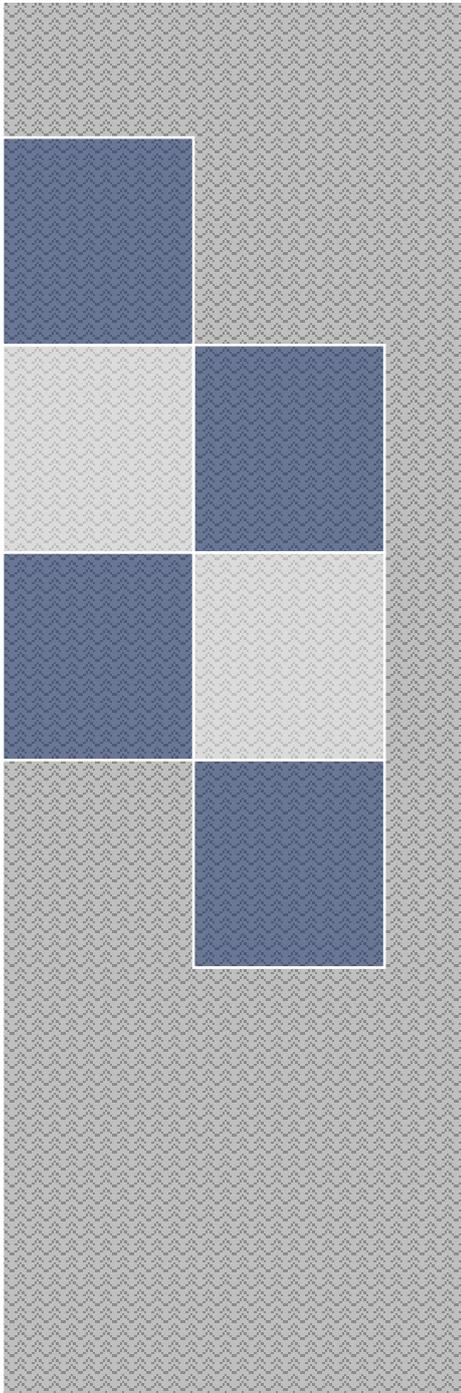




# Ports de Balears



Autoritat Portuària de Balears



## PROPUESTA DE DELIMITACIÓN DE LOS ESPACIOS Y USOS PORTUARIOS DEL PUERTO DE PALMA

*Anexo I: Análisis de las alterativas de fondeo en Zona II de aguas del Puerto de Palma*



MCVALNERA

ABRIL 2021

## ÍNDICE

1. OBJETO Y MOTIVACIÓN.....	2
2. DEFINICIÓN DE LAS NECESIDADES DE FONDEO .....	4
3. ALTERNATIVAS DE REORDENACIÓN DEL POLÍGONO DE FONDEO .....	9
3.1. ALTERNATIVA A .....	9
3.1.1. ALTERNATIVA A.1 .....	9
3.1.2. ALTERNATIVA A.2 .....	11
3.1.3. ALTERNATIVA A.3 .....	13
3.1.4. ALTERNATIVA A.4. ....	14
3.2. ALTERNATIVA B .....	15
3.2.1. ALTERNATIVA B.1 .....	15
3.2.2. ALTERNATIVA B.2 .....	16
3.2.3. ALTERNATIVA B.3 .....	17
3.2.4. ALTERNATIVA B.4. ....	18
3.3. VIABILIDAD DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS.....	18
3.3.1. DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA AFECCIÓN A LAS SERVIDUMBRES DEL AEROPUERTO DE PALMA .....	18
3.3.2. DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA OPERATIVIDAD.....	19
4. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE ABRIGO DE LAS ZONAS DE FONDEO ACTUAL Y PROPUESTA .....	19
4.1. INTRODUCCIÓN .....	19
4.2. ZONAS DE FONDEO .....	20
4.3. ANÁLISIS DEL VIENTO .....	20
4.4. ANÁLISIS DEL OLEAJE.....	22
4.5. ANÁLISIS DE LAS CORRIENTES .....	25
4.6. CONCLUSIONES .....	37
4.6.1. VIENTOS.....	37
4.6.2. OLEAJES .....	37
4.6.3. CORRIENTES .....	38
4.6.4. CONCLUSIONES SOBRE LA ZONA DE FONDEO PROPUESTA.....	39
5. CONCLUSIÓN SOBRE LA DELIMITACIÓN DE LA ZONA II DE AGUAS DEL PUERTO DE PALMA .	39

## 1. OBJETO Y MOTIVACIÓN

Como resultado del desarrollo de la propuesta de nueva Delimitación de Espacios y Usos Portuarios del Puerto de Palma, se ha propuesto modificar la zona de servicio de aguas del Puerto de Palma, mediante la desafectación de dos polígonos de la zona de servicio actual y la incorporación de otros dos polígonos, para paliar en parte la pérdida de espacio para el fondeo.

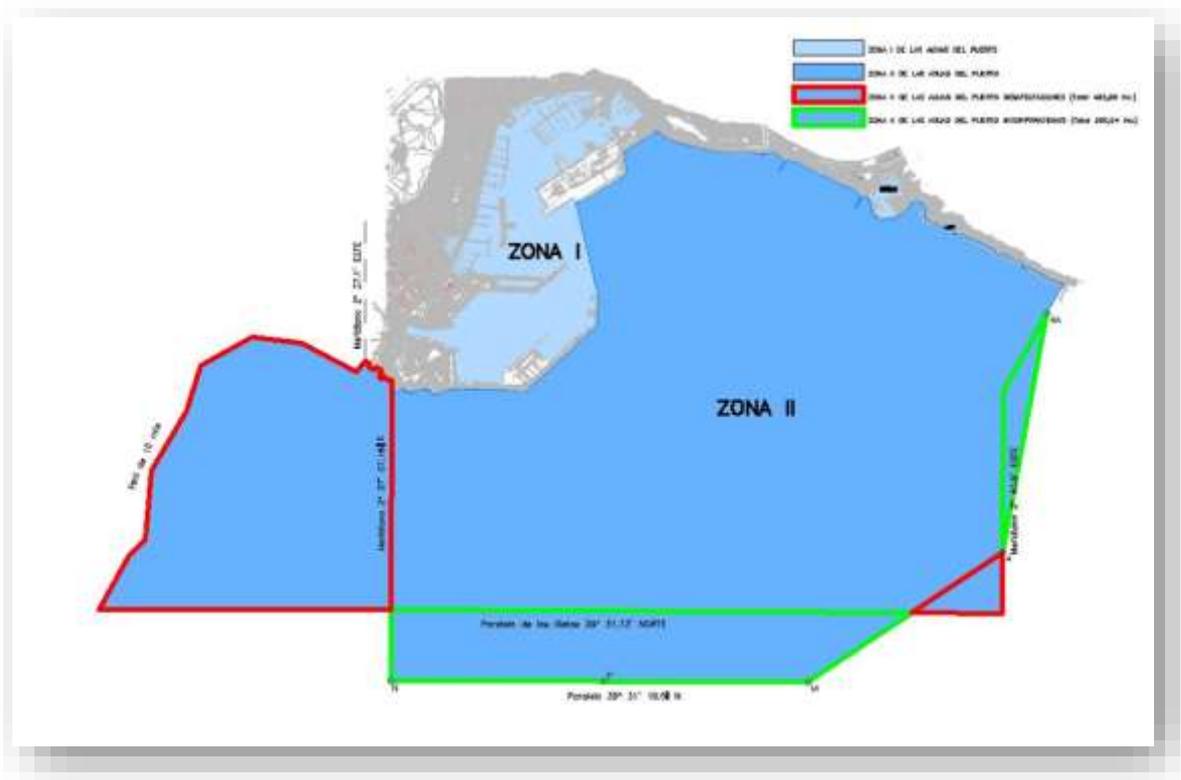


Figura 1: Incorporaciones y desafectaciones propuestas en la zona de aguas del Puerto de Palma.

Por otra parte, la Bahía de Palma se encuentra ocupada por amplias praderas de Posidonia Oceánica, especie endémica protegida. A continuación se muestra la ubicación en planta de las praderas de Posidonia en el entorno de la zona II del Puerto de Palma, como resultado de la recopilación de datos procedentes de diferentes fuentes de datos:

- Asistencia técnica para el análisis del fondo marino de la zona de fondeo en el Puerto de Palma, elaborado por Portdock Balear S.L., con el que se redactó la ordenanza reguladora de los fondeos.
- Estudio universitario “Desarrollo e implantación de un software de alerta en zonas potencialmente críticas por la presencia de praderas de Posidonia en la Zona II de los puertos de la APB”, de noviembre de 2018.
- Cartografía oficial de la Posidonia en las Islas Baleares (distintas fuentes, IDEIB entre otras).

En la figura siguiente se puede ver sombreado en color verde, las praderas de Posidonia Oceánica, identificadas en las diferentes fuentes. De acuerdo con el estudio elaborado por Portdock Balear S.L., entre los resultados del estudio, cabe destacar, dentro de la actual Zona II de aguas portuarias definida en el PUEP vigente, la presencia de una zona de pradera de Posidonia Oceánica que no presenta un estado de conservación excelente, pero con posibilidades de recuperación a medio-largo plazo (polígono verde claro), por lo que deberían tomarse y se han tomado medidas para evitar su degradación, limitando el fondeo sobre la misma y analizando si la calidad de agua puede influir en el estado de conservación (posible exceso de fertilización por fuentes humanas), evitando así alcanzar un punto de degradación de no retorno. Actualmente, la Ordenanza reguladora de los Fondeos del Puerto de Palma (aprobado en ....) ya contempla la exclusión de fondeo en esa zona.

Por otra parte, de este estudio, por extensión, podría extraerse que el resto de zonas de Posidonia identificadas por otras fuentes, al menos dentro de la actual Zona II de aguas portuarias, se encuentra en un estado de conservación con un grado de conservación de no retorno.

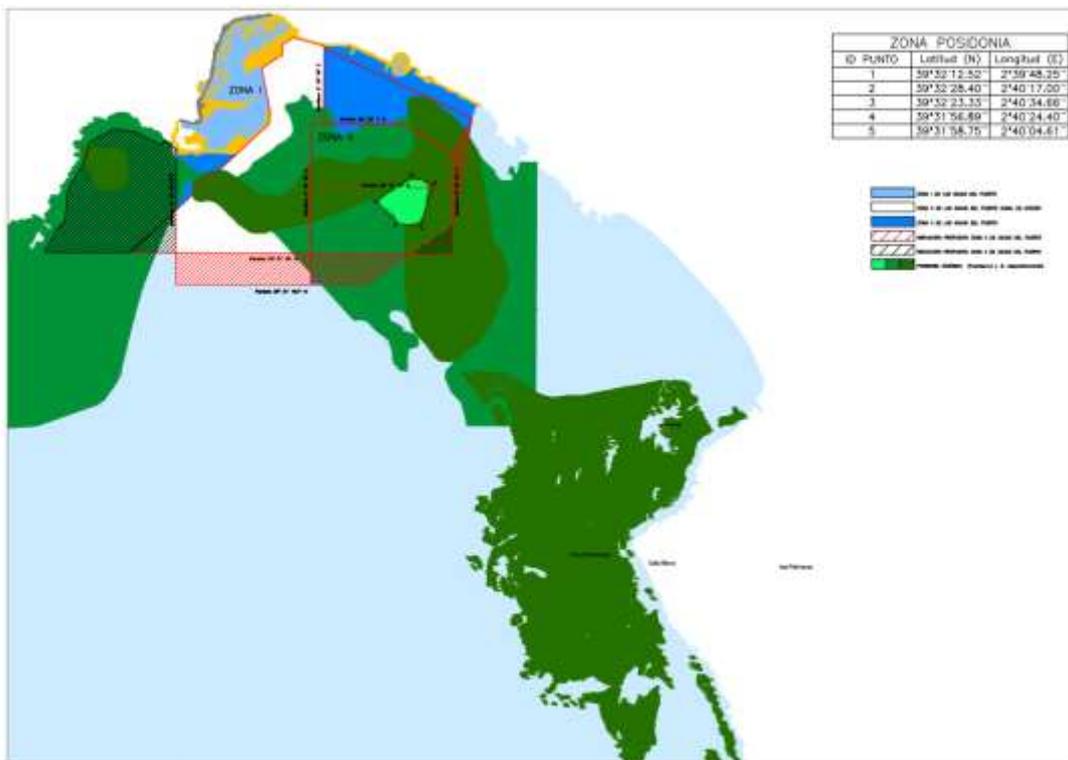


Figura 2: Localización de las praderas de Posidonia Oceánica en la bahía de Palma.

En el momento de la elaboración de la propuesta de DEUP, el equipo de la Autoridad Portuaria plantea el estudio y análisis de las alternativas de ubicación del polígono de fondeo, con el objetivo para evitar el fondeo en zonas con Posidonia Oceánica. Para ello, se plantea lo siguiente por parte de la APB:

Plantear dos alternativas de reubicación de los fondeaderos fuera de los fondos con Posidonia (la envolvente extraída de los estudios), manteniendo la capacidad actual (al menos 5 fondeos simultáneos, deseablemente para buques de hasta 350 m, al menos deberían ser posibles 1-2 fondeos para esas esloras, si la otra alternativa fuese excesiva). La zona II no tiene por qué ser continua.

