muy bajo (Figura 10).

En América, alrededor del 55% de los puertos deportivos tienen un nivel de consecuencias muy bajo o bajo (26% y 30.4%, respectivamente). En Asia, el 50% de los puertos estudiados tienen un nivel de consecuencias alto. La mayoría de los puertos europeos tienen un nivel de consecuencias alto (70.7%). En Oceanía, el 31% de los puertos estudiados presenta un nivel bajo de consecuencias mientras que el 37.9% presenta un nivel muy bajo (Figura 10).

En la Figura 11, se muestra la variación de las consecuencias en función de la tipología. La casi totalidad de los fondeaderos estudiados tienen un nivel de consecuencias bajo y muy bajo. La mayoría de las dársenas del estudio tiene un nivel de consecuencias alto (47.4%) o moderado (26.3%). Alrededor de 80% de los puertos de tipología Puerto presentan un nivel de consecuencias alto. El 78.3% de los puertos interiores estudiados tiene un nivel de consecuencias moderado (34.8%) o alto (43.5%) (Figura 11).

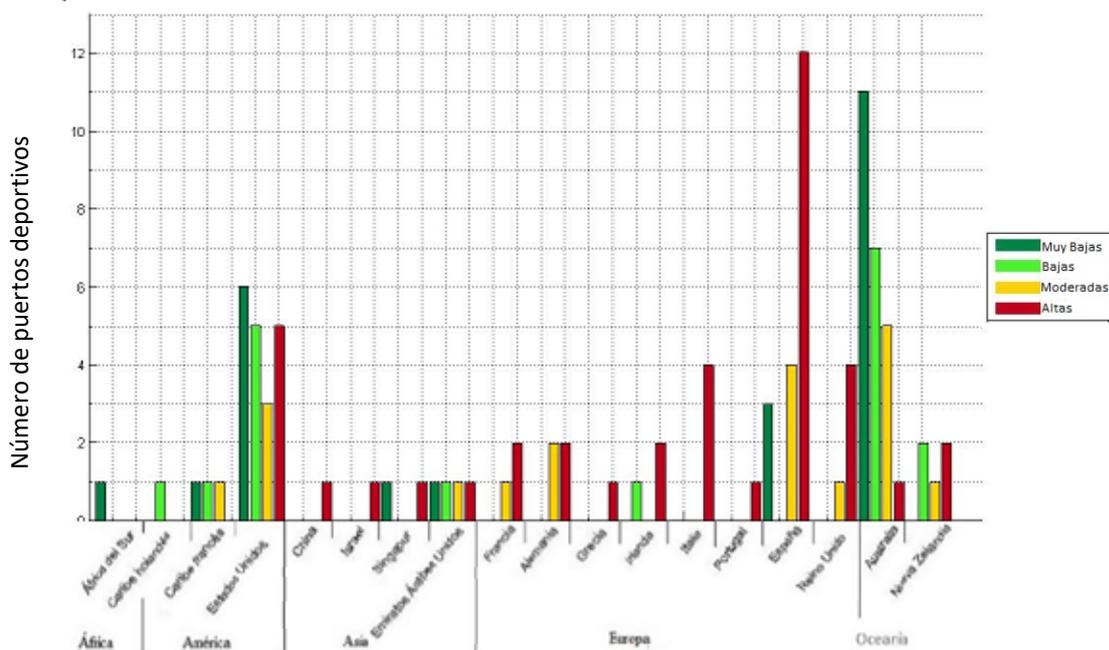


Figura 10. Variación espacial de las consecuencias en los puertos estudiados

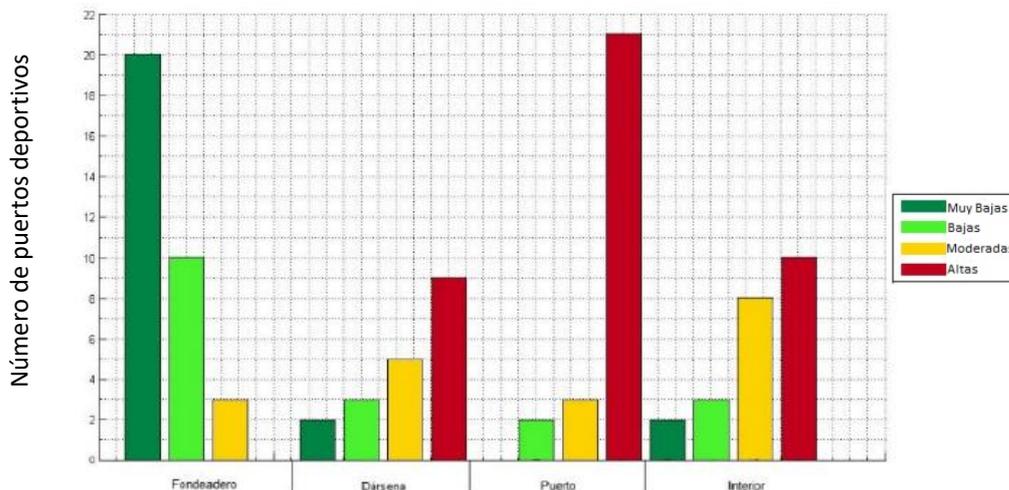


Figura 11. Variación de las consecuencias en función de la tipología en los puertos deportivos estudiados

### 4.3.3 Vulnerabilidad

#### Susceptibilidad (SU)

La susceptibilidad fue estimada en función de la capacidad de renovación del medio. A continuación, se representa la variación espacial de: a) el rango medio de marea, b) la longitud de la bocana, y c) la capacidad de renovación. En todos los continentes, el rango medio de marea es muy variado: de 0.01 metros (en Bremen) a más de 6 metros (en Francia) (Figura 12a). En los puertos deportivos de todos los continentes, la longitud de

la bocana de las áreas de estudio es muy variable (entre 6.51 m y 1200 m), siendo la longitud media de 223.34 metros) (Figura 12b). Una vez normalizados los datos, la capacidad de renovación de la mayoría de las áreas de estudio (alrededor del 75%) es inferior a 0.5. Solo tres puertos americanos y tres puertos europeos tienen una capacidad de renovación superior a 0.5 (Figura 12c).

En síntesis, el parámetro de la susceptibilidad no tiene una gran variación espacial.

