

PLAN DE MANTENIMIENTO DE CALADOS EN LA BOCANA DEL PUERTO DEPORTIVO DE CA'N PICAFORT



Promotor:

CLUB NÁUTICO CA'N PICAFORT



Emplazamiento:

PUERTO DEPORTIVO DE CA'N PICAFORT
Ca'n Picafort (Santa Margalida)

Fecha:

FEBRERO 2022

Jorge Giménez
Licenciado en Ciencias Ambientales

Juan José Lemm
Ingeniero de Caminos



TALLER DE PROJECTES
Bartomeu Ferrà 1-2^a
07002 Palma de Mallorca
Tel.: (+34) 971 22 86 02
E-mail: info@tpe.es



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. <i>Antecedentes</i>	<i>4</i>
1.2. <i>Objetivos</i>	<i>5</i>
1.3. <i>Marco normativo</i>	<i>6</i>
1.4. <i>Descripción del ámbito de estudio</i>	<i>6</i>
2. DINÁMICA LITORAL.....	11
2.1. <i>Batimetría</i>	<i>12</i>
2.2. <i>Viento.....</i>	<i>15</i>
2.3. <i>Régimen de oleaje.....</i>	<i>16</i>
2.4. <i>Transporte de sedimento</i>	<i>18</i>
3. METODOLOGÍA	26
3.1. <i>Cálculo de volumen dragado.....</i>	<i>26</i>
3.2. <i>Trabajos de campo.....</i>	<i>29</i>
3.3. <i>Procedimiento según CIEM</i>	<i>31</i>
3.4. <i>Clasificación de los sedimentos.....</i>	<i>32</i>
4. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DRAGADOS	34
4.1. <i>Características granulométricas del sedimento extraído.....</i>	<i>34</i>
4.2. <i>Test Previo de Toxicidad (TPT)</i>	<i>34</i>
4.3. <i>Carbono Orgánico Total (COT)</i>	<i>35</i>
4.4. <i>Evaluación de los resultados</i>	<i>35</i>
5. GESTIÓN Y DESTINO DE LOS MATERIALES DE DRAGADO	37
5.1. <i>Depósito entre escollera y espaldón del dique.....</i>	<i>38</i>
5.2. <i>Reposición de la arena dragada a la playa próxima.....</i>	<i>39</i>
6. EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DE DRAGADO	43
7. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES DEL PLAN.....	45
8. CONCLUSIONES.....	46

ANEJOS

Anejo 1: Planta general del puerto deportivo de Ca'n Picafort



Anejo 2: Calados actuales en la bocana del puerto deportivo de Ca'n Picafort

Anejo 3: Secciones de dragado

Anejo 4: Informes analíticos de las muestras



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El puerto de Ca'n Picafort es titularidad de *Ports de les Illes Balears* (en adelante PortsIB) en parte gestionado indirectamente en régimen de concesión actualmente por el Club Náutico Ca'n Picafort. La infraestructura portuaria ha experimentado un proceso de ampliación y mejora de sus instalaciones a lo largo de su historia. El conjunto de modificaciones, tanto obra en tierra como en espejo de agua, se ha materializado de forma intermitente desde la gestación de distintos proyectos durante las últimas décadas hasta su configuración actual. Destaca la autorización de obra otorgada por Orden Ministerial en 1982 con el objeto de reformar y ampliar las instalaciones existentes en su momento.

La disposición del dique de abrigo y contradique que conforman el puerto deportivo de Ca'n Picafort provocan que la bocana presente deficiencias importantes en cuanto a su morfología y orientación. Este hecho plantea sucesivas problemáticas relacionadas con la acumulación de sedimentos arenosos aportados por el oleaje, desembocando en la pérdida de calado para las embarcaciones que hacen uso de las instalaciones del Club Náutico Ca'n Picafort.