Los planos se elaborarían sobre la cartografía bionómica y sobre la carta náutica (con sus indicaciones y prohibiciones), y sondas batimétricas y con acotación de las dimensiones de los distintos rectángulos que conformarían los fondeaderos, y dibujados los círculos de borneo teóricos que encajarían en los mismos. En base a ello, las dos alternativas planteadas serían las siguientes:

- En la 1ª alternativa se trataría de respetar el canal actual más habitual de navegación de los buques de línea regular que entran o salen en dirección Eivissa y Península.
- En la 2ª alternativa se podría plantear un ligero desplazamiento del canal habitual de dichas líneas hacia Levante, intentando encajar a Poniente del mismo los fondeaderos. Lo que permitirá no tener que desplazar tanto como en la alternativa 1 los fondeaderos hacia el Sur, para evitar la Posidonia.

## 2. DEFINICIÓN DE LAS NECESIDADES DE FONDEO

Para analizar las necesidades de fondeo en la Bahía de Palma, se han analizado los datos históricos de fondeo de los últimos cinco años, facilitados por la Autoridad Portuaria de Baleares. De acuerdo con ello, el número total de buques fondeados en los últimos 5 años es de 409, con la siguiente evolución:

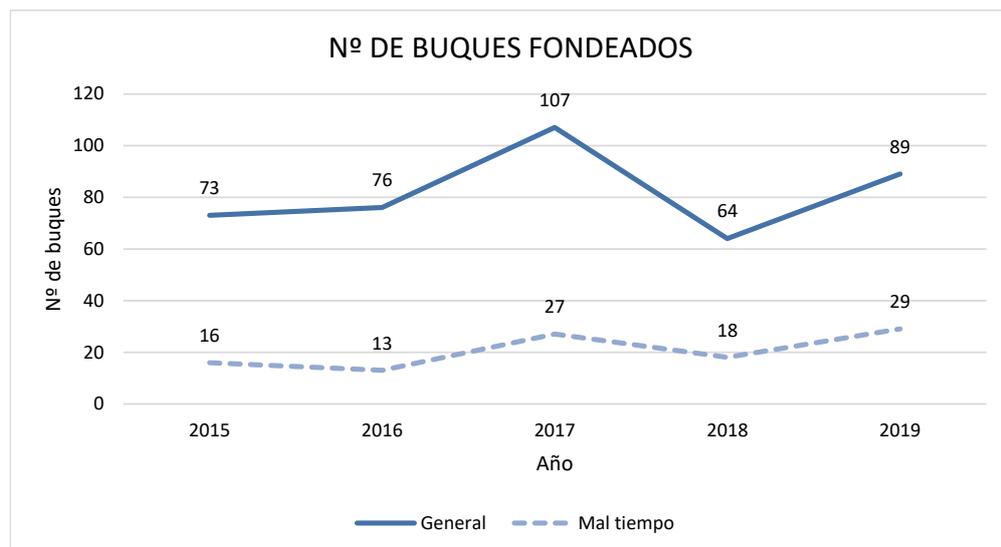


Figura 3: Número de buques fondeados 2015-2019. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la APB.

Se especifican también el número de buques fondeados debidos a las condiciones de mal tiempo, que en los últimos 5 años fueron 95, lo que supone un 23 % del total.

Los buques fondeados en los últimos años según la tipología de buque, arqueo y eslora, son los siguientes (no se han incluido los datos de características de buques en aquellos fondeados debidos al mal tiempo pues las estadísticas de la APB no los incluyen):

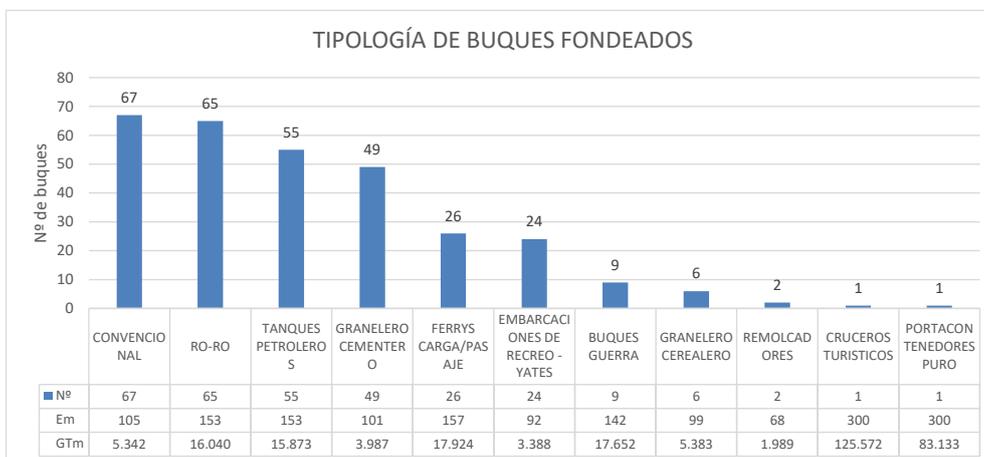


Figura 4: Tipología de buques fondeados 2015-2019, eslora y arqueo medio. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la APB.

La figura anterior también incluye la eslora y arqueo medio según el tipo de buque fondeado.

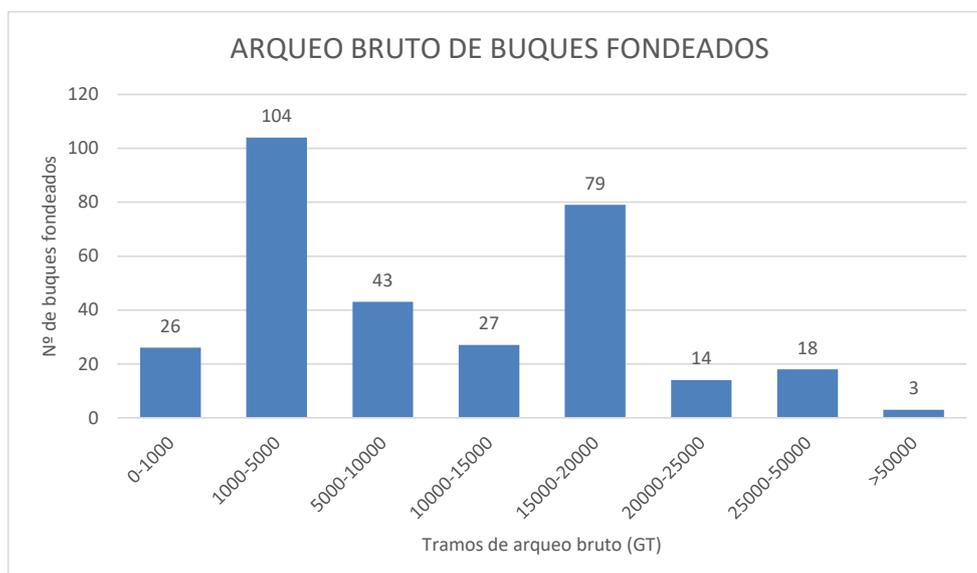


Figura 5: Nº de buques por tramo de arqueo bruto de los buques fondeados, 2015-2019. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la APB.

El arqueo bruto medio de los últimos cinco años de los buques fondeados es de 11.016 GT.

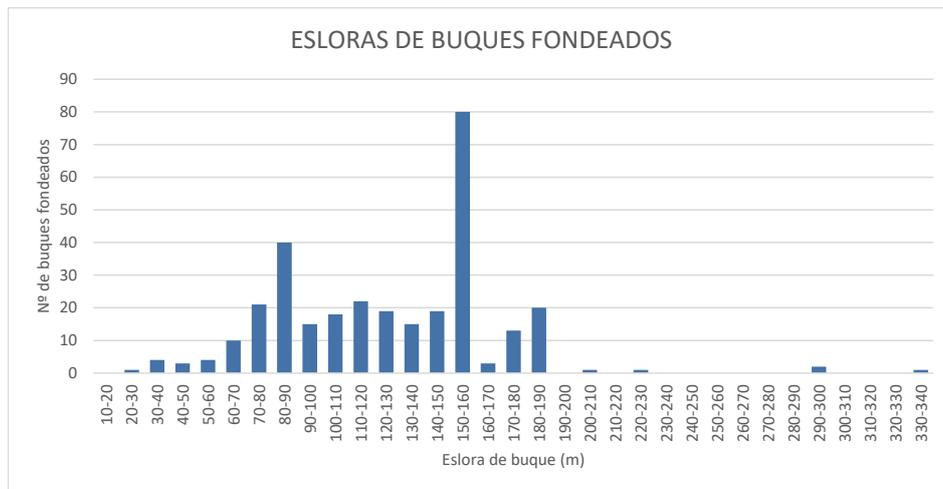


Figura 6: Nº de buques por eslora media de los buques fondeados, 2015-2019. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la APB.

La eslora media de los últimos cinco años de los buques fondeados es de 128 m. La eslora media no se ha incrementado en los últimos años, presentando valores variables según el año considerado: en 2015, 2017 y 2018 se dan los valores más altos con esloras medias anuales de 132, 134 y 138 m; mientras que en 2016 y 2019 la media baja con 119 y 116 m de eslora media de buques fondeados.

En cuanto a las posiciones de fondeo, hay 17 puntos de fondeo en las aguas del puerto, cuyas coordenadas, número de buques fondeados y esloras máximas y mínimas de los mismos, se detallan en la tabla siguiente:

Nº	LATITUD	LONGITUD	Nº FONDEOS	TIEMPO FONDEO TOTAL (días)	ESLORA MÍNIMA	ESLORA MÁXIMA
PUNTO 1	39º31,8'N	002º39,0'E	9	13,1	115	300
PUNTO 2	39º31,8'N	002º40,0'E	18	34,5	93	226
PUNTO 3	39º31,9'N	002º39,4'E	5	5,2	86	144
PUNTO 4	39º31,9'N	002º40,0'E	21	63,0	83	332
PUNTO 5	39º32,0'N	002º40,0'E	35	112,2	68	183
PUNTO 6	39º32,1'N	002º39,5'E	3	6,1	175	175
PUNTO 7	39º32,1'N	002º40,6'E	3	4,3	-	-
PUNTO 8	39º32,35'N	002º39,9'E	20	50,6	38	183
PUNTO 9	39º32,3'N	002º39,5'E	50	97,8	68	209
PUNTO 10	39º32,3'N	002º40,0'E	20	34,6	79	300
PUNTO 11	39º32,5'N	002º39,5'E	14	16,2	50	183
PUNTO 12	39º32,5'N	002º40,5'E	3	3,7	-	-
PUNTO 13	39º32,5'N	002º40,6'E	6	10,4	63	171
PUNTO 14	39º32,8'N	002º39,0'E	6	8,8	23	158
PUNTO 15	39º32,8'N	002º39,2'E	5	4,4	58	158
PUNTO 16	39º32,8'N	002º39,4'E	11	33,6	67	160
PUNTO 17	39º32,8'N	002º40,0'E	169	254,6	34	184

Tabla 1: Posiciones de fondeo, 2015-2019. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la APB.

A continuación, se incluye también un plano general con la localización geográfica de los puntos de fondeo, junto con un resumen de:

- Nº de buques fondeados
- Eslora máxima y mínima de buques fondeados
- Tiempo de fondeo total, en días

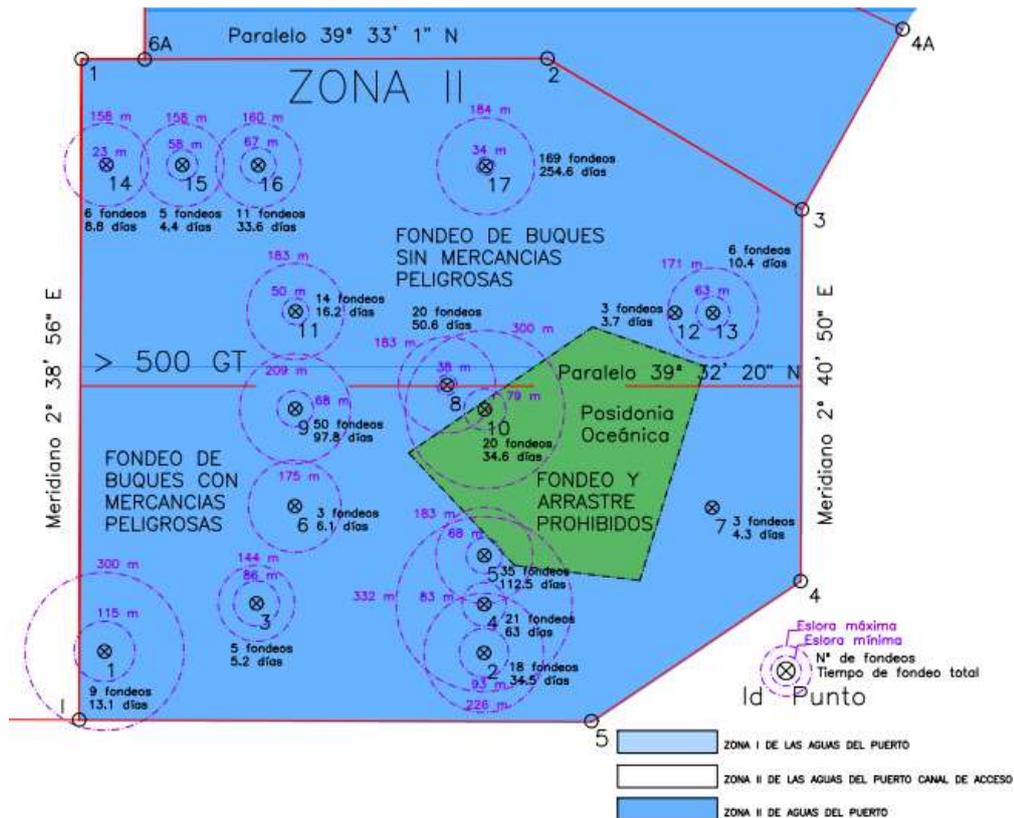


Figura 7: Buques fondeados, esloras y tiempo de fondeo, 2015-2019. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la APB.