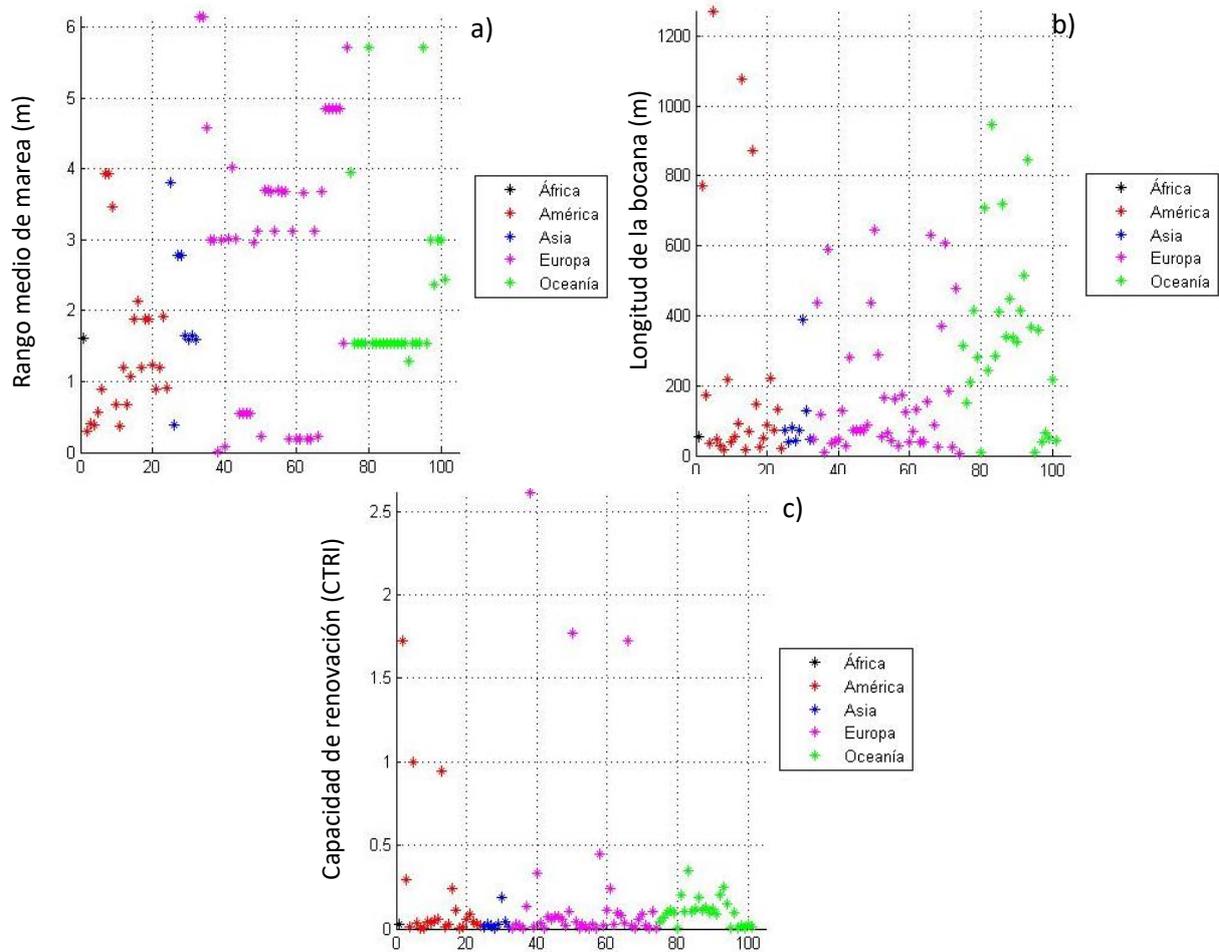


Figura 12. Variación espacial de a) el rango medio de marea; b) la longitud de la bocana; y c) la capacidad de renovación en los puertos deportivos estudiados

En la Figura 13, se muestra la variación de la capacidad de renovación en función de la tipología. La tipología Fondeadero presenta la capacidad de renovación más alta (entre 0.005 y 1.77) (Figura 13).

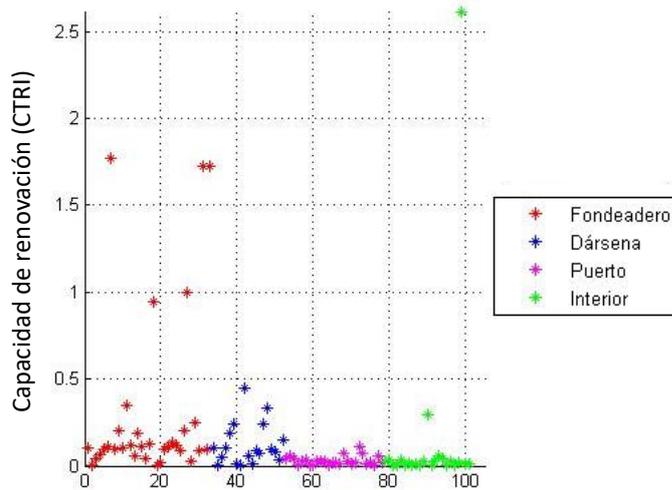


Figura 13. Variación de la capacidad de renovación en función de la tipología en los puertos deportivos estudiados

### Valor ecológico (EV)

El valor ecológico fue estimado mediante el reconocimiento de los elementos ecológicamente singulares (áreas protegidas) localizados en el entorno de las áreas de estudio. A continuación, se representa la variación espacial del valor ecológico (Figura 13). En su conjunto, casi el 70% de las áreas de estudio presenta un valor ecológico inferior a 0.2. Europa es el continente que presenta un mayor valor ecológico con un valor medio de 0.2 (Figura 14).

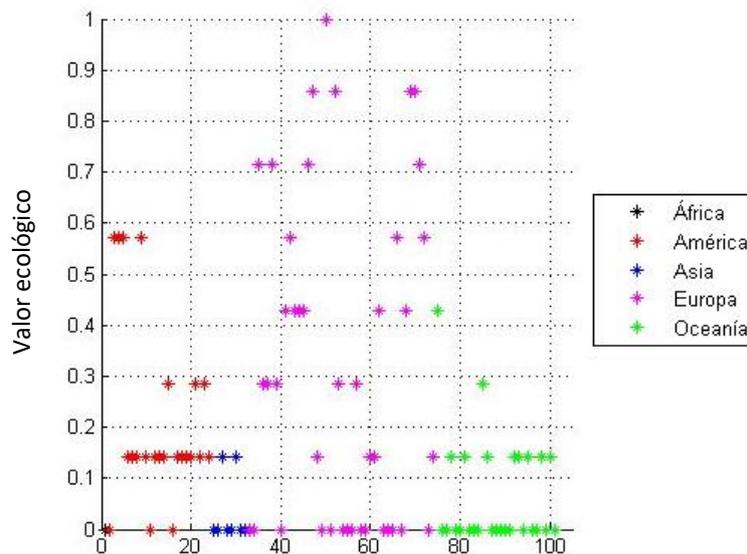


Figura 14. Variación espacial del valor ecológico en los puertos deportivos estudiados

En la Figura 15, se muestra la variación del valor ecológico en función de la tipología. La mayoría de los puertos de tipología Fondeadero, Dársena y Puerto presenta un valor ecológico nulo (15 de los fondeaderos, 12 de las dársenas, 11 de los Puertos). La mayor parte (47.8%) de los puertos de tipología Interior tienen un valor ecológico de 0.15 (Figura 15).

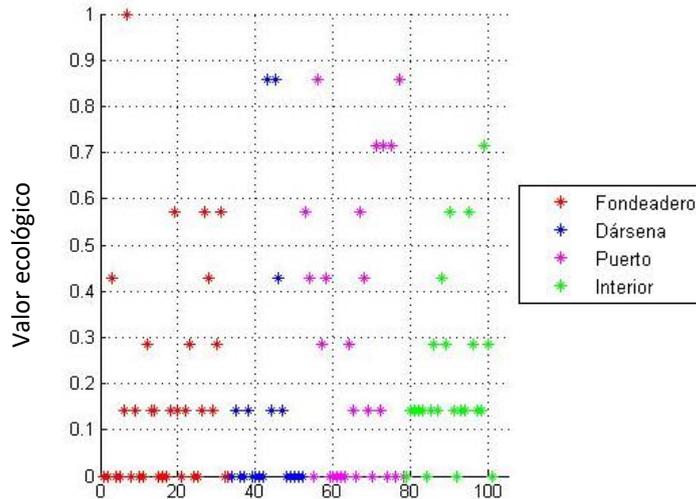


Figura 15. Variación del valor ecológico en función de la tipología en los puertos deportivos estudiados

### Naturalidad (NA)

La naturalidad fue determinada considerando la alteración por presiones hidromorfológicas. A continuación, se representa la variación espacial de la naturalidad. En todos los continentes excepto en Oceanía, la mayoría de las áreas de estudio tienen una naturalidad de 0.5 (1 puerto en África, 56.5% de los puertos americanos, 50% de los puertos de Asia, 58.5% de los puertos europeos). La mayor parte de los puertos de Oceanía presenta una naturalidad con un valor de 1 (69% de los puertos de Oceanía) (Figura 16).

En síntesis, la variabilidad de la naturalidad es muy baja.