Con el objeto de subsanar el problema de aterramiento de la bocana, se redactó un proyecto por parte del Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Antonio Garau Obrador en 2009 que contenía las actuaciones para una mejora de cota y acondicionamiento en la bocana y puntos más conflictivos de la dársena. El documento proporcionaba, entonces, las directrices para proceder a la retirada periódica de arena, a criterio de la Administración Competente, generando un proyecto de ejecución en formato de Plan de mantenimiento de calado anual que se establecía como referencia para determinar la aplicación de las medidas necesarias.

La Dirección técnica de Ports IB emitió un informe con fecha 7 de mayo de 2013 con el que, entre otros contenidos y tras la adaptación de las instalaciones para adecuarlas al expediente de legalización del puerto de Ca'n Picafort, se aprobó el segundo Plan de mantenimiento de calados en 2009 dentro de las operaciones de mantenimiento de la explotación del puerto. Siendo de cumplimiento las indicaciones previstas en el Plan de mantenimiento de calados y las condiciones técnicas del informe de Ports IB, la autorización de los trabajos de reposición de calados del puerto de Ca'n Picafort expiraba en mayo de 2016.

En abril de 2016 se redactó un nuevo Plan de Mantenimiento de Calados redactado por el ICCP Juan José Lemm y el ambientólogo Antoni Siquier. Mediante resolución de 27/01/17 del Director General de Puertos y Aeropuertos, se autoriza al CNCP la realización de estos trabajos.



Por resolución del Vicepresidente Ejecutivo de Ports IB de 12/03/2020 se autoriza al CNCP en el marco de la Resolución de 29/10/2018, los trabajos de reposición de calados en la bocana del Puerto.

Las obras de reposición de calados en la bocana del CNCP se ejecutaron durante los meses de abril y mayo de 2020 (fecha finalización según certificado final de obra: 08/06/2020) y fueron reconocidas por Ports IB (ver anejo nº 1) el 15/12/2021.

A lo largo de 2021 y especialmente tras los temporales de otoño-invierno de 2021-2022, se ha observado nuevamente un aterramiento en la bocana, en el que se ha vuelto a las condiciones de calado previas al dragado de abril-mayo de 2020. El aterramiento de la bocana es un fenómeno de periodicidad anual, por la orientación de la bocana hacia la playa de Can Picafort y por los vientos predominantes del NE. Todo ello genera una reducción significativa de calados que dificulta, o incluso impide la accesibilidad a la dársena interior, por lo que periódicamente se ha requerido y ejecutado un dragado de mantenimiento de la arena acumulada. Siendo por tanto una actuación de carácter urgente y teniendo en cuenta que la solución ideal consistente en un trasvase de la arena a la playa de Can Picafort (de donde proviene) requiere de una tramitación administrativa y ambiental prolongada en el tiempo, se estima que la solución óptima para los próximos cuatro años es su depósito en el cuenco amortiguador del dique exterior.

Se hace constar que en julio de 2021, previo al aterramiento en la bocana, el Club Náutico Can Picafort inició una solicitud para la autorización del Plan de Mantenimiento del Interior de la dársena y que este Plan de Mantenimiento es independiente al de la bocana.

1.2. Objetivos

Hasta que la bocana actual no sufra una modificación substancial en su orientación, situación o morfología, será necesaria la actuación periódica para la retirada de material sedimentario en un volumen dentro de un rango estimado. La reducción del calado debido a la acumulación de sedimento afecta a la bocana y prácticamente a todo el puerto limitando las prestaciones que puedan ofrecer las instalaciones del Club Náutico Ca'n Picafort, como también compromete la seguridad de los usuarios del puerto deportivo.

La movilización de los sedimentos de la bocana se quiere llevar a cabo preferentemente con ayuda de una bomba de succión o bien mediante la utilización de otros medios mecánicos, como retroexcavadora o cuchara bivalva en la zona de dragado delimitada desde donde sea posible el acceso hasta el sedimento arenoso desde los muelles.