A continuación, se representa la localización de los fondeos de buques de menos o más de 500 GT, o que transportan o no mercancías peligrosas, que se superpone sobre las subdivisiones de zonas de fondeo propuestas en la Ordenanza reguladora.

En los casos de buques fondeados debido al mal tiempo ya se ha puesto de manifiesto que no se dispone de este dato (por lo que se incluyen como: desconocido). Los datos facilitados por la Autoridad Portuaria de Baleares de los que se dispone incluyen, en general, el tipo de buque, por lo que se ha hecho la hipótesis de que sólo los buques del tipo tanques petroleros son buques que transportan mercancías peligrosas.

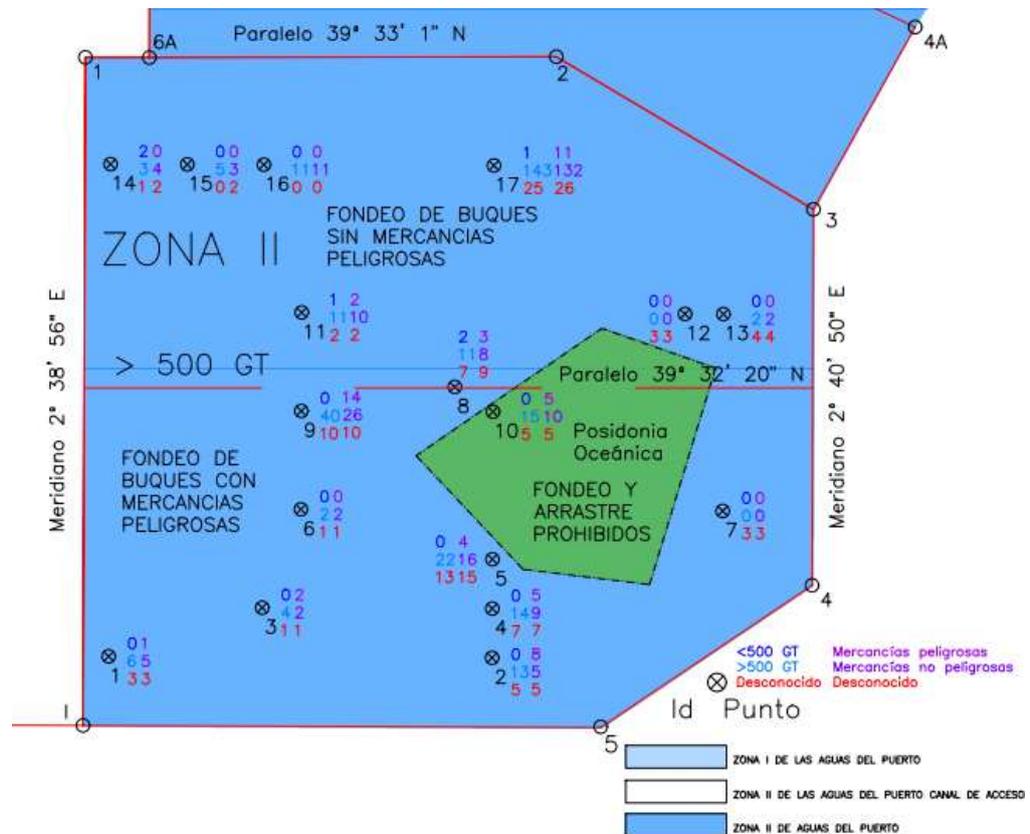


Figura 8: Buques fondeados según tramos de arque y mercancías peligrosas, 2015-2019.  
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la APB.

En cuanto a las coincidencias de buques en fondeo, se detectan las siguientes características generales:

- La coincidencia de dos o más buques fondeados es habitual, dándose en unas 83 ocasiones en los últimos 5 años.
- La coincidencia de tres o más buques fondeados no es tan frecuente, habiéndose producido en un total de 22 ocasiones.
- La coincidencia de cuatro buques fondeados se ha dado en 10 ocasiones en los últimos 5 años. De ellas, cinco incluyen buques fondeados debido al mal tiempo, lo que indica que esta circunstancia influye significativamente en las ocasiones de coincidencias entre buques

La eslora media de los últimos cinco años de los buques fondeados es de 128 m. La eslora media no se ha incrementado en los últimos años, presentando valores variables según el año considerado: en 2015, 2017 y 2018 se dan los valores más altos con esloras medias anuales de 132, 134 y 138 m; mientras que en 2016 y 2019 la media baja con 119 y 116 m de eslora media de buques fondeados.

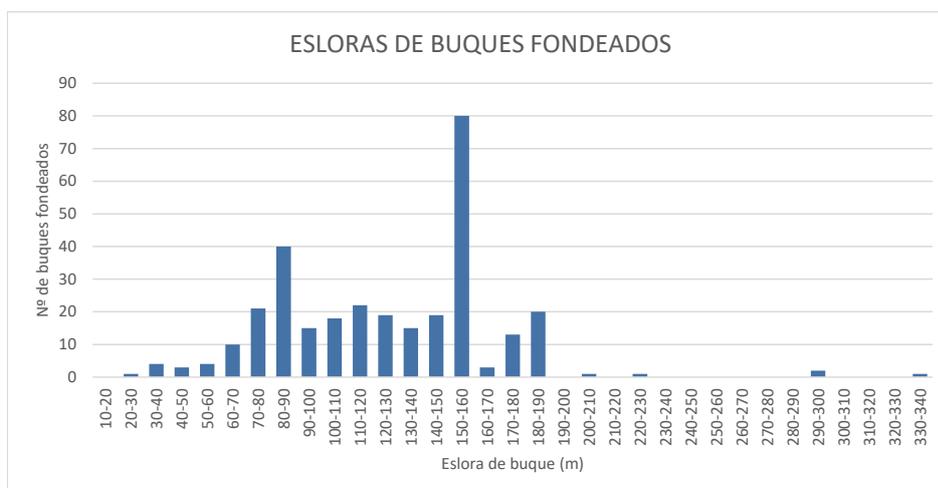


Figura 9: Nº de buques por eslora media de los buques fondeados, 2015-2019. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la APB.

A la vista de lo anterior, es posible concluir que el fondeo de cinco buques con eslora de 350 m, constituye un escenario claramente conservador por dos motivos: por una parte, la situación de coincidencia de cuatro embarcaciones resulta excepcional y por otra parte, las esloras habituales en el fondeo de Palma, rara vez exceden los 200 m.

### 3. ALTERNATIVAS DE REORDENACIÓN DEL POLÍGONO DE FONDEO

Siguiendo las indicaciones de la APB, se plantean dos alternativas para la ubicación del polígono de fondeos. Asimismo, dentro de cada una de las dos alternativas, se plantearán diferentes opciones, variando el número y dimensiones de los barcos y variando también su ubicación dentro de la Bahía de Palma. En todos los casos, la ubicación del fondeo viene condicionado por la presencia de Posidonia Oceánica en la Bahía de Palma, de tal forma que se ha impuesto la condición de que, al menos, el punto previsto de caída del ancla y el círculo de garreo máximo del ancla no caiga sobre una superficie en la que existe Posidonia.

- **Alternativa A:** polígono de fondeo a Levante del Canal de Navegación, respetando éste.
- **Alternativa B:** polígono de fondeo a Poniente del Canal de Navegación, desplazando éste a Levante.

#### 3.1. ALTERNATIVA A

La alternativa A, consistente en la ubicación del polígono de fondeo a Levante del Canal de Navegación, respetando la ubicación actual del mismo, contempla, asimismo, cuatro subalternativas.

##### 3.1.1. ALTERNATIVA A.1

La alternativa A.1 contempla el fondeo simultáneo de 5 buques de 350 m, con radios de borneo que van desde 863 m hasta 902 m – el radio de borneo se incrementa al

incrementarse la profundidad de fondeo-, para lo cual se requiere un polígono de 1.533 ha en el caso de la opción 1 y de 1.521 ha en la opción 2.

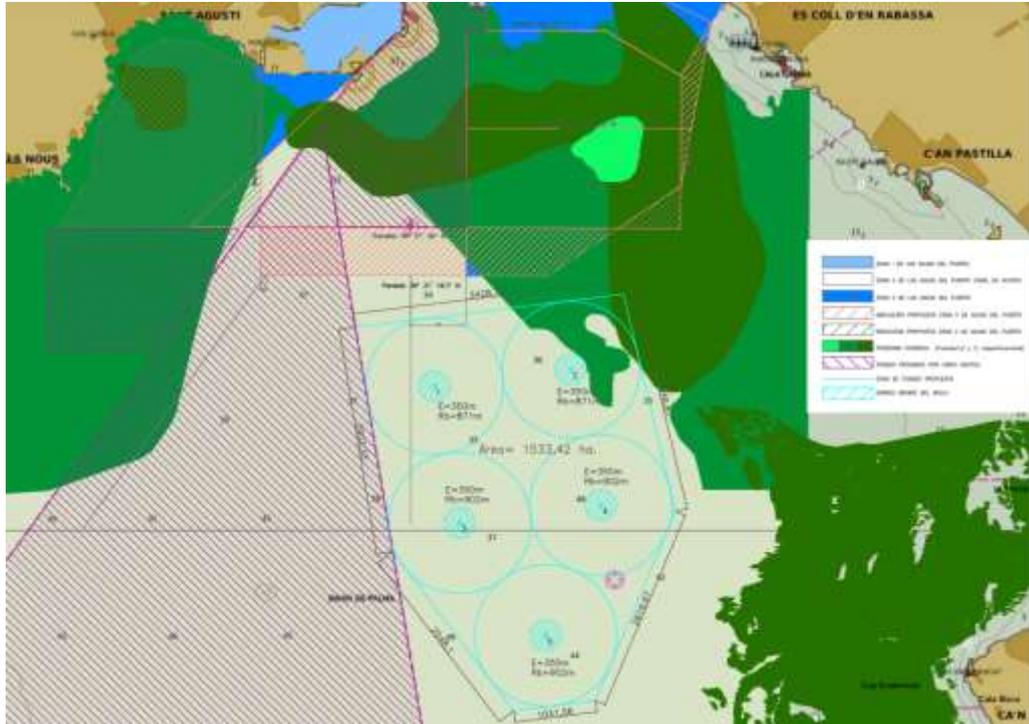


Figura 10: Alternativa A.1-op1.

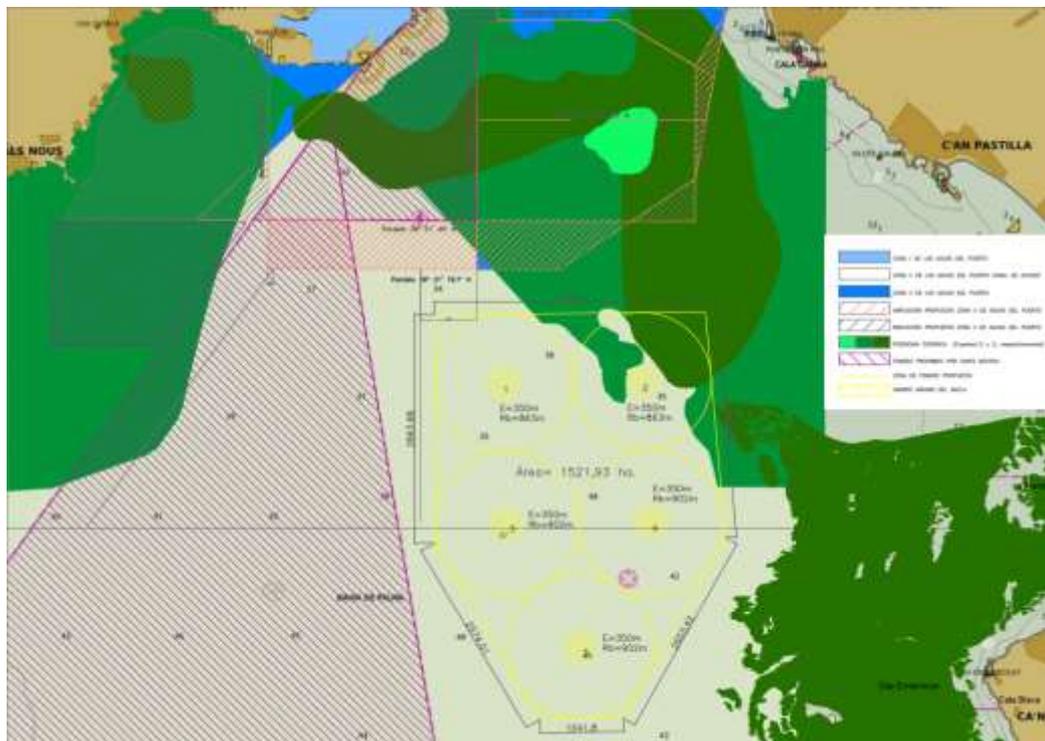


Figura 11: Alternativa A.1-op2.