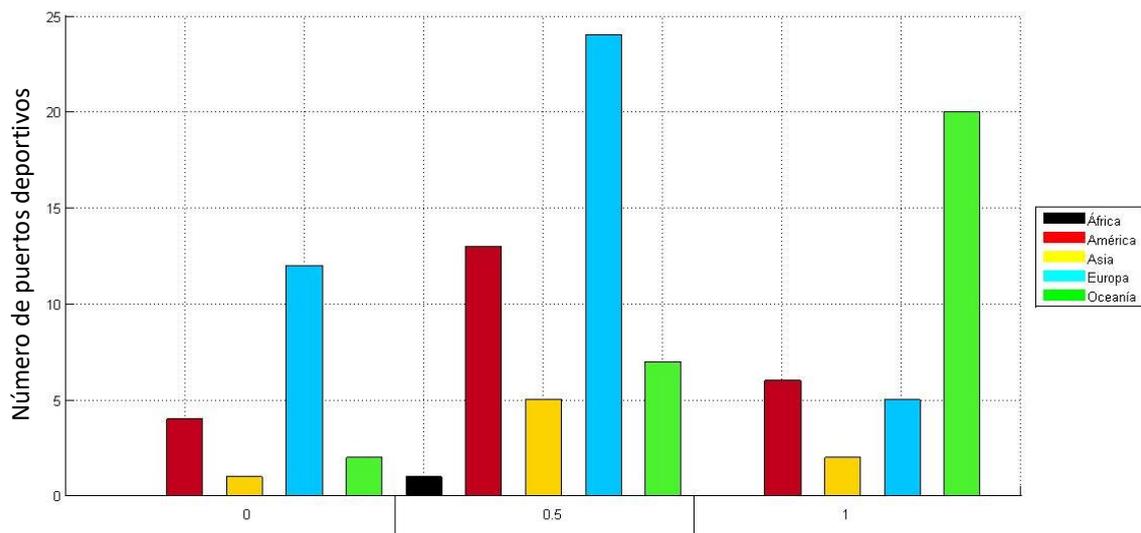


Figura 16. Variación espacial de la naturalidad en los puertos deportivos estudiados

A continuación, se representa la variación espacial de la vulnerabilidad. El mismo número de puertos americanos presentan vulnerabilidad baja (34.8%) y vulnerabilidad alta (34.8%). En Asia, el 62.5% de las áreas de estudio tiene una vulnerabilidad baja. En Europa, la vulnerabilidad de los puertos estudiados es muy variada: el 21.95% presenta una vulnerabilidad muy baja, el 31.7% baja, el 21.95% de los puertos tiene una vulnerabilidad moderada, el 24.4% alta, un y 21.95% presenta vulnerabilidad muy alta. Una gran parte de los puertos estudiados de Oceanía (el 44.8%) presenta una vulnerabilidad alta (Figura 17).

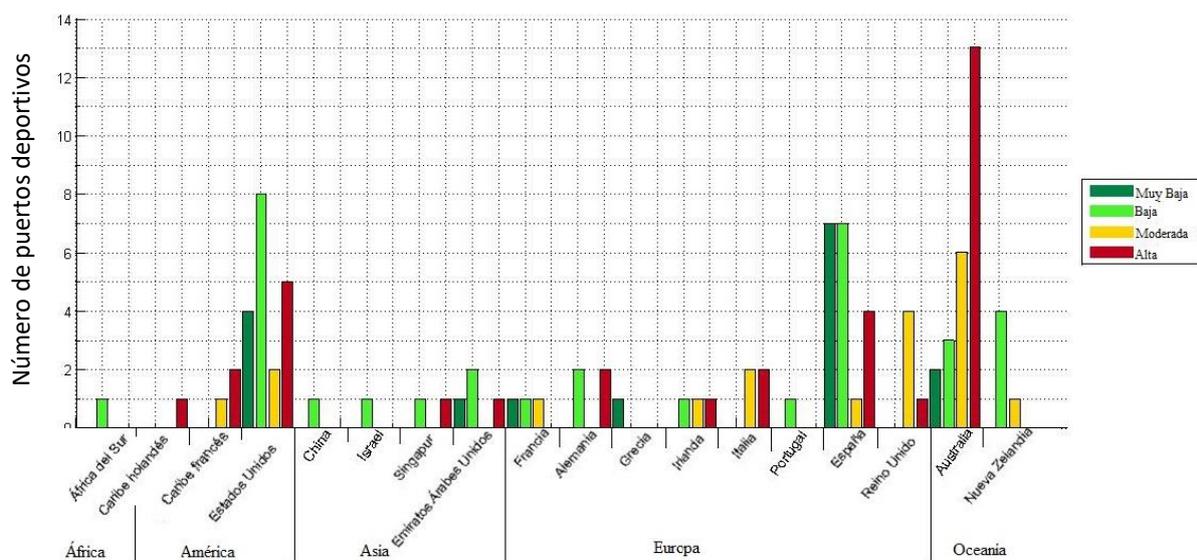


Figura 17. Variación espacial de la vulnerabilidad en los puertos deportivos estudiados

En la Figura 18, se muestra la variación de la vulnerabilidad en función de la tipología. Todos los fondeaderos presentan una vulnerabilidad alta (75.8%) o moderada (24.2%). El 45.5% de las dársenas tiene una vulnerabilidad baja y el 45.5% restante presenta una vulnerabilidad moderada. La tipología Puerto presenta mayoritariamente una vulnerabilidad alta (38.5%), moderada (30.8%), o muy alta (26.9%). La mayoría de los puertos interiores estudiados tiene una vulnerabilidad baja (73.9%) o moderada (17.4%) (Figura 18).

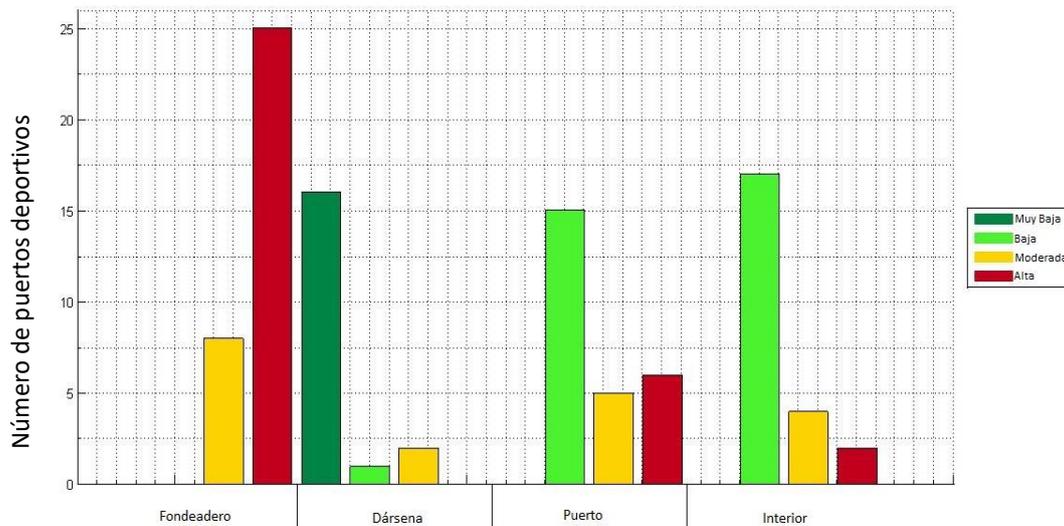


Figura 18. Variación de la vulnerabilidad en función de la tipología en los puertos deportivos estudiados

#### 4.3.4 Gestión Ambiental

##### Medidas (AM)

Las medidas adoptadas fueron calculadas mediante recuento del número de medidas ambientales llevadas a cabo en cada área de estudio para reducir las presiones del puerto deportivo sobre el medio. A continuación, se representa la variación espacial del indicador medidas adoptadas. El 45% de los puertos estudiados tiene un número de medidas adoptadas alto (1). En Europa y en Oceanía, alrededor de la mitad de las áreas de estudio tiene un número inferior al máximo (0.75 y 0.5 respectivamente) (Figura 19).

En síntesis, las medidas adoptadas no tienen una gran variabilidad espacial.

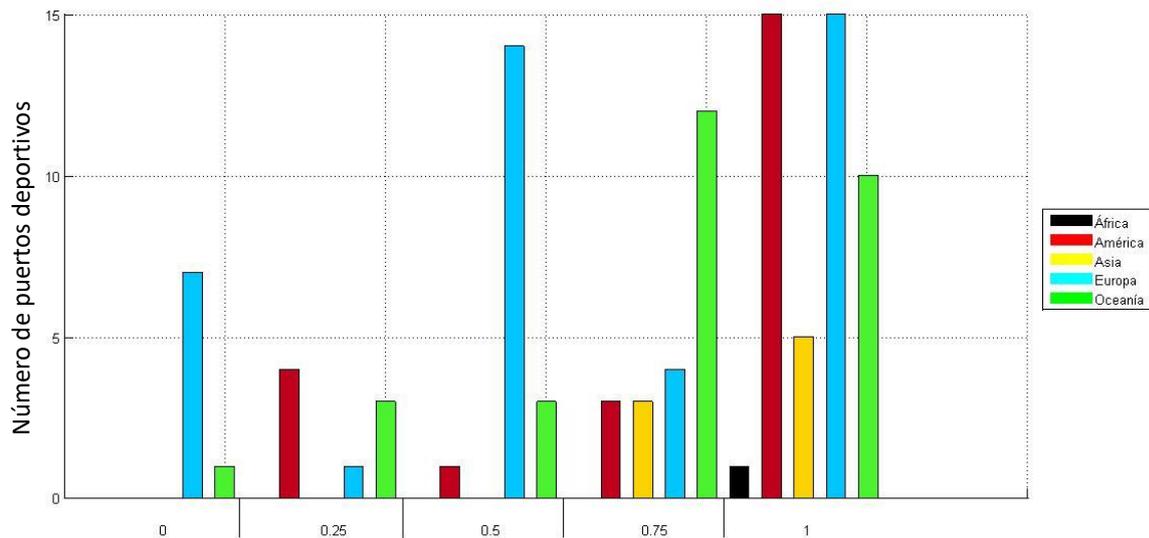


Figura 19. Variación espacial del número de medidas adoptadas en los puertos deportivos estudiados

### Instrumentos (AI)

Los instrumentos adoptados fueron calculados mediante recuento del número de instrumentos de gestión ambientales (ISO 14001, Blue Flag, EMAS o ICCM, etc.) implementados en cada área de estudio. A continuación, se representa la variación espacial del indicador Instrumentos adoptados. Alrededor del 76% de las áreas de estudio tiene un número de instrumentos de gestión bajo (0). En Europa, y América, alrededor del 22% presentan un valor normalizado del indicador Instrumentos de 0.33, igual que más de la mitad de los puertos de Asia (Figura 20).