El propósito del presente Plan de Mantenimiento del Calado en la Bocana del Puerto Deportivo de Ca'n Picafort es dar respuesta urgente a las necesidades de



restitución de calado en la bocana del puerto, para los próximos cuatro años, de acuerdo con los requerimientos de clasificación del material dragado según las características del sedimento tomado como muestra para evaluar el tipo de gestión que debe aplicarse, valorar si alguna de las alternativas de dragado o tratamiento del proyecto de dragado se adapta a las condiciones del entorno y ofrecer una metodología de mantenimiento periódico que pueda ejecutarse mediante una sola autorización extendida que permita la aplicación del presente Plan, sin la necesidad de redacción de un nuevo documento que ocupe la misma finalidad, durante todo el tiempo de validez que facilite la Administración Competente.

1.3. Marco normativo

El Decreto 11/2011, de 18 de febrero, de aprobación del reglamento de desarrollo y ejecución de determinados aspectos de la Ley 10/2005, de 21 de junio, de puertos de las Illes Balears, señala en su artículo 3.2 que entre las obligaciones de los puertos y dársenas se ofrecerá "superficie de agua abrigada de extensión y calado adecuados para el tipo de barcos y operaciones portuarias que se pretendan desarrollar".

De acuerdo con el Decreto Legislativo 1/2020, de 28 de agosto, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de evaluación ambiental de las Illes Balears, en el Anexo 2, donde se mencionan los proyectos sometidos a la evaluación de impacto ambiental simplificada, dentro del Grupo 7 "Otros proyectos" aparecen aquellos proyectos de dragado "excepto cuando el objeto del proyecto sea mantener las condiciones hidrodinámicas o de navegabilidad en la zona de servicios del puerto con un volumen extraído inferior a 5.000 m³/año".

Para la elaboración de este Plan se han tomado como referencia las " Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre" elaborado por la Comisión Interministerial de Estrategias Marinas (CIEM) en el año 2017; como también la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, la Ley 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, y la Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas; entre otras relevantes que se mencionarán de ahora en adelante.

1.4. Descripción del ámbito de estudio

El puerto deportivo de Ca'n Picafort se halla en la Bahía de Alcúdia. El puerto toma el nombre de la localidad costera donde se encuentra, población con importante peso turístico perteneciente al municipio de Santa Margalida. La bocana está



orientada hacia el noroeste, presentando una obertura entre escolleras de dique de abrigo y contradique de unos 50 m de ancho, mientras que entre los cantiles de hormigón tiene unos 40 m de ancho.

La instalación portuaria presenta una superficie total de 42.057 m², de los cuales el espejo de agua representa 22.593 m² y la parte en tierra del resto de instalaciones de 19.464 m², aproximadamente un 54% y un 46% respectivamente, en función del total del dominio público en concesión. Actualmente cuenta con Escuela de Vela y más de 150 amarres de entre 6 y 12 m de eslora. Las construcciones relevantes del puerto son, a parte de las propias infraestructuras de defensa, las que conforman el edificio de capitanía y el local social del Club Náutico. Los servicios que ofrece el puerto de Ca'n Picafort son muy limitados, ciñéndose a una zona habilitada para aparcamiento de vehículos de los usuarios del puerto y a la explanada que realiza funciones de varadero, donde se realizan actividades que se desarrollan en baja intensidad por la tipología de recreo y eslora de las embarcaciones que acoge el puerto. Ésta zona de varada se encuentra a unos 200 m en línea recta dirección sudeste desde la bocana.



Imagen 1. Localización de la bocana en el puerto de Ca'n Picafort donde se prevé el dragado.
Fuente: elaboración propia.

La línea de costa está altamente modificada por la urbanización del núcleo de Ca'n Picafort, por lo que el área ocupada por el puerto deportivo no genera un impacto substancial al encontrar un grado relativamente elevado de artificialidad en el litoral. A su vez el puerto está enclavado en un punto relativamente central de la

línea costera en la Bahía de Alcúdia. A su izquierda se encuentra la Playa de Muro, desde Ca'n Picafort hasta prácticamente el Puerto de Alcúdia.

La playa está formada de arena del mismo material que componen las formaciones geológicas de la zona: eolianitas formadas durante el Cuaternario cuando se produjeron cambios en el nivel relativo del mar. Eso son limos, arcillas y gravas que han formado parte de sistemas dunares o restos en el fondo de materiales de origen orgánico que se han litificado y emergido. Por otro lado, observamos este tipo de roca caliza a la derecha del puerto de Ca'n Picafort, sin llegar a formar playa en esta parte del frente marítimo de la localidad.