### 3.1.2. ALTERNATIVA A.2

La alternativa A.2 contempla el fondeo simultáneo de 5 buques de los cuales dos son de 350 m, uno de 300 m, uno de 250 m y otro de 200 m, con radios de borneo que van desde 677 m hasta 902 m, para lo cual se requiere un polígono de 1.247 ha en el caso de la opción 1, de 1.340 ha en la opción 2 y de 1.238 ha en la opción 3.

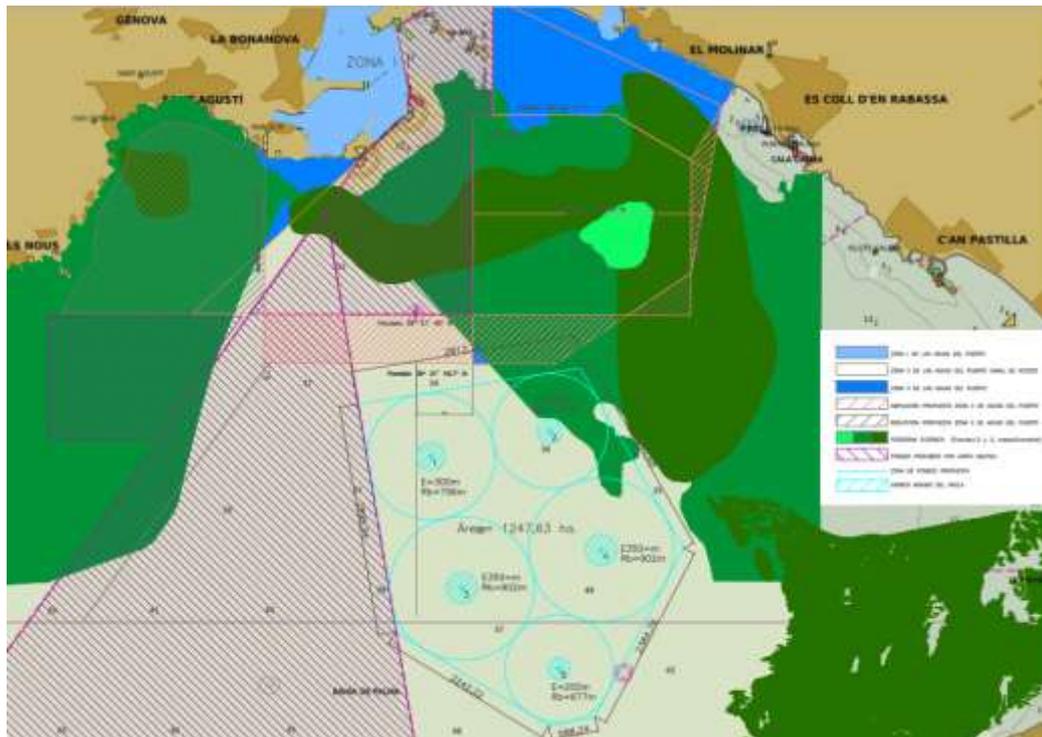


Figura 12: Alternativa A.2-op1.

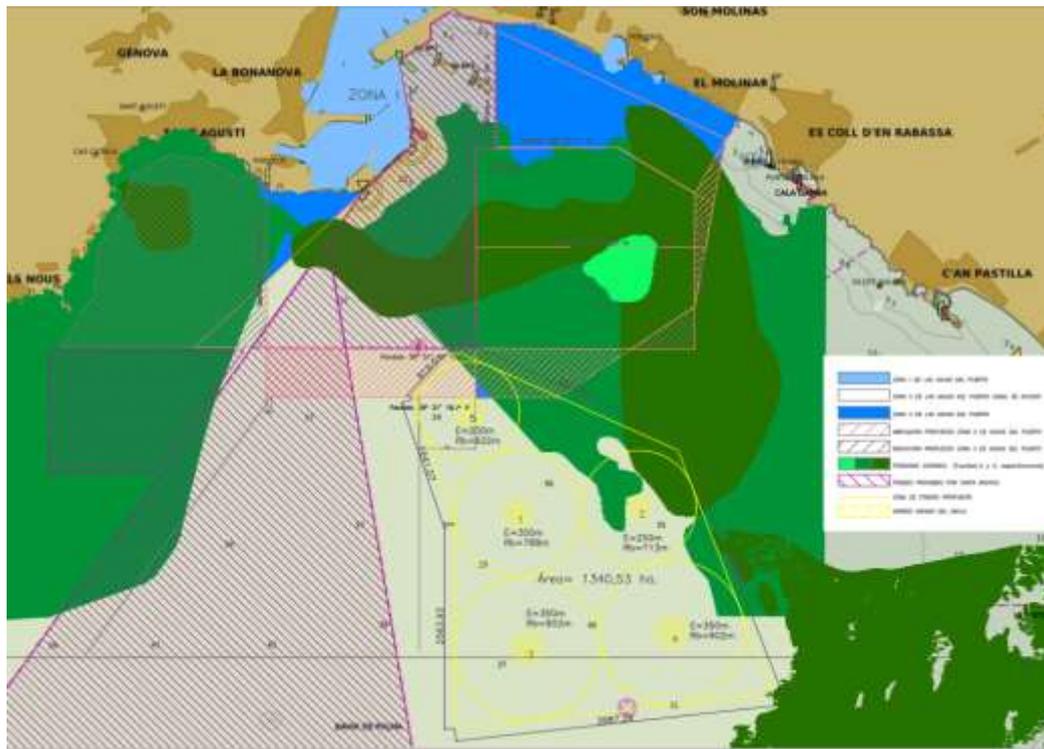


Figura 13: Alternativa A.2-op2.

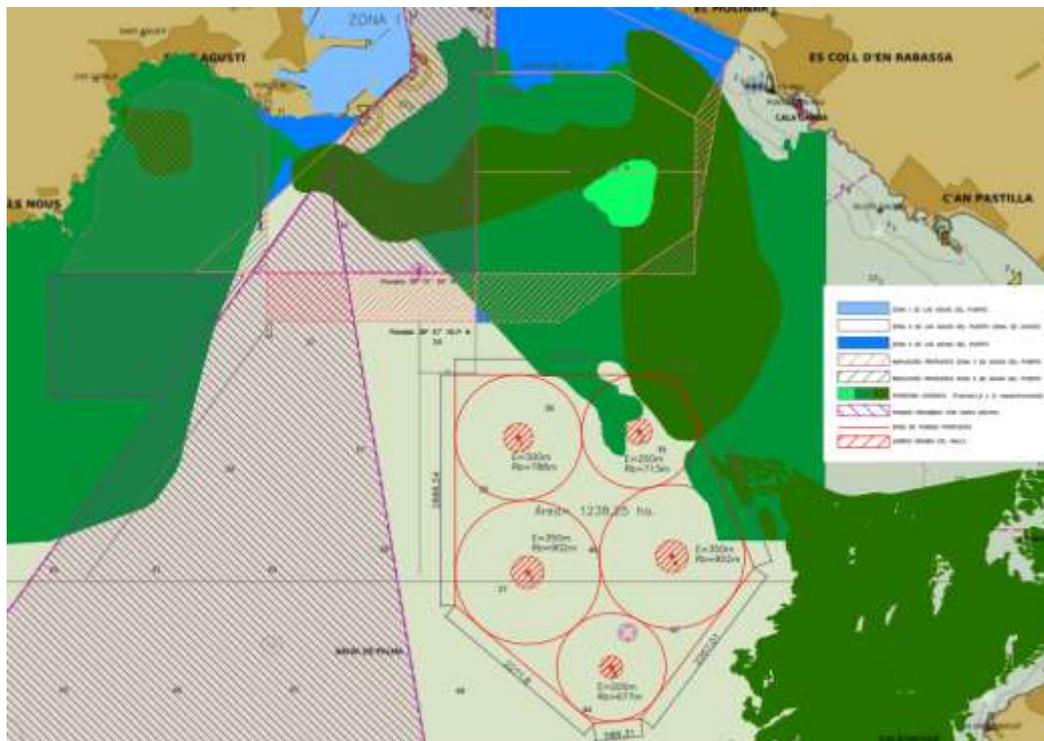


Figura 14: Alternativa A.2-op3.

**3.1.3. ALTERNATIVA A.3**

La alternativa A.3 contempla el fondeo simultáneo de 4 buques de 350 m, con radios de borneo que van desde 871 m hasta 902 m, para lo cual se requiere un polígono de 1.258 ha en el caso de la opción 1 y de 1.247 ha en la opción 2.

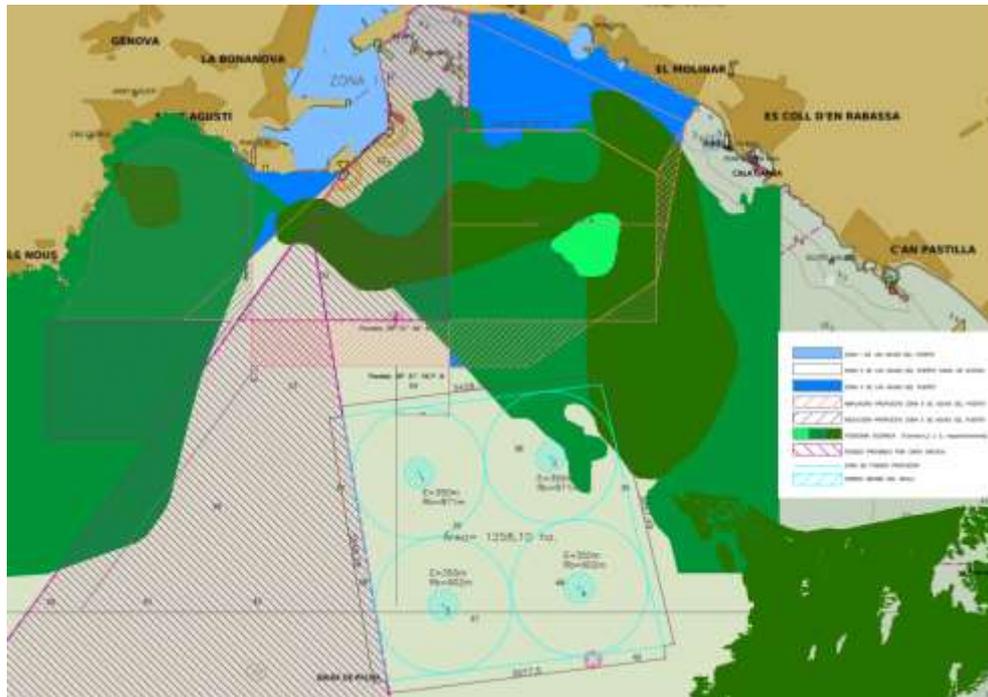


Figura 15: Alternativa A.3-op1.

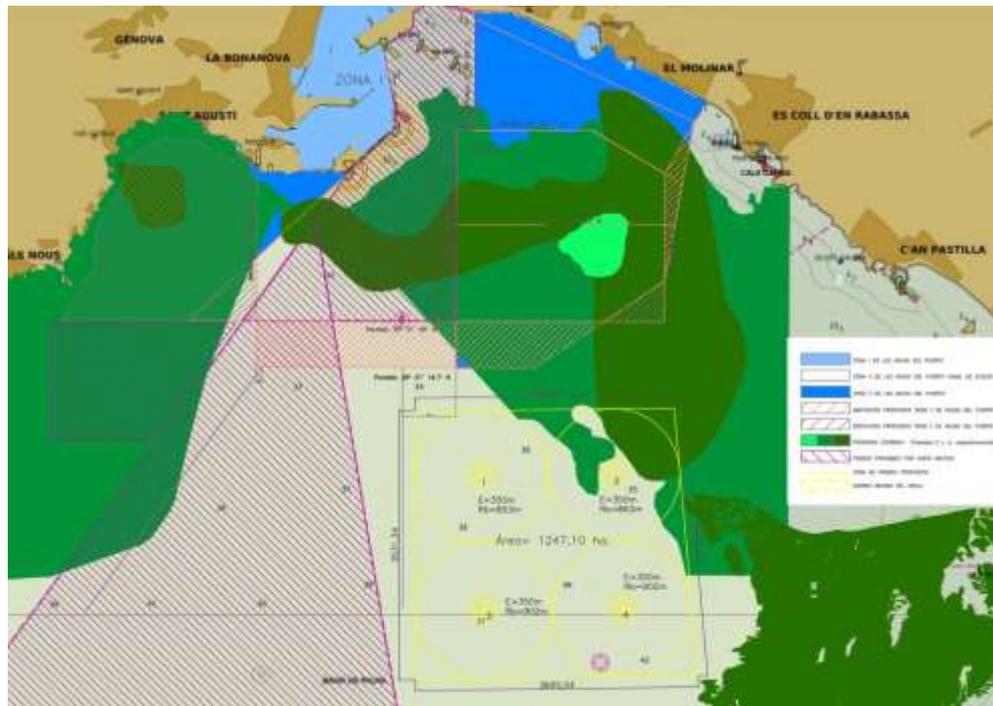


Figura 16: Alternativa A.3-op2.