En síntesis, la variabilidad espacial de los instrumentos adoptados es muy baja.

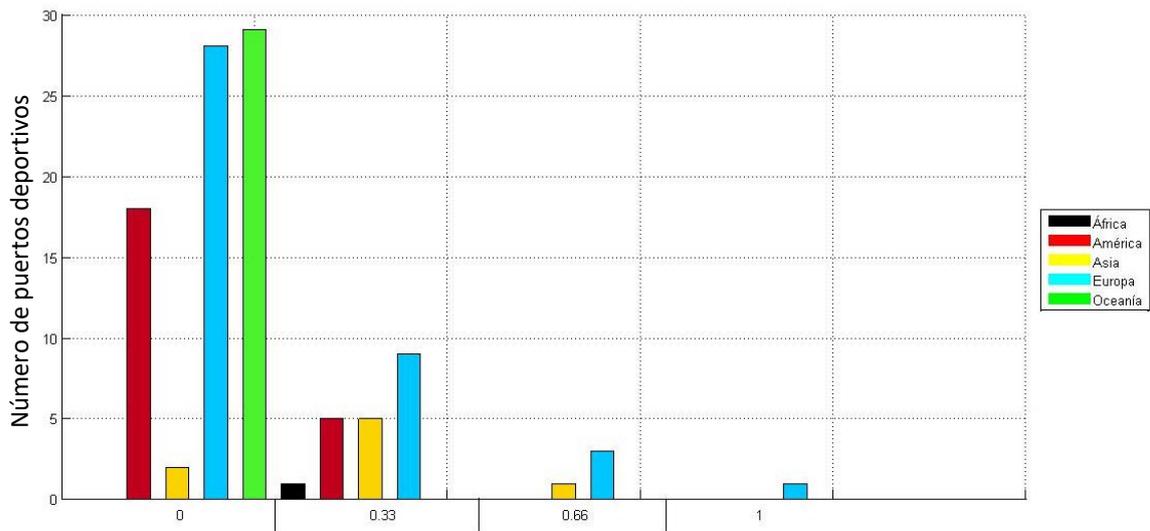


Figura 20. Variación espacial del número de los instrumentos adoptados en los puertos deportivos estudiados

A continuación, se representa la variación espacial de la gestión ambiental. El 49% de los puertos deportivos estudiados tiene una gestión ambiental óptima mientras que la gestión ambiental del 51% de ellos es insuficiente. En África, América y Asia, la mayor parte de los puertos estudiados tienen una gestión ambiental óptima (100%, 65.2% y 75%, respectivamente) En Oceanía, la mayoría de los puertos estudiados tienen una gestión ambiental insuficiente (65.5%). El 46.6% de los puertos europeos presentan una gestión ambiental optima y el 53.4% restante una gestión insuficiente (Figura 21).

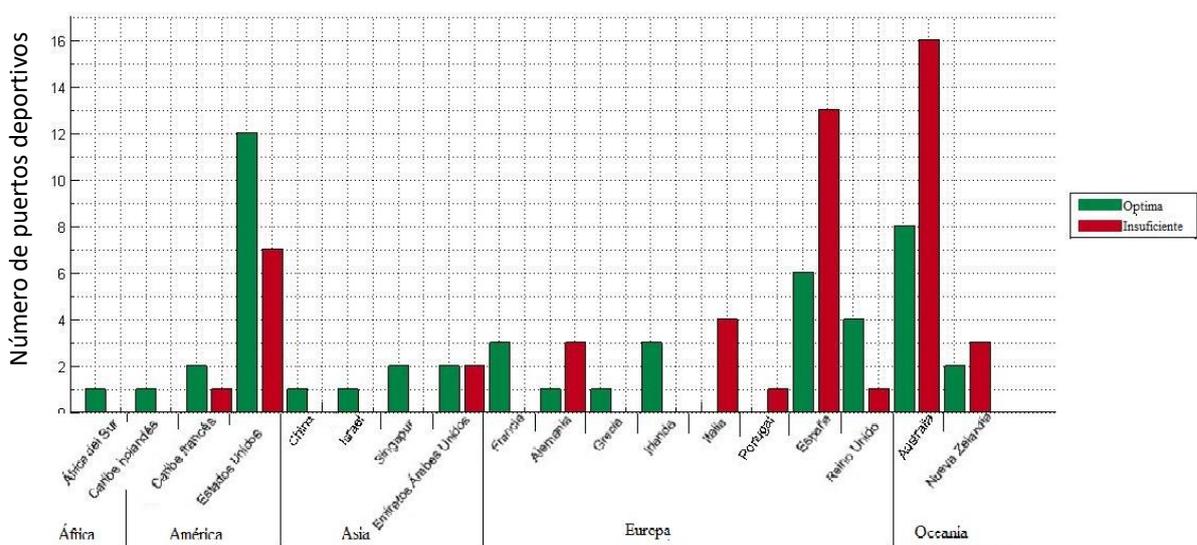


Figura 21. Variación espacial de la gestión ambiental en los puertos deportivos estudiados

En la Figura 22, se muestra la variación de la gestión ambiental en función de la tipología. La mitad de los fondeaderos tiene una gestión ambiental óptima y la otra mitad tiene una gestión ambiental insuficiente. Una mayor parte de las dársenas tienen una gestión ambiental óptima (63.2%). Una parte más grande de los puertos estudiados de tipología Puerto o interior tiene una gestión ambiental insuficiente (55.6%) (Figura 22).

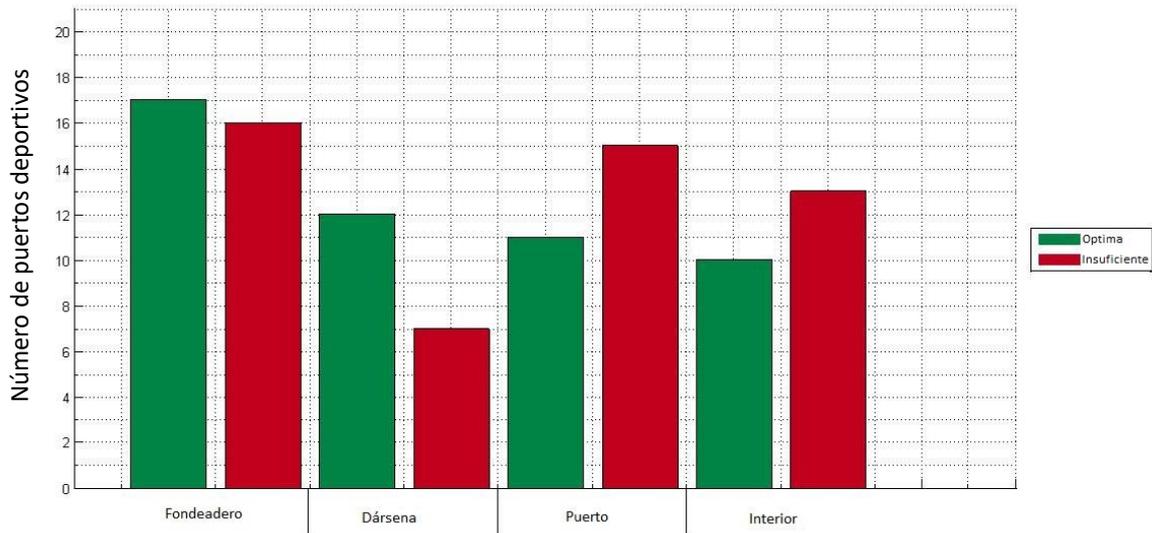


Figura 22. Variación de la gestión ambiental en función de la tipología en los puertos deportivos estudiados

#### 4.3.5 Riesgo

A continuación, se presentan los umbrales establecidos para la evaluación de las consecuencias, la vulnerabilidad y la gestión ambiental, en función de las se establecieron los percentiles estimados a partir de los valores obtenidos para cada factor en el conjunto de las áreas de estudio consideradas (Tabla 5).