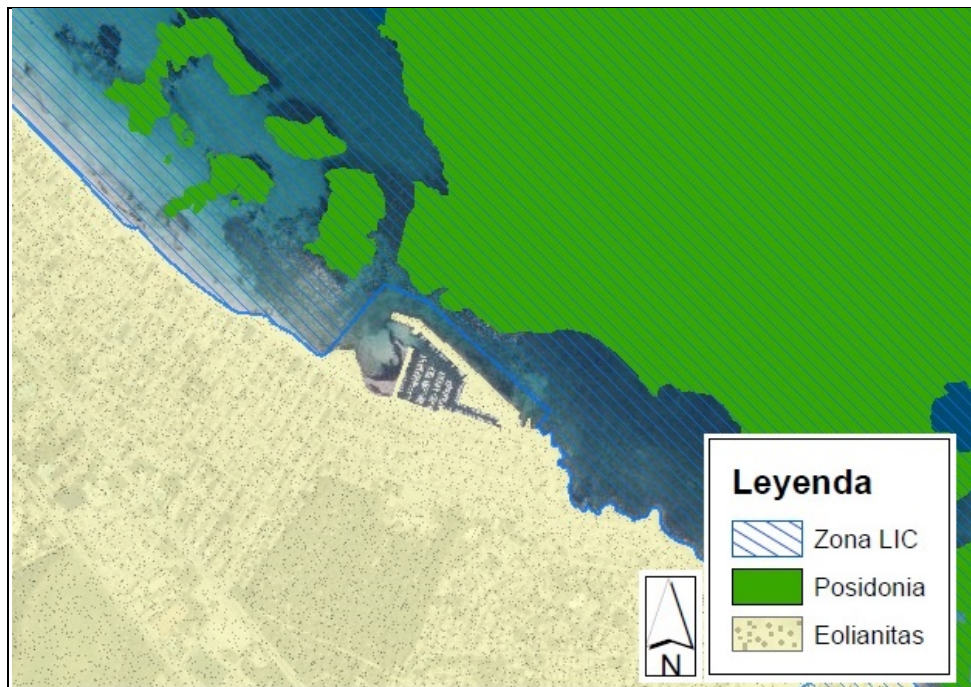


Imagen 2. Situación de diferentes aspectos ambientales relevantes en el entorno de Ca'n Picafort. Fuente: elaboración propia a partir de IDEIB y proyecto LIFE-Posidonia.

La instalación portuaria de Ca'n Picafort, no se encuentra dentro de ninguna zona incluida en la red de espacios naturales europeos Red Natura 2000; si bien casi la totalidad de la Bahía de Alcúdia está clasificada como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC), concretamente en el LIC ES5310005 *Badies de Pollença i Alcúdia*. Esta tipología de protección territorial forma parte de una red que persigue la conservación y uso sostenible de zonas relevantes por su biodiversidad, según las pautas de las leyes europeas Directiva de Aves y la Directiva Hábitats.

La comunidad más relevante que caracteriza el ecosistema marino de la Bahía de Alcúdia es la de la fanerógama marina *Posidonia oceanica*, sin llegar a afectarla el área de dragado delimitada en la bocana ni alterar su hábitat. Como puede observarse en la imagen 2, la posidonia se distribuye especialmente frente al



dique de abrigo formando una superficie considerable. Por otro lado, encontramos grupos más o menos aislados de posidonia ante la playa, de menor tamaño a la gran área descrita anteriormente. La presencia de posidonia tiene un papel ecológico básico para la conservación del fondo arenoso que le sirve de sustrato, ya que colabora reteniendo la arena que forma parte de la playa y facilita la recuperación del perfil de la línea de costa tras la época de temporales marítimos.



Imagen 3. Vista de la dársena general desde el final del muelle en el dique de abrigo, en la bocana del puerto. Fuente: elaboración propia.