**3.1.4. ALTERNATIVA A.4.**

La alternativa A.4 contempla el fondeo simultáneo de 4 buques de los cuales, dos de ellos tienen una eslora de 350 m, otro de 300 m y otro de 250 m, con radios de borneo que van desde 721 m hasta 902 m, para lo cual se requiere un polígono de 1.120 ha en el caso de la opción 1 y de 1.111 ha en la opción 2.

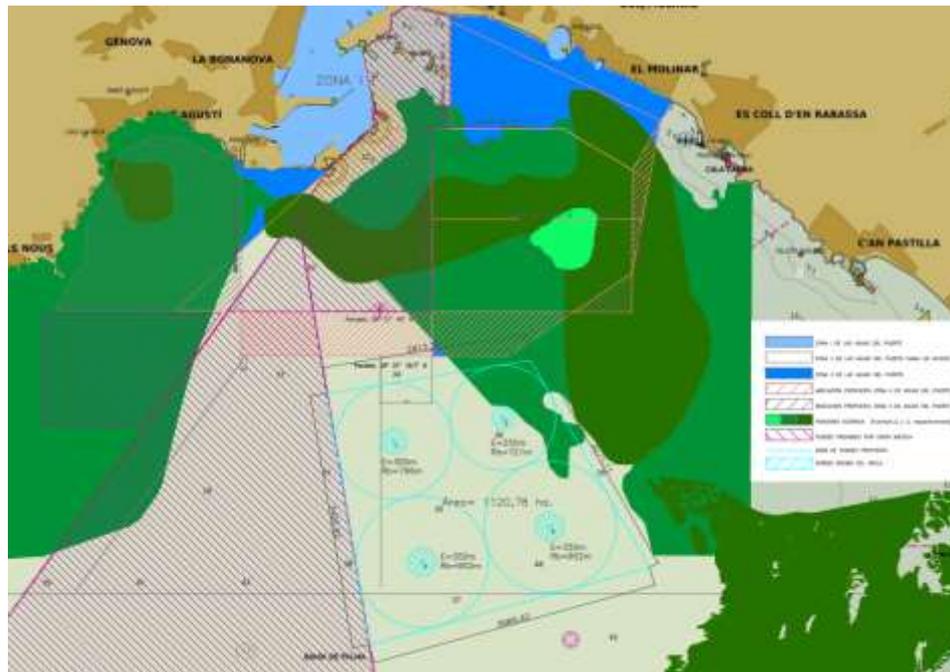


Figura 17: Alternativa A.4-op1.

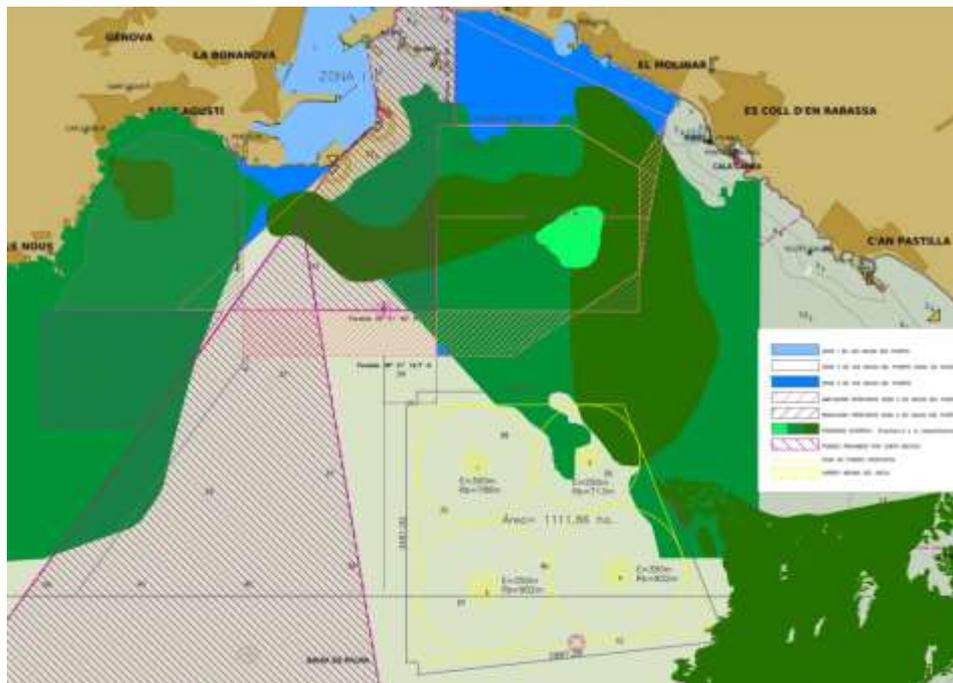


Figura 18: Alternativa A.4-op2.

### 3.2. ALTERNATIVA B

La alternativa B, consistente en la ubicación del polígono de fondeo a Poniente del Canal de Navegación, desplazando éste a Levante, contempla, asimismo, cuatro subalternativas.

En este caso, resulta necesario destacar, que se plantea la ubicación del polígono de fondeo, sobre un área que, tal y como se puede apreciar en los planos, cuenta con una prohibición de fondeo expresada en la Carta Náutica.

#### 3.2.1. ALTERNATIVA B.1

La alternativa B.1 contempla el fondeo simultáneo de 5 buques de 350 m, con radios de borneo que van desde 839 m hasta 902, para lo cual se requiere un polígono de 1.466 ha.

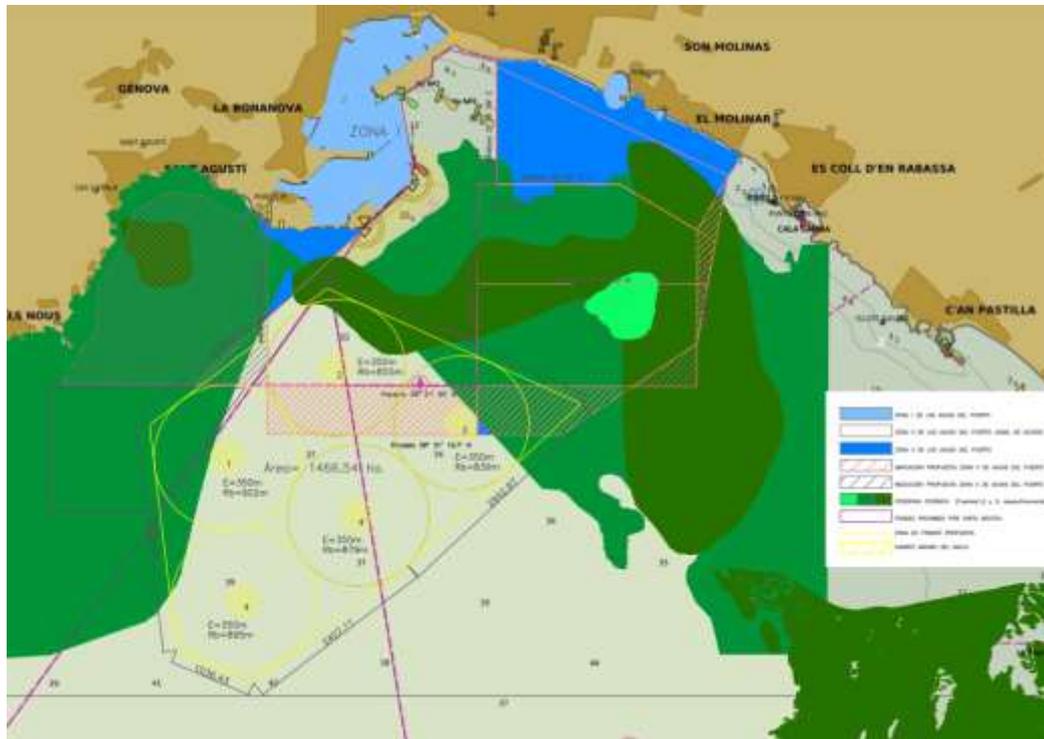


Figura 19: Alternativa B.1.

### 3.2.2. ALTERNATIVA B.2

La alternativa B.2 contempla el fondeo simultáneo de 5 buques de los cuales dos son de 350 m, uno de 300 m, uno de 250 m y otro de 200 m, con radios de borneo que van desde 670 m hasta 902 m, para lo cual se requiere un polígono de 1.195 ha.

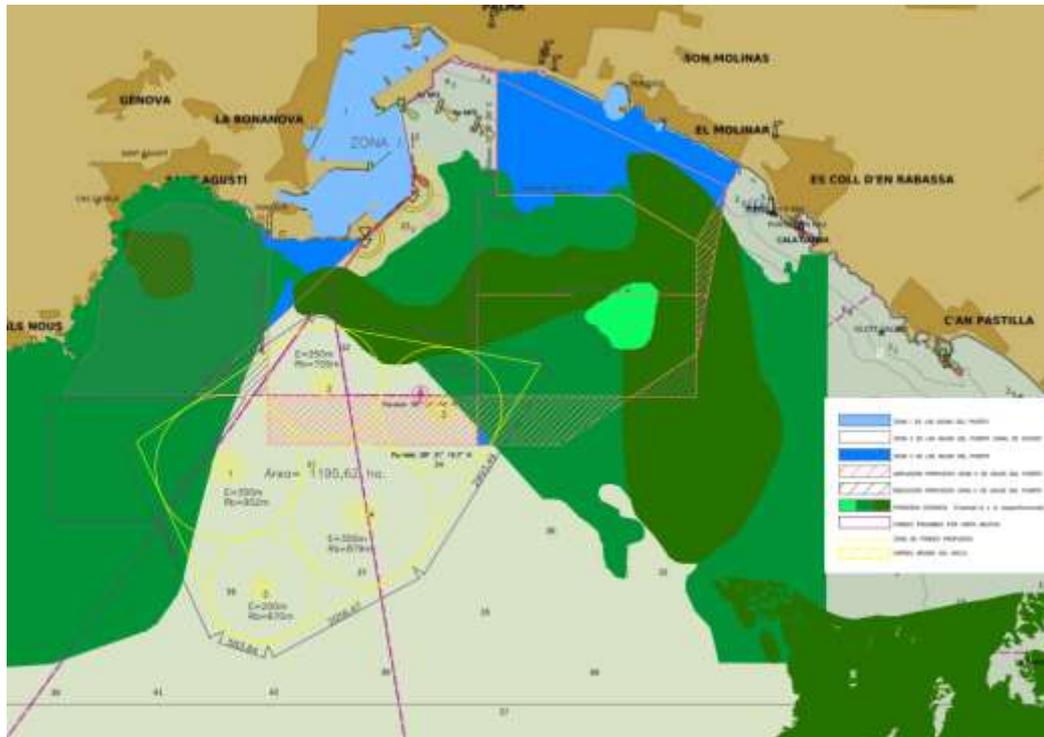


Figura 20: Alternativa B.2.

### 3.2.3. ALTERNATIVA B.3

La alternativa B.3 contempla el fondeo simultáneo de 4 buques de 350 m, con radios de borneo que van desde 839 m hasta 879 m, para lo cual se requiere un polígono de 1.214 ha.

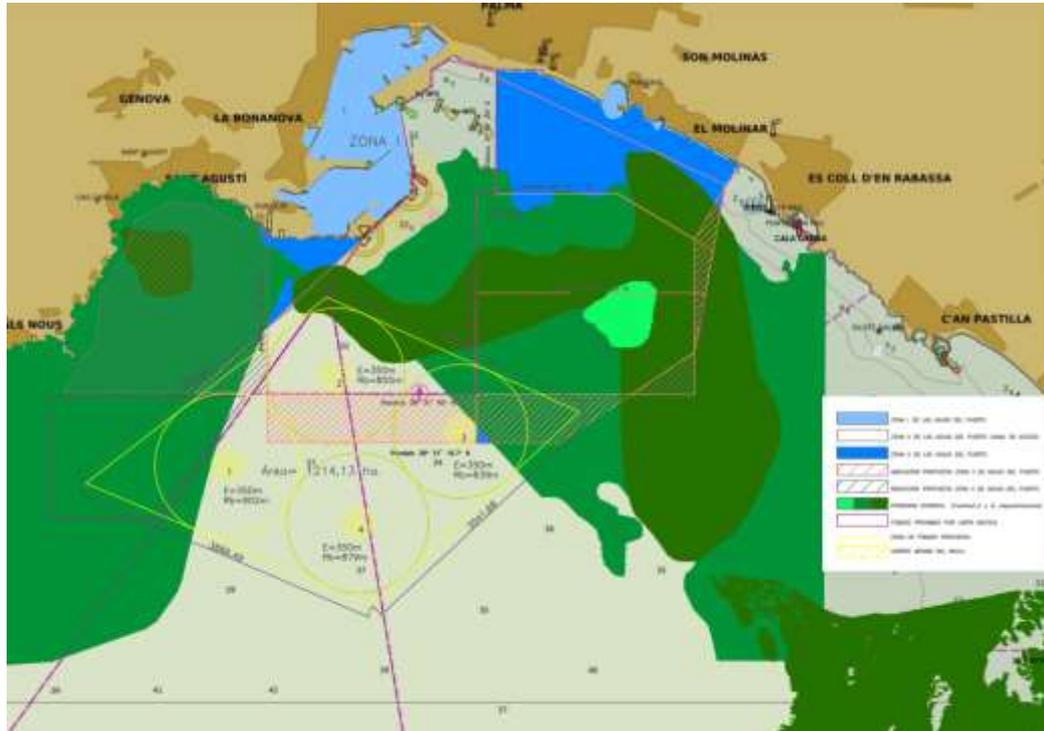


Figura 21: Alternativa B.3.