Factor	Categoría	Criterios	Umbrales
<b>Consecuencias (C)</b>	Muy bajas	$C_i \leq P_{25}$	$C_i \leq 1.5$
	Bajas	$P_{25} < C_i \leq P_{50}$	$1.5 < C_i \leq 2$
	Moderadas	$P_{50} < C_i \leq P_{75}$	$2 < C_i \leq 2.5$
	Altas	$C_i > P_{75}$	$C_i > 2.5$
<b>Vulnerabilidad (V)</b>	Muy baja	$V_i \leq P_{25}$	$V_i \leq 0.5$
	Baja	$P_{25} < V_i \leq P_{50}$	$0.5 < V_i \leq 0.8$
	Moderada	$P_{50} < V_i \leq P_{75}$	$0.8 < V_i \leq 1.1$
	Alta	$V_i > P_{75}$	$V_i > 1.1$
<b>Gestión ambiental (EM)</b>	Optima	$EM_i \geq P_{50}$	$EM_i \geq 0.8$
	Insuficiente	$EM_i < P_{50}$	$EM_i < 0.8$

Tabla 5 : Criterios de evaluación y límites de los factores del riesgo

A continuación, se representa la variación espacial del riesgo. El número de puertos estudiados que tiene un riesgo muy alto o muy bajo es pequeño. La mayoría de las áreas de estudio tiene un riesgo alto (25.7%) o moderado (40.6%). Alrededor del 52% de los puertos americanos estudiados tiene un riesgo moderado. El riesgo de la mitad de los puertos americanos estudiados tiene un riesgo moderado. El riesgo de la mitad de los puertos estudiados de Asia es moderado. En Europa, la mayor parte de las áreas de estudio tiene un riesgo moderado (29.3%) o alto (26.8%). El 31% de los puertos estudiados de Oceanía tiene un riesgo alto y el 48.3% tiene un riesgo moderado (Figura 23).

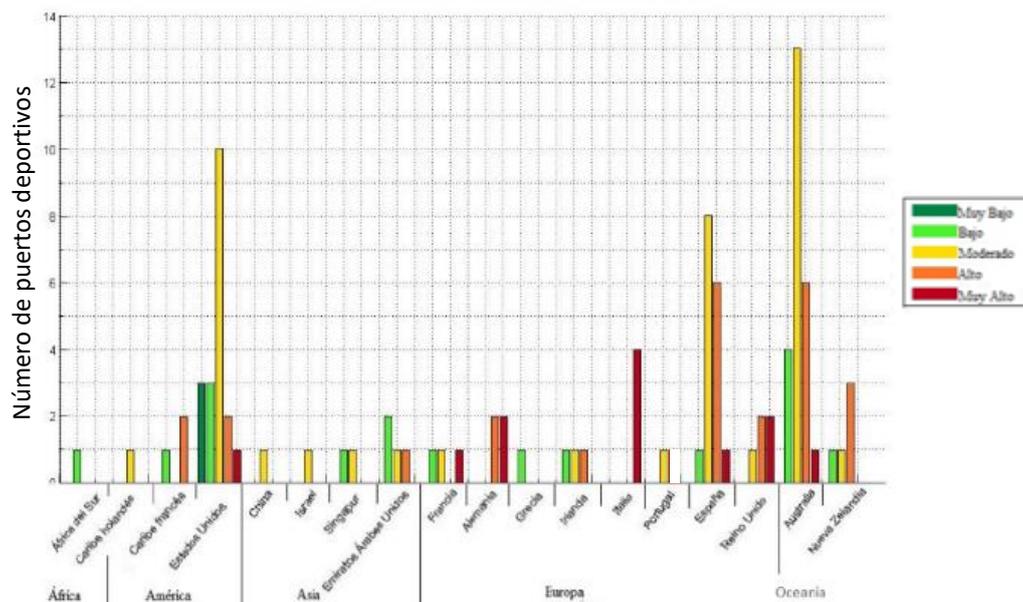


Figura 23. Variación espacial del riesgo en los puertos deportivos estudiados

En la Figura 24, se muestra la variación del riesgo en función de la tipología. La mayoría de los fondeaderos y de las dársenas estudiados tienen un riesgo bajo (27.3% y 42.1% respectivamente) o moderado (51.5% y 36.8% respectivamente). En cuanto a la tipología Puerto e Interior, el riesgo de los puertos tipificados como tal es mayoritariamente alto (38.4% y 43.5% respectivamente) o moderado (26.9% y 39.1% respectivamente). El 38.5% de los puertos con un riesgo alto tiene una tipología Puerto o Interior. La tipología Puerto es la única que tiene un gran número de puerto con un riesgo muy alto (30.8%) (Figura 24).

Los valores del riesgo ambiental tampoco presentan una gran variabilidad. La mayor parte de las áreas de estudio tiene un riesgo moderado (39.6%) o alto (25.7%). El 19.8% de los puertos estudiados tiene un riesgo bajo. Solo 3 puertos de los 101 estudiados presenta un riesgo ambiental muy bajo y el 11.9% de las áreas de estudio tiene un riesgo muy alto.

Esta ausencia de variabilidad espacial (a nivel de continente, de país y de categoría de aguas) y de los parámetros de los puertos deportivos puede ser la consecuencia de un número de áreas de estudio insuficiente para la implementación de la metodología a escala global. Por lo tanto, parece necesario aumentar el número de áreas de estudio y su distribución espacial con el objetivo de confirmar la validez de la metodología y de los umbrales utilizados para representar los factores de riesgo en los puertos deportivos a escala global.

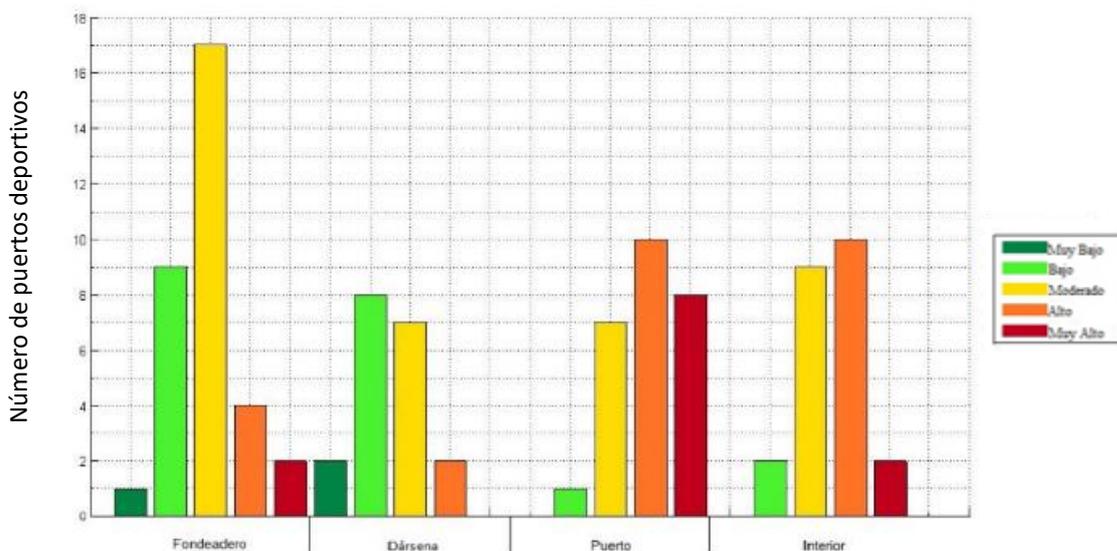


Figura 24. Variación del riesgo ambiental en función de la tipología en los puertos deportivos estudiados

En síntesis, la metodología implementada a escala mundial en este trabajo propone un procedimiento cualitativo y sencillo para analizar el riesgo de la calidad del agua de los puertos deportivos. La implementación de la metodología en los 101 puertos deportivos estudiados ha permitido, a nivel de región o país: a) identificar los puertos deportivos que contribuyen en mayor medida a las consecuencias ambientales de la navegación recreativa, b) identificar las actividades que afectan en mayor medida a la calidad del agua en los puertos deportivos y la variabilidad espacial de estas, c) encontrar aquellos puertos deportivos con mayor vulnerabilidad y, d) verificar si los puertos deportivos están aplicando medidas para reducir el impacto de la navegación sobre el medio. Además, permite caracterizar el puerto deportivo típico de una región o país.