Imagen 4. Vista de la explanada de varada en el Club Náutico Ca'n Picafort. Fuente: elaboración propia.

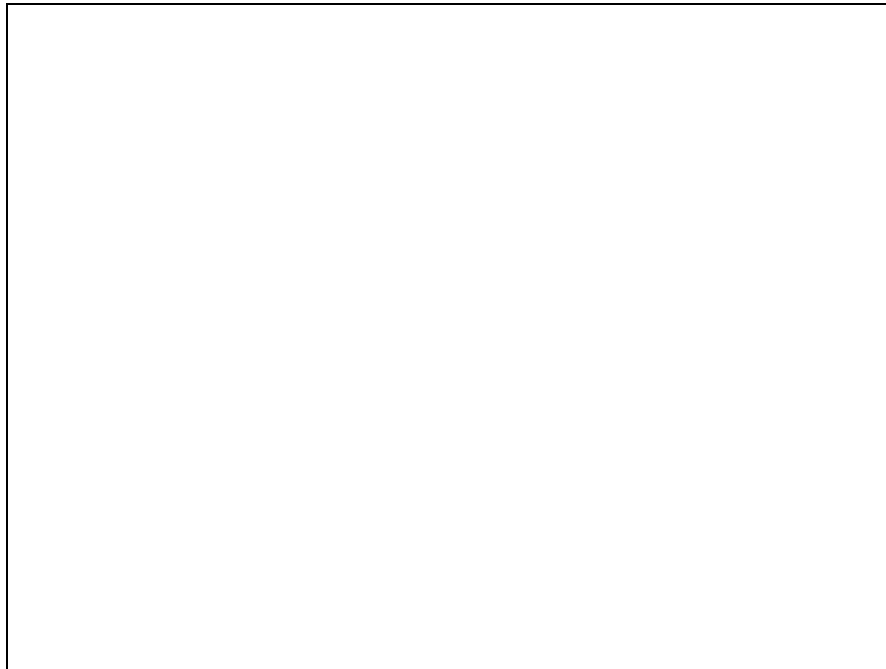


Imagen 5. Vista de la bocana hacia el exterior. Fuente: elaboración propia.



Imagen 6. Fotografía de la bocana hacia el interior del puerto. Fuente: elaboración propia.

2. DINÁMICA LITORAL

La identificación del sentido y la intensidad de los principales agentes del clima marítimo, como son el viento y el oleaje, requiere la ayuda del sistema de puntos SIMAR. Tales puntos están repartidos ante la costa y representan predicciones de datos a partir de diferentes modelados numéricos corregidos por las tomas reales registradas con otro sistema de boyas.

Los datos para la definición del comportamiento de los agentes climáticos en el sector de la Bahía de Alcúdia y el oleaje incidente se obtienen del punto SIMAR 2123118. Por otro lado nos hemos apoyado en el punto SIMAR 2123117 para determinar más adelante la frecuencia del oleaje de rotura en la bocana.



Imagen 7. Localización del puerto de Ca'n Picafort y situación de los puntos SIMAR de modelación del oleaje utilizados en el presente Plan. Fuente: Puertos del Estado.

2.1. Batimetría

La profundidad del fondo marino es una de las variables que interfieren en la altura del oleaje que finalmente llega a la costa. Es un hecho que cuanto más capacidad tenga un área determinada, entre otros parámetros debido a la batimetría, mayor volumen de agua puede ser desplazado en función de la intensidad de los agentes climáticos y la resistencia que transfiera el fondo al movimiento de las olas.

Se alcanzan los 20 m de profundidad a escasos 860 m de distancia en línea recta desde la bocana del puerto deportivo de Ca'n Picafort, así como los 30 m a poco más de 3.000 m. Estos datos muestran que, aunque la profundidad a 20 m está relativamente cercana, el hecho añadido de encontrar 30 m de profundidad a unos 3 km del ámbito de dragado muestra un largo recorrido de ola.