Palma. En definitiva, se puede considerar la no afección a la servidumbre del aeropuerto de las alternativas propuestas para la zona de fondeo futura.

### 3.3.2. DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA OPERATIVIDAD

Desde el punto de vista de la operatividad, se descartan aquellas alternativas que colocan los fondeos en la zona del canal de navegación (correspondientes a la alternativa B), principalmente por dos motivos, que son:

- La proximidad al dique del Oeste, ya que ante un fallo o emergencia el espacio de maniobras disponible podría ser insuficiente para la reacción del buque.
- Los problemas que podría suponer el cambio de canal, el cual ya está muy consolidado, y que provocaría un incremento del tiempo de navegación de las rutas habituales, a lo que las empresas navieras mostrarían su disconformidad, además de poder inducir a situaciones de confusión en la navegación que pudieran derivar en situaciones que comprometieran la seguridad.

Además, en cualquier caso, teniendo en cuenta la situación en la bahía de Palma de las nuevas soluciones propuestas para la zona de fondeo futura con respecto a la zona de fondeo actual, se cuestionan las condiciones de abrigo existentes en la nueva zona de fondeo propuesta. Por tanto, resulta necesario analizar las condiciones de abrigo para la alternativa A, que por los motivos expuestos anteriormente es la única alternativa viable, y hacer un estudio comparativo con las condiciones de abrigo existentes en la zona de fondeo actual, y es lo que se desarrolla en el siguiente apartado.

## 4. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE ABRIGO DE LAS ZONAS DE FONDEO ACTUAL Y PROPUESTA

Como resultado de las conclusiones descritas previamente en relación con la viabilidad operativa de las alternativas de fondeo propuestas, a continuación se llevará a cabo una evaluación de las condiciones de abrigo en la zona de fondeo actual y en la zona de fondeo propuesta, considerando la única alternativa que se ha considerado viable de acuerdo con el apartado anterior.

### 4.1. INTRODUCCIÓN

En el presente estudio de caracterización de la zona de fondeo se pretende evaluar las condiciones de abrigo, considerando las variables de altura de ola, viento y corrientes, en una posible nueva zona de fondeo frente al puerto de Palma de Mallorca, y comparar dichas condiciones con las que se encuentran en la actual zona de fondeo de este Puerto. Esta comparación se realizará a partir de datos históricos de los datos climáticos proporcionados por Puertos del Estado a través de su sistema .

## 4.2. ZONAS DE FONDEO

Actualmente, la zona de fondeo se encuentra junto al Puerto de Palma de Mallorca, indicada en la Figura 23 como “Zona A”, y se pretende evaluar la “Zona B” como nuevo emplazamiento. Cada una de estas zonas se caracteriza climáticamente con el punto SIMAR más cercano que se indican en la Figura 23.



Figura 23: Situación de las zonas de fondeo para su posterior comparación, y puntos SIMAR utilizados.

A partir de los puntos SIMAR, indicados en la Figura 23, se obtienen los datos de oleaje y viento más representativos para su posterior comparación, que son:

- Velocidad máxima media mensual.
- Altura de ola significativa máxima mensual.

A continuación, a partir de los datos históricos obtenidos, se realiza una comparación para establecer las diferencias más significativas entre los agentes climáticos que afectan, en mayor medida, a ambas zonas de fondeo.

## 4.3. ANÁLISIS DEL VIENTO

En primer lugar, se ha realizado una representación gráfica de la rosa de velocidad media del viento (obtenida de Puertos del Estado para la serie temporal 2012-2021), para un punto SIMAR ubicado en la zona exterior de la Bahía de Palma. De ella se pueden deducir

las principales direcciones incidentes y sus magnitudes, destacando que todas presentan magnitudes máximas similares y que la más frecuente es la dirección NE.

Rosa de Velocidad Media (m/s) para Viento - Punto SIMAR 813128065

Periodo: 2012 - 2021 - Eficacia: 79.18%

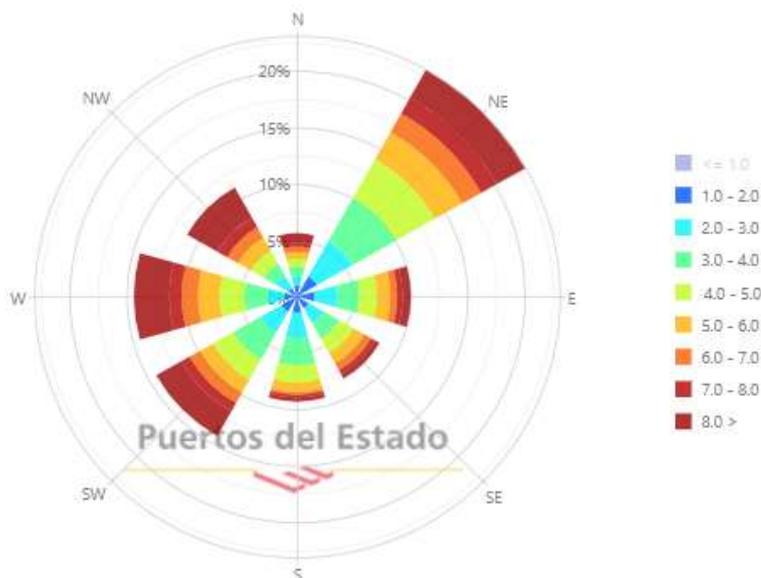


Figura 24: Representación de la rosa de velocidad media del viento en la zona de estudio. Fuente: Puertos del Estado.

Por otro lado, se ha realizado un análisis mensual para los datos procedentes de la serie temporal, de manera que se ha generado la Tabla 2, que contiene información de la velocidad media mensual (m/s) y de la dirección del viento ( $^{\circ}$ ), tanto para la zona de fondeadero actual como para la zona propuesta.

A los efectos del presente análisis, se define la Velocidad Media del Viento, como el promedio horario de la velocidad del viento a una altura de 10 m.

	SIMAR 813141035		SIMAR 2116114		COMPARATIVA
	ZONA A		ZONA B		
MES	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	DIRECCIÓN ( $^{\circ}$ )	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	DIRECCIÓN ( $^{\circ}$ )	Incremento velocidad viento Zona B respecto A
Enero	16,82	48	20,19	277	20%
Febrero	15,78	266	16,87	266	7%
Marzo	17,45	251	19,93	307	14%
Abril	18,11	159	18,11	160	0%
Mayo	12,65	183	16,12	320	27%
Junio	12,53	348	12,89	355	3%
Julio	11,51	87	12,69	58	10%
Agosto	10,29	53	12,49	318	21%

Septiembre	14,89	307	16,34	309	10%
Octubre	16,89	41	19,44	300	15%
Noviembre	16,84	215	18,08	252	7%
Diciembre	18,3	249	19,9	253	9%

Tabla 2: Velocidad del viento máximo medio obtenido de cada punto SIMAR. Fuente: Puertos del Estado.



Figura 25: Velocidad del viento máximo medio obtenido de cada punto SIMAR. Fuente: Puertos del Estado.

A la vista de los datos presentados previamente, de la serie temporal 2012-2021, se puede apreciar como la velocidad del viento es superior en la Zona B que en la Zona A que arroja unas condiciones de mayor abrigo al viento. En particular, en términos de datos promedio anuales, el incremento de la velocidad del viento en la Zona B frente a la Zona A es del 12 %, con un mes de incremento entre un 20 % y un 30 % superior.

Por otra parte, de acuerdo con los valores umbrales de los agentes climáticos y oceánico-meteorológicos para fondeaderos de acuerdo con la ROM 2.0-11 el umbral velocidad del viento para el fondeo es de 24 m/s. Tal y como se puede apreciar en la gráfica previa, tanto en la zona A como en la zona B, los valores registrados son inferiores al umbral, si bien, ese umbral está más próximo a ser rebasado en la zona B.

#### 4.4. ANÁLISIS DEL OLEAJE

De forma similar al apartado anterior, se ha realizado una representación gráfica de la rosa direccional de oleajes (obtenida de Puertos del Estado para la serie temporal 2012-2021), para el punto SIMAR ubicado en la zona exterior de la Bahía de Palma. De ella se pueden deducir las principales direcciones incidentes y sus magnitudes, destacando que las máximas alturas de ola proceden del SW y que esta familia de oleajes es la más frecuente dentro de la serie temporal analizada.

Rosa de Altura Significante (m) para Oleaje - Punto SIMAR 813128065  
Periodo: 2012 - 2021 - Eficacia: 79.18%

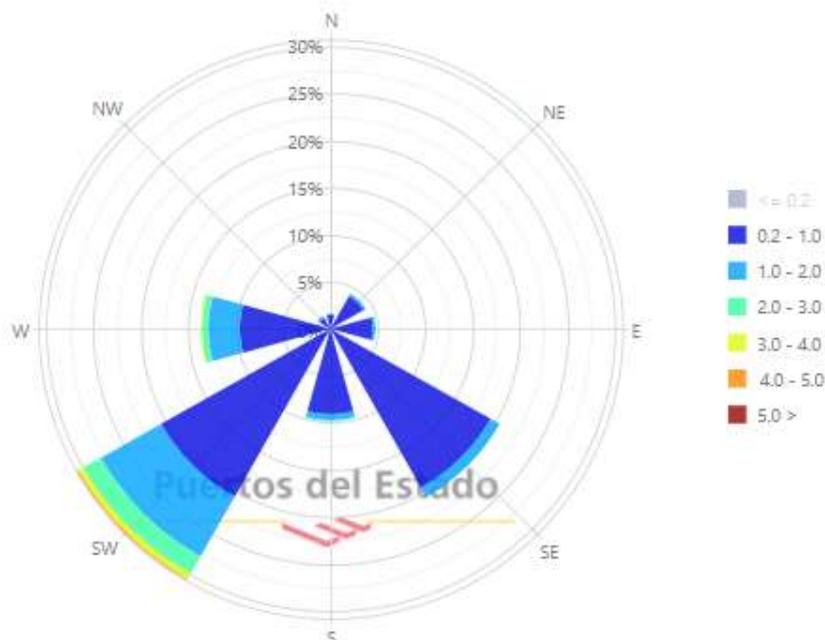


Figura 26: Representación de la rosa de oleajes en la zona de estudio. Fuente: Puertos del Estado.

Nuevamente, se ha realizado un análisis mensual para los datos procedentes de la serie temporal, de manera que se han generado la Tabla 3, que contienen información de la altura máxima mensual (m) y de la dirección del oleaje (°), tanto para la zona de fondeadero actual como para la zona propuesta.

	SIMAR 813141035		SIMAR 2116114		COMPARATIVA
	ZONA A		ZONA B		
MES	ALTURA MÁXIMA MENSUAL (m)	DIRECCIÓN (°)	ALTURA MÁXIMA MENSUAL (m)	DIRECCIÓN (°)	Incremento velocidad viento Zona B respecto A
Enero	2,69	48	3,91	277	45%
Febrero	3,16	266	4,49	266	42%
Marzo	2,87	251	3,5	307	22%
Abril	3,23	159	3,24	160	0%
Mayo	2,41	183	2,83	320	17%
Junio	1,36	348	2,72	355	100%
Julio	0,95	87	1,36	58	43%
Agosto	1,2	53	1,38	318	15%
Septiembre	1,69	307	2,33	309	38%
Octubre	2,69	41	3,71	300	38%
Noviembre	3,34	215	4,13	252	24%

Diciembre	3,78	249	4,58	253	21%
-----------	------	-----	------	-----	-----

Tabla 3: Altura de ola significativa máxima mensual en toda la serie temporal. Fuente: Puertos del Estado.



Figura 27: Altura de ola significativa máxima mensual en toda la serie temporal. Fuente: Puertos del Estado.

De acuerdo con los datos presentados en la tabla y la gráfica anteriores, de la serie temporal 2012-2021, se puede apreciar como la altura de ola significativa máxima mensual es superior en la Zona B que en la Zona A que arroja unas condiciones de mayor abrigo al oleaje. En particular, en términos de datos promedio anuales, el incremento de la velocidad del viento en la Zona B frente a la Zona A es del 34 %, con meses de incrementos superiores al 40 %, alcanzando en el mes de junio incrementos del 100 %.