Por ejemplo, en la Bahía de Sídney, se localizan 19 puertos deportivos estudiados. Double Bay Marina y Northbridge Marina son los dos únicos puertos deportivos estudiados de Sídney que presentan una categoría de consecuencias alta. Se puede identificar el puerto con mayor vulnerabilidad (Davis Marina). La diferencia entre Davis Marina y el resto de puertos estudiados en la Bahía de Sídney es que tiene dos elementos ecológicos singulares (zonas protegidas) en su entorno inmediato. Por otro lado, se puede conocer que solo 7 puertos de los 19 analizados en Sídney realizan una gestión ambiental óptima, en cuanto al número de medidas de gestión aplicadas, pero ninguno de ellos implementa instrumentos de gestión que aseguren una mejora continua en la reducción de las presiones del puerto sobre el medio.

En cuanto a las características del puerto deportivo tipo de la zona de Sídney podemos afirmar que se trata de un fondeadero, con un nivel bajo (0) de consecuencias ambientales asociadas una vulnerabilidad alta (4), una gestión ambiental insuficiente, y un riesgo ambiental moderado (3). La densidad del puerto tipo en la Bahía de Sídney es de 0.002 embarcaciones/m<sup>2</sup>, no tiene gasolineras ni varaderos y su actividad de dragado es baja (0). La actividad exterior de un puerto típico de Sídney es artificial y su capacidad de renovación es alta. El puerto tipo de Sídney no tiene zonas protegidas en su entorno y no ha adoptado instrumentos de gestión ambiental, aunque lleva a cabo, al menos, 3 medidas de gestión ambiental para reducir las presiones humanas sobre el medio. En el Anexo III, se muestra los mapas de las consecuencias, vulnerabilidad, la gestión ambiental y el riesgo ambiental de los puertos deportivos analizados en la Bahía de Sídney. Conocer las características comunes, al tiempo que las singularidades de los puertos deportivos en la

Bahía de Sídney, permite a los gestores priorizar en la adopción de nuevas medidas para reducir las presiones del puerto sobre su entorno acuático y definir estrategias de gestión ambiental a escala regional, nacional o incluso a escala continental.

En síntesis, se observa un problema de variabilidad de los indicadores y/ factores de riesgo en la implementación a escala global. A pesar de ello, los resultados observados a menor escala, como se muestra en el ejemplo de la Bahía de Sídney, muestran la utilidad, versatilidad y adaptabilidad de la metodología para una aplicación a escala local, regional o nacional.

Con todo ello, este procedimiento tiene el potencial de convertirse en un instrumento para el diseño de recomendaciones o normas de aplicación para la gestión ambiental de los puertos deportivos a escala continental (p.ej., en la Unión Europea,). Para ello, deberían llevarse a cabo estudios de validación con un número de puertos suficiente y representativo de la variabilidad de escenarios potenciales en los puertos deportivos de todo el mundo con el objetivo de definir umbrales de valoración estándar. De esta manera, una metodología estandarizada permitiría evaluar el riesgo ambiental en cualquier puerto deportivo del mundo y podría servir de ayuda para la evaluación y de la gestión ambiental de los puertos deportivos en los procesos de certificación ambiental internacional (Blue Flag, ISO 14001, etc.).

## 5. CONCLUSIONES

La implementación realizada en 101 puertos distribuidos globalmente ha confirmado la utilidad, versatilidad y adaptabilidad de la metodología aplicada en la gestión del riesgo ambiental en puertos deportivos a escala local y regional. Sin embargo, cabe esperar que cuanto mayor sea el número de puertos deportivos y mayor la variabilidad entre ellos, más eficiente será el método en la priorización e identificación de los objetivos de mejora ambiental en la gestión acuática de los puertos deportivos de todo el mundo. Por ello, deberían llevarse a cabo futuros trabajos para validar el procedimiento desarrollado mediante su implementación en un número mayor de puertos deportivos distribuidos a escala global y representativo de la variabilidad de escenarios potenciales en los puertos deportivos de todo el mundo.

## Bibliografía

- AIROLDI L. AND BECK M.W. *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review* Vol 45. 2007. Capitulo 7, **Loss, Status and Trends for Coastal Marine Habitats of Europe**, p. 345-405. ISBN 978-1-4200-5093-6.
- BIRKEMEIER W.A. **Field data on seaward limit of profile change**. *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*, 1985, Vol.111, n°3, p. 598-602.
- BULLERI F. AND CHAPMAN M.G. **The introduction of coastal infrastructures a driver of change in marine environments**. *Journal of Applied Ecology*, 2010, Vol.47, n°1, p. 26-35.
- CALLIER M.D., FLETCHER R.L., THORP C.H., FICHET D. **Macrofaunal community responses to marina-related pollution on the south coast of England and west coast of France**. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2009, Vol.89, n°1, p.19-29.
- CARAFA R., WOLLGAST J., CANUTI E., LIGTHART J., DUERI S., HANKE G., EISENREICH S.J., VIAROLI P., ZALDÍVAR J.M. **Seasonal variations of selected herbicides and related metabolites in water, sediment, seaweed and clams in the Sacca di Goro coastal lagoon (Northern Adriatic)**. *Chemosphere*, 2007, Vol.69, n°10, p.1625-1637.
- CARVALHO F.P., VILLENEUVE J.P., CATTINI C., RENDÓN J., MOTA DE OLIVEIRA J. **Pesticide and PCB residues in the aquatic ecosystems of Laguna de Terminos, a protected area of the coast of Campeche, Mexico**. *Chemosphere*, 2009, Vol.74, n°7, p.988-995.
- CHEN J., CHEN J., LIAO A., CAO X., CHEN L., CHEN X., HE C., HAN G., PENG S., LU M., ZHANG W., TONG X., MILLS J. **Global land cover mapping at 30m resolution: A POK-based operational approach**. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2015, Vol.103, p.7-27.
- CID A., CASTANEDO S., ABASCAL A.J., MENÉNDEZ M., MEDINA R. **A high resolution hindcast of the meteorological sea level component for Southern**

- Europe: the GOS dataset.** *Climate Dynamics*, 2014, Vol.43, n°7-8, p.2167-2184.
- DARBRA R.M., PITTAM N., ROYSTON K.A., DARBRA J.P., JOURNEE H. **Survey on environmental monitoring requirements of European ports.** *Journal of Environmental Management*, 2009, Vol.90, n°3, p.1396-1403.
- DARBRA R.M., RONZA A., CASAL J., STOJANOVIC T.A., WOOLDRIDGE C. **The Self Diagnosis Method: A new methodology to assess environmental management in sea ports.** *Marine Pollution Bulletin*, 2004, Vol.48, n°5-6, p.420-428.
- DARBRA R.M., RONZA A., STOJANOVIC T.A., WOOLDRIDGE C., CASAL J. **A procedure for identifying significant environmental aspects in sea ports.** *Marine Pollution Bulletin*, 2005, Vol.50, n°8, p.866-874.
- DAVENPORT J. AND DAVENPORT J.L. **The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: A review.** *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2006, Vol.67, n°1-2, p.280-292.
- DÍAZ J.L. **Desarrollo de un prodecimiento metodológico para la evaluación del riesgo ambiental en puertos deportivos. aplicación al litoral español.** Tesina de Máster Oficial en Gestión Integrada de Zonas Costera. Universidad de Cantabria. 2014, 83 p.
- ELLIOTT M. **The role of the DPSIR approach and conceptual models in marine environmental management: An example for offshore wind power.** *Marine Pollution Bulletin*, 2002, Vol.44, n°6, p.4-7.
- US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Guidelines for Ecological Risk Assessment.** *Federal Register*, 1998, Vol.63, n°93, p.26846-26924.
- EUROPEAN COMMISSION. **Regulation (EC) No 761/2001 of the European parliament and of the council of 19 march 2001 allowing voluntary participation by organizations in a Community eco-management and audit scheme (EMAS).** *Diario oficial de las Comunidades Europeas* 24 de abril de 2001. L 114/1, p.29.

EUROPEAN COMMISSION DIRECTORATE GENERAL XXIII. **Facts and Figures on the Europeans on Holidays 1997-1998.** , 1998.

FOUNDATION FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION (FEE). **Blue Flag, eco-label for beaches and marinas**, 2007.

GÓMEZ A.G., ONDIVIELA B., DÍAZ J.L., JUANES J.A. **Atlas for the environmental risk assessment of water quality in marinas**, en preparación.

GÓMEZ A.G., ONDIVIELA B., FERNÁNDEZ M., JUANES J.A. **Atlas of susceptibility to pollution in marinas. Application to the Spanish coast.** *Marine Pollution Bulletin*, 2016, Vol.114, n°1, p.239–246.

GRIFOLL M., JORDÀ G., BORJA Á., EESPINO M. **A new risk assessment method for water quality degradation in harbour domains, using hydrodynamic models.** *Marine Pollution Bulletin*, 2010, Vol.60, n°1, p.69-78.

GRIMM N.B., FAETH S.H., GOLUBIEWSKI N.E., REDMAN C.L., WU J., BAI X., BRIGGS J.M. **Global Change and the Ecology of Cities.** *Science*, 2008, Vol.319, n°5864, p.756-760.

GUPTA A.K., GUPTA S.K., PATIL R.S. **Environmental management plan for port and harbour projects.** *Clean Technologies and Environmental Policy*, 2005, Vol.7, n°2, p.133-141.

HALLERMEIER R. **A profile zonation for seasonal sand beaches from wave climate.** *Coastal Engineering*, 1981, Vol.4, 1980-1981, p.253-277.

HASLETT S.K. **Coastal systems.** New York, Routledge 2<sup>nd</sup> Edition, 2009. 240 p. (Routledge Introductions to Environment: Environmental Science) ISBN 9780203893203

HOPE B.K. **An examination of ecological risk assessment and management practices.** *Environment International*, 2006, Vol.32, n°8, p.983-995.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES (IUCN) AND UNEP-WCMC. **World Database on Protected Areas**

(WDPA). 2012. [On-line], [August 2017]. Cambridge, UK: UNEP-WCMC. Available at [www.protectedplanet.net](http://www.protectedplanet.net).

ISO. **ISO 14001 Environmental management systems - specification with guidance for use.** 1996.

KUZNETSOV A., DINWOODIE J., GIBBS D., SANSOM M., KNOWLES H. 2015. **Towards a sustainability management system for smaller ports.** *Marine Policy*, Vol.54, p.59-68.

LOTZE H.K., LENIHAN H.S., BOURQUE B.J., BRADBURY R.H., COOKE R.G., KAY M.C., KIDWELL S.M., KIRBY M.X., PETERSON C.H., JACKSON J.B.C. **Depletion, Degradation and Recovery Potential of Estuaries and Coastal Seas.** *Science Mag*, 2006, Vol.312, n°5781, p.1806-1809.

MORENO-GONZÁLEZ R., CAMPILLO J.A., LEÓN V.M. **Influence of an intensive agricultural drainage basin on the seasonal distribution of organic pollutants in seawater from a Mediterranean coastal lagoon (Mar Menor, SE Spain).** *Marine Pollution Bulletin*, 2013, Vol.77, n°1-2, p.400-411.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **OECD Environmental Indicators: development, measurement and use. Work**, 2003, p.37.

ONDIVIELA B., JUANES J.A., GÓMEZ A.G., SÁMANO M.L., REVILLA J.A. **Methodological procedure for water quality management in port areas at the EU level.** *Ecological Indicators*, 2012, Vol.13, n°1, p.117-128.

PARLAMENTO EUROPEO, CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. **Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.** *Diario Oficial de las Comunidades Europeas* 22 de diciembre de 2000. L327, p.72.

PERIS E. **La calidad medioambiental, clave en las instalaciones nauticas de recreo.** *Puertos deportivos y clubes nauticos : oferta turistica diferenciada.* 1999, Valencia,

UPV, p.50-65.

PETROSILLO I., VALENTE D., ZACCARELLI N., ZURLINI G. **Managing tourist harbors: Are managers aware of the real environmental risks?** *Marine Pollution Bulletin*, 2009, Vol.58, n°10, p.1454-1461.

PETROSILLO I., VASSALLO P., VALENTE D., MENSA J.A., FABIANO M., ZURLINI G. **Mapping the environmental risk of a tourist harbor in order to foster environmental security: Objective vs. subjective assessments.** *Marine Pollution Bulletin*, 2010, Vol.60, n°7, p.1051-1058.

POPULUS J., VASQUEZ M., ALBRECHT J., MANCA E., AGNESI S., AL HAMDANI Z., ANDERSEN J., ANNUNZIATELLIS A., BEKKBY T., BRUSCHI A., DONCHEVA V., DRAKOPOULOU V., DUNCAN G., INGHILESI R., KYRIAKIDOU C., LALLI F., LILLIS H., MO G., MURESAN M., SALOMIDI M., SAKELLARIOU D., SIMBOURA M., TEACA A., TEZCAN D., TODOROVA V., TUNESI L. **EUSeaMap, A European broad-scale seabed habitat map Final Report**, 2017, p.174.

REID J.A., REID J.M., JENKINS C.J., ZIMMERMANN M., WILLIAMS S.J., FIELD M.E. 2006. **usSEABED: Pacific Coast (California, Oregon, Washington) offshore surficial-sediment data release: U.S. Geological Survey Data Series 182**, version 1.0. Online at <https://pubs.usgs.gov/ds/2006/182/>.

RONZA A., CAROL S., ESPEJO V., VÍLCHEZ J.A., ARNALDOS J. **A quantitative risk analysis approach to port hydrocarbon logistics.** *Journal of Hazardous Materials*, 2006, Vol.128, n°1, p.10-24.

SAENGSUPAVANICH C., COOWANITWONG N., GALLARDO W.G., LERTSUCHATAVANICH C. **Environmental performance evaluation of an industrial port and estate: ISO14001, port state control-derived indicators.** *Journal of Cleaner Production*, 2009, Vol.17, n°2, p.154-161.

SHIELDS A. 1936. **Anwendung der Aehnlichkeitsmechanik und der Turbulenzforschung auf die Geschiebebewegung.** Thesis de Doctorado. Technical University Berlin. 1936

STEINBERG P.D., AIROLDI L., BANKS J., LEUNG K.M.Y. **Introduction to the special issue on the World Harbour Project.** *Regional Studies in Marine Science*, 2016, Vol.8, Part 2, p.217-219.

UNFPA. **The State of the World Population 2007 - Unleashing The Potential of Urban Growth.** UNFPA, 2007. p.34. ISBN 978-0-89714-807-8

UNITED NATIONS. **World Urbanization Prospect : The 2014 Revision.** New York, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2015. p. 32. ISBN 978-92-1-151517-6.

VALDOR P.F., GÓMEZ A.G., ONDIVIELA B., PUENTE A., JUANES J.A. **Prioritization maps: The integration of environmental risks to manage water quality in harbor areas.** *Marine Pollution Bulletin*, 2016, Vol.111, n°1-2, p.57-67.

VALDOR, P.F., GÓMEZ, A.G., VELARDE, V., PUENTE, A., **Can a GIS toolbox assess the environmental risk of oil spills? Implementation for oil facilities in harbors.** *Journal of Environmental Management*. 2016, Vol.170, p.105–115.

VALDOR P.F., GÓMEZ A.G., PUENTE A. **Environmental risk analysis of oil handling facilities in port areas. Application to Tarragona harbor (NE Spain).** *Marine Pollution Bulletin*, 2015, Vol.90, n°1-2, p.78-87.

WENTWORTH C.K. **The shape of beach pebbles.** *United States Geol Survey*. 1922, p.75-83.