Por otra parte, de acuerdo con los valores umbrales de los agentes climáticos y oceanométricos para fondeaderos de acuerdo con la ROM 2.0-11 el umbral de altura de ola para el fondeo es de 3,5 m/s. Tal y como se puede apreciar en la gráfica previa, para la zona A de fondeo actual ese umbral solamente se superaba para el mes de diciembre, mientras que en el fondeadero propuesto dicho umbral se supera en los meses de enero, febrero, marzo, octubre, noviembre y diciembre.

Además, se han representado las tablas de relaciones entre altura de ola significativa y periodos de pico (Hs – Tp) en ambos puntos SIMAR, de manera que se puedan establecer conclusiones más específicas por intervalos de magnitud.

SIMAR 813141035 (ZONA A)	Periodo de Pico (s)											Gran Total
	<= 1,0	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10,0 >	
<= 0,5	0,01	13,148	17,245	16,284	10,831	9,192	6,428	1,825	1,239	1,113	3,324	80,639
1	0	0,004	0,389	1,101	1,932	2,748	3,475	1,834	1,201	0,882	0,596	14,162
1,5	0	0	0	0,016	0,092	0,422	0,93	0,652	0,582	0,472	0,291	3,457
2	0	0	0	0	0	0,042	0,179	0,22	0,239	0,24	0,222	1,142
2,5	0	0	0	0	0	0	0,03	0,082	0,094	0,14	0,108	0,454
3	0	0	0	0	0	0	0	0,006	0,023	0,055	0,027	0,111
3,5	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0,004	0,014	0,012	0,031
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0,004
4,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5,0 >	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gran Total	0,01	13,152	17,634	17,401	12,855	12,404	11,042	4,62	3,382	2,916	4,584	100

Tabla 4: Tabla Hs-Tp representativo de la Zona A.

SIMAR 2116114 (ZONA B)	Periodo de Pico (s)											Gran Total
	<= 1.0	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10.0 >	
<= 0.5	0,824	3,223	16,379	16,94	14,53	12,208	6,258	1,745	0,916	0,492	0,507	74,022
1	0	0,001	0,776	2,142	2,504	3,446	4,078	2,134	1,061	0,539	0,617	17,298
1,5	0	0	0,003	0,318	0,137	0,764	1,477	1,065	0,815	0,467	0,411	5,457
2	0	0	0	0,001	0,024	0,04	0,428	0,391	0,415	0,31	0,209	1,818
2,5	0	0	0	0	0	0	0,067	0,199	0,208	0,187	0,183	0,844
3	0	0	0	0	0	0	0,004	0,045	0,072	0,105	0,107	0,333
3,5	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0,04	0,054	0,044	0,142
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,008	0,025	0,025	0,058
4,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003	0,021	0,024
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003	0,003
5.0 >	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gran Total	0,824	3,224	17,158	19,401	17,195	16,458	12,312	5,583	3,535	2,182	2,127	99,999

Tabla 5. Tabla Hs-Tp representativo de la Zona B.

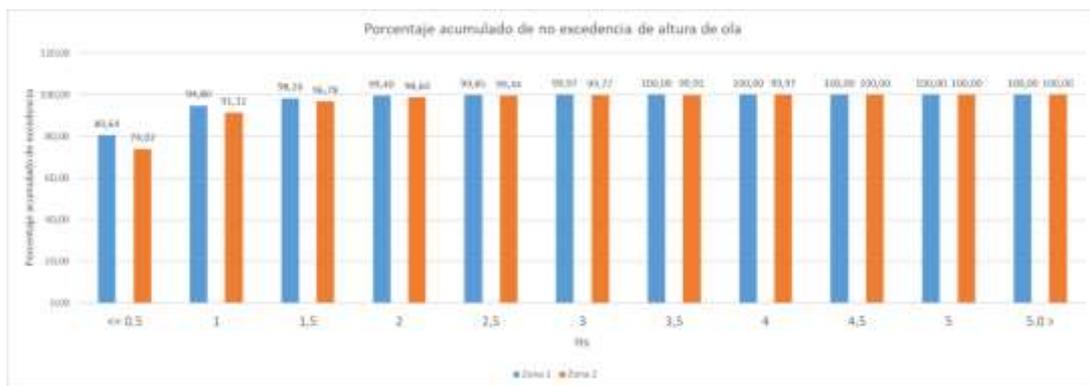


Figura 28: Porcentaje acumulado de no excedencia de altura de ola.

En la tabla y la gráfica anteriores se puede apreciar el porcentaje acumulado de no excedencia de una determinada altura de ola. Es decir, para una determinada altura de ola, el porcentaje de tiempo en el que las alturas de ola han sido inferiores a dicho umbral.

A modo de ejemplo, en el primer caso, se puede apreciar que para el umbral de altura significativa de 0,5 m, en la Zona A (en azul) el 80,64 % del tiempo, las alturas de ola fueron inferiores, mientras que en el caso de la Zona B (naranja), las alturas de ola fueron inferiores a ese umbral durante menos tiempo el 74 %, con lo cual las condiciones de oleaje resultan más desfavorables.

De acuerdo con lo anterior, de la gráfica anterior, se desprende que los porcentajes de no excedencia siempre son superiores en la Zona A, lo que implica unas condiciones de menor oleaje. Asimismo, en la Zona B se han registrado eventos con alturas de ola superiores a 4,5 m y 5 m, eventos que en la Zona A no se han registrado.

#### 4.5. ANÁLISIS DE LAS CORRIENTES

La metodología empleada para el análisis de la corriente consiste en el seguimiento de la velocidad de las mismas y de su dirección, a lo largo de un periodo de tiempo determinado, asociando unas condiciones medias diarias a los estados climáticos representativos de dichos días. Para analizar las corrientes, se han considerado los datos

procedentes de otros dos puntos pertenecientes al sistema de predicción de Puertos del Estado.



Figura 29: Situación de las zonas de fondeo y puntos empleados para el estudio de las corrientes.

Los días seleccionados, de los que se han obtenido datos, se enumeran a continuación, definiendo a qué condiciones de mar determinadas representan:

- 01/01/21: condiciones de temporal del W (270º).
- 19/01/21: condiciones medias del SW (225º).
- 22/01/21: condiciones de temporal del SW (225º).
- 27/01/21: condiciones medias del S (180º).

Dichas condiciones de mar, se han establecido en base a los datos proporcionados por Puertos del Estado, que quedan representados en las siguientes gráficas temporales:



Figura 30: Representación gráfica de la altura de ola significativa en el periodo de estudio. Fuente: Puertos del Estado.



Figura 31: Representación gráfica de la altura de la dirección media de procedencia del oleaje en el periodo de estudio. Fuente: Puertos del Estado.

A continuación, se recogen las tablas elaboradas para cada uno de los días mencionados y se representa el valor medio diario obtenido:

- **Caso 1: 01/01/2021**

ZONA ACTUAL (39.54°N; 2.66°E)		
01/01/2021		
CORRIENTES		
Hora	Magnitud (m/s)	Dirección (º)
0	0.05	100.64
1	0.07	95.9
2	0.07	94.12
3	0.07	85.89
4	0.07	91.77
5	0.08	93.15
6	0.09	86.15
7	0.06	94.23
8	0.04	102.38
9	0.05	101.72
10	0.06	101.1
11	0.07	106.72

12	0.06	122.16
13	0.05	136.03
14	0.05	136.28
15	0.05	134.24
16	0.07	148.77
17	0.05	138.95
18	0.04	119.39
19	0.04	110.96
20	0.05	100.99
21	0.05	92.66
22	0.05	88.49
23	0.06	89.34

Media diaria	0.058	107.168
--------------	-------	---------

Tabla 6. Estudio de corrientes para la Zona A (01/01/21).

ZONA PROPUESTA (39.50°N; 2.67°E)		
01/01/2021		
CORRIENTES		
Hora	Magnitud	Dirección
0	0.03	112.9
1	0.03	112.9
2	0.03	110.26
3	0.03	107.77
4	0.03	105.35
5	0.03	102.66
6	0.03	103.97
7	0.04	104.38
8	0.04	106.53
9	0.04	110.23
10	0.04	115.91
11	0.03	121.85
12	0.03	130.06
13	0.04	138.27
14	0.04	145.99
15	0.05	152.91
16	0.05	156.63
17	0.05	158.17
18	0.05	155.54
19	0.05	152.33
20	0.05	146.32
21	0.05	140.99
22	0.05	130.95

23	0.05	124.13
Media diaria	0.040	126.958

Tabla 7. Estudio de corrientes para la Zona B (01/01/21).

Como se puede apreciar en los resultados del día 01/01/21, representativo de condiciones de temporal del W; la media diaria de magnitud de corrientes es ligeramente superior en la zona de fondeadero actual con una velocidad media de 0,058 m/s frente al nuevo fondeadero propuesto, donde la velocidad media diaria es de 0,04 m/s.



Figura 32: Caso 1: horas de no excedencia de una determinada velocidad de corriente.

En la gráfica anterior, se presenta un análisis comparativo de las horas de no excedencia de una determinada velocidad de corriente para las dos zonas de análisis, la zona actual de fondeo y la zona propuesta. La interpretación de la gráfica muestra que la línea que se sitúa por encima, representa unas condiciones de menores corrientes a lo largo de la jornada. En particular, para el supuesto de una velocidad de corriente de 0,04 m/s, en la zona actual de fondeo esta velocidad es inferior a este umbral durante 3 horas al día, mientras que en la zona de fondeo propuesta, la velocidad registrada es inferior a dicho umbral durante 24 horas al día, con lo que se puede concluir que la zona actual presenta una dinámica con una velocidad de corriente mayor que la zona propuesta.



Figura 33: Comparativa de los valores de corriente con el umbral establecido por la ROM 2.0-11. Caso 1.

A pesar de la mayor velocidad de corriente registrada en la zona actual de fondeo frente a la zona propuesta, en la figura previa se puede apreciar la comparativa de ambos valores con el umbral de velocidad de corriente para el fondeo de acuerdo con la ROM 2.0-11. De acuerdo con ello, se puede considerar que los valores de la velocidad de corriente son despreciables en ambos casos, dado que se encuentran entre uno y dos órdenes de magnitud por debajo del valor de referencia de la ROM.

- **Caso 2: 19/01/2021**

ZONA ACTUAL (39.54°N; 2.66°E)		
19/01/2021		
CORRIENTES		
Hora	Magnitud (m/s)	Dirección (º)
0	0	155.32
1	0.01	145.58
2	0.02	178.9
3	0.02	183.36
4	0.02	188.38
5	0.02	201.75
6	0.02	218
7	0.03	228.02
8	0.03	234.68
9	0.04	235.63
10	0.05	231
11	0.06	221.92
12	0.07	218.95
13	0.06	258.27
14	0.08	318.46
15	0.11	331.46
16	0.12	333.32
17	0.12	329.56
18	0.11	323.98
19	0.1	318.89
20	0.09	313.2
21	0.09	307.9
22	0.08	302.84
23	0.08	299.14

Media diaria	0.060	253.271
--------------	-------	---------

Tabla 8. Estudio de corrientes para la Zona A (19/01/21).

ZONA PROPUESTA (39.50°N; 2.67°E)		
19/01/2021		
CORRIENTES		

Hora	Magnitud	Dirección
0	0.03	305.99
1	0.03	302.9
2	0.03	305.94
3	0.03	305.94
4	0.02	308.66
5	0.02	311.8
6	0.02	317.2
7	0.02	325.13
8	0.02	338.48
9	0.03	355.76
10	0.04	8.2
11	0.05	17.33
12	0.06	25.74
13	0.07	33.26
14	0.08	39.63
15	0.09	45.47
16	0.09	51.73
17	0.09	57.21
18	0.08	61.77
19	0.07	65.23
20	0.06	65.96
21	0.05	65.92
22	0.04	61.36
23	0.03	56.12

Media diaria	0.048	159.697
--------------	-------	---------

Tabla 9. Estudio de corrientes para la Zona B (19/01/21).

Como se puede apreciar en los resultados del día 19/01/21, representativo de condiciones de medias del SW; la media diaria de magnitud de corrientes es ligeramente superior en la zona de fondeadero actual, con una velocidad media diaria de 0,059 m/s, frente a una velocidad de corriente en la zona propuesta de 0,048 m/s.



Figura 34: Caso 2: horas de no excedencia de una determinada velocidad de corriente.

En la gráfica previa, se puede apreciar el número de horas de no excedencia de una determinada velocidad de corriente. Para velocidades inferiores a 0,025 m/s, las corrientes son superiores en la zona propuesta que en la zona actual, si bien a partir de 0,025 m/s, la dinámica de la bahía presenta una mayor velocidad de corriente en la zona actual que en la zona propuesta.



Figura 35: Comparativa de los valores de corriente con el umbral establecido por la ROM 2.0-11. Caso 2.

De la misma forma que se argumentó para el caso 1, de acuerdo con el umbral de velocidad de corriente para el fondeo establecido por la ROM 2.0-11, la velocidad de las corrientes tanto en la zona de fondeo actual como en la zona de fondeo propuesta se pueden considerar despreciables.