## Anexo I

Marina's name	City	Country	Continent
Al Bateen Wharf	Abu Dhabi	United Arab Emirates	Asia
Eastern Mangrove Marina	Abu Dhabi	United Arab Emirates	Asia
Emerates Palace Marina	Abu Dhabi	United Arab Emirates	Asia
Yas Marina	Abu Dhabi	United Arab Emirates	Asia
Bayswater Marina	Auckland	New Zealand	Oceania
Gulf Harbour Marina	Auckland	New Zealand	Oceania
Hobsonville Marina	Auckland	New Zealand	Oceania
Orakei Marina	Auckland	New Zealand	Oceania
Pine Harbour Marina	Auckland	New Zealand	Oceania
Brewer Marina Bay Boston	Boston	United States	America
Im-jaich Lloyd Marina	Bremerhaven	Germany	Europa
Nordsee Yachting	Bremerhaven	Germany	Europa
Wassersport-Verein Hemelingen	Bremerhaven	Germany	Europa
Weser Yacht Club	Bremerhaven	Germany	Europa
Morningstar Marinas	Mathews, Virginia	United States	America
Herrington Harbour North	Tracey's Landing, Maryland	United States	America
Bay Bridge Marina	Stevensville, Maryland	United States	America
Ingram Bay Marina	Heathsville, Virginia	United States	America
Salt Ponds Marina	Hampton, Virginia	United States	America
Brewer Bohemia Vista Marina	Chesapeake City, Maryland	United States	America
Tolchester Marina Inc	Chestertown, Maryland	United States	America
Smith Point Marina	Reedville, Virginia	United States	America
Bohemian Bay Yacht Harbour	Chesapeake City, Maryland	United States	America
Chesapeake Harbour Marina	Annapolis, Maryland	United States	America
Deltaville Yachting Centre	Deltaville, Virginia	United States	America
Stingray Point Marina	Deltaville, Virginia	United States	America
Cullen Bay Marina	Larrakeyah	Australia	Oceania
Tipperary Waters Marina	Darwin	Australia	Oceania
Bayview Marina	Darwin	Australia	Oceania
Dun Laoghaire Marina	Dublin	Ireland	Europa
Malahide Marina	Dublin	Ireland	Europa
Poolbeg Marina	Dublin	Ireland	Europa
Porto Gouves Marina	Iraklio	Greece	Europa
Oyster Cove Marina	Kettering	Australia	Oceania
Bellerive Yacht Club	Hobart	Australia	Oceania
North Cove Marina	New York	United States	America
Liberty Landing Marina	Jersey City	United States	America
Oneo15 Brooklyn Marina	New York	United States	America
The Haverstraw Marina	New York	United States	America
Mayflower Marina	Plymouth	United kingdom	Europa
Plymouth Yacht Haven	Plymouth	United kingdom	Europa
King Point Marina	Plymouth	United kingdom	Europa
Queen Anne Battery	Plymouth	United kingdom	Europa
Sutton Harbour Experience	Plymouth	United kingdom	Europa
Qingdao Marina City	Qingdao	China	Asia

Marina's name	City	Country	Continent
Circolo Velico Ravennate	Ravenna	Italy	Europa
Porto Turistico Marinara	Ravenna	Italy	Europa
Ravenna Yacht Club	Ravenna	Italy	Europa
Marinai d'Italia	Ravenna	Italy	Europa
Marina de Santander	Maliaño	Spain	Europa
The Real Club Marítimo de Santander	Santander	Spain	Europa
Club Nautico de Castro Urdiales	Castro Urdiales	Spain	Europa
Club Nautico de Santona	Santona	Spain	Europa
Club Nautico de suances	Suances	Spain	Europa
Marina de Laredo	Laredo	Spain	Europa
Puerto de San Vicente de la Barquera	San Vicente de la Barquera	Spain	Europa
Marina Pedrena	Pedrena	Spain	Europa
Raffles Marina	Singapore	Singapore	Asia
Marina at Keppel Bay	Singapore	Singapore	Asia
Balmain Marine Centre	Sydney, NSW	Australia	Oceania
Birkenhead Point Marina	Sydney, NSW	Australia	Oceania
Cammeray Marina	Sydney, NSW	Australia	Oceania
Clontarf Marina	Sydney, NSW	Australia	Oceania
Cruising Yacht Club of Australia	Sydney, NSW	Australia	Oceania
d'Albora Marinas Cabarita	Sydney, NSW	Australia	Oceania
d'Albora Marinas Rushcutters	Sydney, NSW	Australia	Oceania
d'Albora Marinas The Spit	Sydney, NSW	Australia	Oceania
Darling Harbour Marina	Sydney, NSW	Australia	Oceania
Davis Marina	Sydney, NSW	Australia	Oceania
Double Bay Marina	Sydney, NSW	Australia	Oceania
Elizabeth Bay Marina	Sydney, NSW	Australia	Oceania
Fergusons Boatshed Marina	Sydney, NSW	Australia	Oceania
Middle Harbour Yacht Club	Sydney, NSW	Australia	Oceania
Northbridge Marina	Sydney, NSW	Australia	Oceania
Point Piper Marina	Sydney, NSW	Australia	Oceania
Royal Motor Yacht Club - Point Piper	Sydney, NSW	Australia	Oceania
Sydney Boat House	Sydney, NSW	Australia	Oceania
Woolwich Marina	Sydney, NSW	Australia	Oceania
Marina Herzliya	Tel-Aviv	Israel	Asia
Marina Davila Sport	Vigo, Pontevedra	Spain	Europa
Marina Punta Lagoa	Vigo, Pontevedra	Spain	Europa
Real Club Nautico de Vigo	Vigo, Pontevedra	Spain	Europa
Asociacion de Marinero	Vigo, Pontevedra	Spain	Europa
Marina du Château	Brest	France	Europa
Marina du Moulin Blanc	Brest	France	Europa
Port de Plaisance de La Rochelle	La Rochelle	France	Europa
Marina du Bas-Du-Fort	Pointe-à-Pitre	French Caribbean	America
Marina Rivière Sens	Gourbeyre	French Caribbean	America
Port de Plaisance du Marin	Le Marin	French Caribbean	America
Marina Portimao	Portimao	Portugal	Europa

<b>Marina's name</b>	<b>City</b>	<b>Country</b>	<b>Continent</b>
Club Nautico de Cadaques	Cadaqués	Spain	Europa
Tamariu fondeadero		Spain	Europa
Marina Port Vell	Barcelona	Spain	Europa
RC Nautic de Barcelona	Barcelona	Spain	Europa
RC Maritim de Barcelona	Barcelona	Spain	Europa
Port Esportiu de Tarragona	Tarragona	Spain	Europa
Port Tarraco	Tarragona	Spain	Europa
Yacht Club at Isle de Sol	St Maarten	Dutch Caribbean	America
Crown Bay Marina St Thomas	St Thomas	United States	America
Marina Cortez	San Diego	United States	America
Royal Alfred Marina	Port Alfred	South Africa	Africa

## Anexo II

<b>General data</b>
Marina's name: Haga clic aquí para escribir texto. Postal address: Haga clic aquí para escribir texto. Code: Haga clic aquí para escribir texto. City: Haga clic aquí para escribir texto. Country: Haga clic aquí para escribir texto. web: Haga clic aquí para escribir texto. phone: Haga clic aquí para escribir texto. e-mail address: Haga clic aquí para escribir texto.
<b>Hydromorphological characteristics:</b>
Average depth (in meters): Haga clic aquí para escribir texto. Depth at marina entrance (in meters): Haga clic aquí para escribir texto.
<b>Human pressures</b>
Number of berths: Haga clic aquí para escribir texto. Number of gas stations: Haga clic aquí para escribir texto. Number of dry docks: Haga clic aquí para escribir texto.
<b>Environmental management</b>
Number of Environmental Standard: Please, specify what kind of environmental standards are implemented in the marina: Haga clic aquí para escribir texto. Select which environmental measures are implemented in the marina: Measures: <input type="checkbox"/> Garbage disposal <input type="checkbox"/> Waste management <input type="checkbox"/> Bilge management, Sewer Pump-Out. <input type="checkbox"/> Oil management Specify any other environmental measure or instrument implemented in the marina: Haga clic aquí para escribir texto.
<b>Application scope</b>
Does this polygon (orange line) cover the water surface where the marina's activity take place?  If not, please modify the polygon as follows: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Access to Google Earth: <a href="https://www.google.es/intl/es/earth/">https://www.google.es/intl/es/earth/</a></li><li>2. Introduce the name of the marina in the seeker.</li><li>3. Using Add -&gt; Add a polygon: draw the water surface where port activity takes place.</li><li>4. Save the polygon as a .kmz and send it with this questionnaire filled out</li></ol>

## ANEXO III