- **Caso 3: 22/01/2021**

ZONA ACTUAL (39.54°N; 2.66°E)		
22/01/2021		
CORRIENTES		
Hora	Magnitud (m/s)	Dirección (º)
0	0.05	76.16
1	0.06	74.66
2	0.06	76.99
3	0.06	75.82
4	0.08	75.5
5	0.09	73.33
6	0.09	73.78
7	0.1	69.63
8	0.11	64.46
9	0.1	67.56
10	0.11	67.12
11	0.11	72.05
12	0.12	81.34

13	0.15	86.14
14	0.17	88.31
15	0.2	89.88
16	0.2	93
17	0.2	94.21
18	0.18	95.11
19	0.16	96.27
20	0.15	96.22
21	0.15	97.54
22	0.15	95.4
23	0.14	95.88

Media diaria	0.125	82.348
--------------	-------	--------

Tabla 10. Estudio de corrientes para la Zona A (22/01/21).

ZONA PROPUESTA (39.50°N; 2.67°E)		
22/01/2021		
CORRIENTES		
Hora	Magnitud	Dirección
0	0.04	78.28
1	0.04	79.7
2	0.04	79.7
3	0.04	79.41
4	0.04	75.83
5	0.04	73.47
6	0.03	68.67
7	0.03	67.98
8	0.03	68.3
9	0.03	78.8
10	0.03	91.51
11	0.04	100.57
12	0.04	108.36
13	0.05	111.96
14	0.06	112.92
15	0.06	112
16	0.07	112.33
17	0.07	112.16
18	0.07	110.53
19	0.07	111.01
20	0.07	112.9
21	0.07	113.21
22	0.07	113.54
23	0.07	113.86

Media diaria	0.050	95.292
--------------	-------	--------

Tabla 11. Estudio de corrientes para la Zona B (22/01/21).

Como se puede apreciar en los resultados del día 22/01/21, representativo de condiciones de temporal del SW; la media diaria de magnitud de corrientes es superior en la zona de fondeadero actual con una velocidad media diaria de 0,12 m/s, frente a una velocidad media diaria de 0,05 m/s en la zona propuesta.



Figura 36: Caso 3: horas de no excedencia de una determinada velocidad de corriente.

En la gráfica previa, se puede apreciar el número de horas de no excedencia de una determinada velocidad de corriente. De acuerdo con los datos analizados, la dinámica de la bahía presenta una mayor velocidad de corriente en la zona actual que en la zona propuesta. A modo de ejemplo, en la zona actual la velocidad de 0,07 m/s se superó durante 20 horas, mientras que en la zona propuesta, no se superó en ningún momento del día.



Figura 37: Comparativa de los valores de corriente con el umbral establecido por la ROM 2.0-11. Caso 3.

De la misma forma que se argumentó para el caso 1 y 2, de acuerdo con el umbral de velocidad de corriente para el fondeo establecido por la ROM 2.0-11, la velocidad de las corrientes tanto en la zona de fondeo actual como en la zona de fondeo propuesta se pueden considerar despreciables.

- **Caso 4: 27/01/2021**

ZONA ACTUAL (39.54°N; 2.66°E)		
27/01/2021		
CORRIENTES		
Hora	Magnitud (m/s)	Dirección (º)
0	0.01	284.76
1	0.01	293.32
2	0.01	300.01
3	0.01	313.09
4	0.01	327.52
5	0	334.53
6	0	348.31
7	0	16.38
8	0	74.05
9	0	150.25
10	0	161.56
11	0	172.64
12	0	181.59
13	0	183.99
14	0	183.73
15	0	181.21
16	0.01	177.83
17	0.01	170.53
18	0.01	160.55
19	0.01	153.9
20	0.01	147.99
21	0.01	141.95
22	0.01	135
23	0.01	128.15

Media diaria	0.005	196.785
--------------	-------	---------

Tabla 12. Estudio de corrientes para la Zona A (27/01/21).

ZONA PROPUESTA (39.50°N; 2.67°E)		
27/01/2021		
CORRIENTES		
Hora	Magnitud	Dirección
0	0.03	329.65
1	0.02	336.74
2	0.02	343.98
3	0.02	355.3
4	0.02	6.63
5	0.01	24.89
6	0.01	54.25

7	0.01	190.02
8	0.01	215.45
9	0.02	222.46
10	0.02	224.63
11	0.02	216.48
12	0.02	197.21
13	0.02	182.26
14	0.03	174.58
15	0.04	175.78
16	0.05	182.28
17	0.05	190.59
18	0.05	201.06
19	0.05	212.84
20	0.04	223.83
21	0.04	231.33
22	0.03	238.1
23	0.02	239.84

Media diaria	0.027	207.091
--------------	-------	---------

Tabla 13. Estudio de corrientes para la Zona B (27/01/21).

Como se puede apreciar en los resultados del día 27/01/21, representativo de condiciones de temporal del SW; la media diaria de magnitud de corrientes es inferior en la zona de fondeo actual con una velocidad media de 0,005 m/s frente a la zona propuesta, con una velocidad media de 0,027 m/s.



Figura 38: Caso 4: horas de no excedencia de una determinada velocidad de corriente.

En la gráfica previa, se puede apreciar el número de horas de no excedencia de una determinada velocidad de corriente. De acuerdo con los datos analizados, la dinámica de la bahía presenta una mayor velocidad de corriente en la zona propuesta que en la zona actual, a diferencia en los supuestos previos. A modo de ejemplo, en la zona propuesta la velocidad de 0,02 m/s se superó durante 10 horas, mientras que en la zona propuesta, no se superó en ningún momento del día.



Figura 39: Comparativa de los valores de corriente con el umbral establecido por la ROM 2.0-11. Caso 4.

De la misma forma que se argumentó para los casos anteriores, de acuerdo con el umbral de velocidad de corriente para el fondeo establecido por la ROM 2.0-11, la velocidad de las corrientes tanto en la zona de fondeo actual como en la zona de fondeo propuesta se pueden considerar despreciables.

## 4.6. CONCLUSIONES

### 4.6.1. VIENTOS

Comparando los datos previos de viento se obtienen las conclusiones que se indican a continuación:

- La velocidad del viento es ligeramente mayor en la Zona B, debido a su menor resguardo natural, llegando a presentar valores 1,27 veces mayores que la velocidad del viento en la Zona A.
- Las direcciones de los vientos máximos varían significativamente entre las dos Zonas.
- Los valores de velocidad de viento registrados tanto en la zona A como en la zona B, no llegan a superar los umbrales establecidos por la ROM 2.0-11 para las zonas de fondeo.

### 4.6.2. OLEAJES

Comparando los datos previos de oleaje se obtienen las conclusiones que se indican a continuación:

- Las alturas de ola significativa máxima presentan una mayor diferencia entre las zonas, llegando a duplicarse en la Zona B respecto a la Zona A, en algún caso, como muestra la serie histórica del mes de junio. Se alcanza una altura de ola máxima de 4,58 m, para los meses de diciembre en la Zona B, mientras que para la Zona A, la altura de ola es del 3,78 m/s, lo que supone un incremento del 21 %

- El ángulo de incidencia del oleaje no varía significativamente entre las dos zonas para los máximos valores de altura de ola, situándose siempre entre la dirección procedente del sur y el suroeste.
- En la zona de fondo propuesta, las alturas de ola significativa máxima mensual, superan los umbrales de fondeo establecidos por la ROM 2.0-11 durante seis de los doce meses del año.

En cuanto a las tablas Hs – Tp cabe destacar que, conforme la altura de ola significativa aumenta, la probabilidad de ocurrencia disminuye más rápidamente en la Zona A que en la Zona B obteniendo las siguientes conclusiones:

- Dentro de toda la serie temporal analizada, lo oleajes con una altura de ola inferior a 0,5 m, suponen un 80,639% en la Zona A y un 74,021% en la Zona B, lo cual indica oleajes de menores magnitudes en la Zona A.
- La probabilidad de ocurrencia de una altura de ola significativa mayor a 2 m es más del doble en la Zona B que en la Zona A.
- Aunque la probabilidad de que se alcance una altura de ola de 4 metros en la Zona B es del 0,058 %; esta probabilidad es 14,5 veces mayor que la que se observa en la Zona A.

#### 4.6.3. CORRIENTES

Para el análisis de la velocidad de corrientes en la zona de fondeo actual y la zona propuesta se han estudiado cuatro casos con condiciones de oleaje diferentes: temporal del oeste, condiciones medias de suroeste, condiciones de temporal de suroeste y condiciones medias del sur.

Tal y como se describió en el apartado correspondiente, la velocidad de las corriente en tres de los cuatro casos analizados, resultó ser superior en la zona de fondeo actual que en la zona de fondeo propuesta. Solamente, en el caso 4, con condiciones medias del sur, se registró una dinámica con mayor velocidad de corriente en la zona de fondeo propuesta que en la zona de fondeo actual, si bien, este escenario no se considera representativo, dado que los oleajes del sur no son los reinantes, presentándose solamente el 10 % del tiempo.

De acuerdo con la rosa de oleaje analizada, el oleaje reinante es el suroeste, con una frecuencia de presentación del 30 %. De acuerdo con esto, el caso tres, con condiciones de oleaje suroeste y temporal, con alturas de ola superiores a 3,5 m, sí resulta representativo para el objetivo del presente análisis. El análisis de corriente realizado en ese supuesto, arroja que la velocidad de corriente es superior en la zona actual que en la zona propuesta, de forma continuada durante las 24 horas del día.

En particular, en la zona actual la velocidad de corriente de 0,07 m/s se supera durante 20 horas al día, mientras que en la zona propuesta no se supera durante ninguna hora del día.

A pesar de todo lo anterior y de que la velocidad de la corriente resulta ser superior en la zona de fondeo actual que en la zona de fondeo propuesta, en ambos casos este parámetro resulta despreciable, dado que los valores registrados se encuentran entre uno y dos órdenes de magnitud por debajo de los valores umbral establecidos por la ROM 2.0-11.

#### 4.6.4. CONCLUSIONES SOBRE LA ZONA DE FONDEO PROPUESTA

De acuerdo con el análisis realizado, se concluye que la zona de fondeo actual presenta unas mejores condiciones de abrigo con respecto a la zona de fondeo propuesta, desde la perspectiva de oleaje y viento. El fondeo propuesto presenta unas condiciones de alturas de ola superiores a las que se registran en la zona de fondeo actual, llegándose a duplicar el valor mensual máximo de altura de ola significativa y superándose el umbral de la ROM en seis de los doce meses del año. De la misma forma, en lo que se refiere a los vientos, la velocidad del viento es superior en la zona propuesta, empeorando las condiciones de abrigo con respecto a la situación actual.

Por otra parte, desde el punto de vista de la velocidad de las corrientes, en general, ésta es superior en la zona actual que en la zona propuesta y también para el caso particular de los oleajes de suroeste, situación reinante. Esta situación se produce debido a que las corrientes recorren la bahía adosadas a la costa, lo que incrementa la velocidad en la zona de fondeo actual. No obstante, el efecto de las corrientes no resulta un factor condicionante en lo que se refiere a las condiciones de fondeo, dado que los valores registrados presentan magnitudes despreciables si se comparan con los umbrales máximos establecidos en la ROM para el fondeo.

En resumen y como resultado de analizar el total de los parámetros en su conjunto, es posible concluir que, en términos generales, el desplazamiento de la zona de fondeo del Puerto de Palma desde su emplazamiento actual hasta la nueva zona propuesta supondría unas peores condiciones de abrigo para los buques que vayan a hacer uso del mismo y por tanto resulta desaconsejable, al ser el abrigo de buques en condiciones oceánico-meteorológicas adversas, uno de los objetivos funcionales de estos espacios.

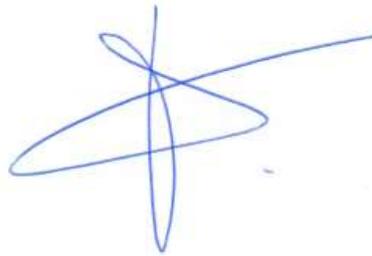
## 5. CONCLUSIÓN SOBRE LA DELIMITACIÓN DE LA ZONA II DE AGUAS DEL PUERTO DE PALMA

De acuerdo con el análisis presentado a lo largo del presente anexo, se ha evaluado la posibilidad de localizar un emplazamiento alternativo para la actual zona de fondeo del Puerto de Palma, en algún emplazamiento ubicando dentro de la Bahía, de tal forma que se pudiese evitar la zona con Posidonia Oceánica identificada y salvaguardando las condiciones de seguridad y operatividad necesarias para el fondeo.

Como punto de partida, se han planteado dos posibles ubicaciones alternativas para la zona de fondeo, si bien, por motivos de seguridad y operatividad, bien por las condiciones de abrigo

existentes han sido finalmente descartadas como alternativas viables, al menos preliminarmente. De acuerdo con ello y como resultado del análisis realizado se propone mantener la zona de fondeo del Puerto de Palma y, por tanto, la zona II de aguas del Puerto de Palma en su emplazamiento actual, teniendo en consideración los ajustes que se concretan en las desafectaciones e incorporaciones propuestas en la DEUP (con una disminución neta de superficie en el entorno de los 2 millones de m<sup>2</sup>).

POR LA ASISTENCIA TÉCNICA:



FDO. NOÉ FERNÁNDEZ LÓPEZ

Ing. de Caminos, Canales y Puertos