Un oleaje que deba realizar distancias considerables tiene mayor probabilidad de perder energía causada por la interacción con el relieve del fondo marino, así como con la misma masa de agua y posibles direcciones de propagación contrarias. Por tanto, se espera que la altura significativa de ola venga fuertemente determinada por una merma de la misma debido a la suave pendiente del fondo y largo recorrido, que colaboran a la mitigación de la energía asociada

que puedan inferirle los agentes climáticos marítimos en el sector frente a la Bahía de Alcúdia.

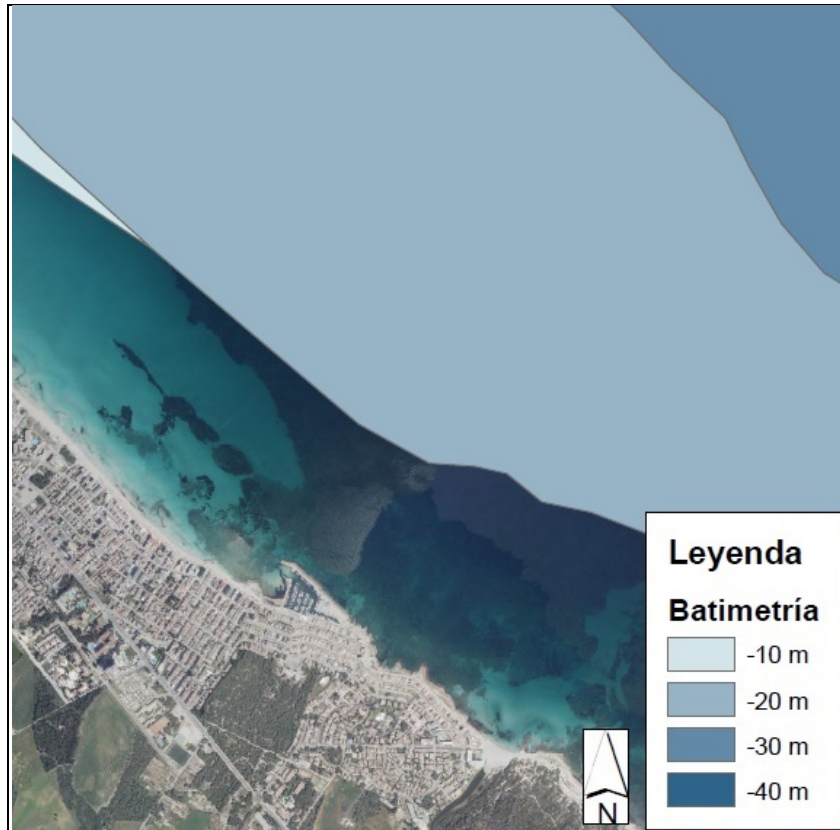
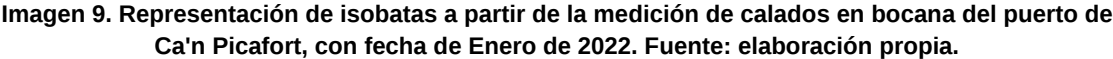


Imagen 8. Profundidades batimétricas en las inmediaciones del ámbito de Ca'n Picafort. Fuente: capa batimétrica proporcionada por el IDEIB.

En un análisis batimétrico del área en la bocana donde se pretende realizar el dragado de mantenimiento, se observa en la imagen 9 una reducción del calado, lejos de los 2'6 m deseables, sobre todo a la izquierda del canal de entrada en sentido de entrada a la dársena del puerto.



La situación reflejada muestra el problema que padece el puerto de Ca'n Picafort debido a la acumulación de sedimento, aportada por episodios de temporal de componente N y NE especialmente. Una altura de ola determinada puede provocar su rotura debido a la proximidad del fondo marino, hecho que produce la agitación de los materiales depositados y posibilita su transporte. El diseño del dique hace que la difracción del oleaje incidente cause pérdida de energía en la ola y por tanto facilite la deposición de la arena movilizada principalmente en la cara interna del dique de abrigo; afectando a la práctica totalidad de la bocana.

2.2. Viento

La distribución del viento se muestra a partir de la rosa de vientos que diferencia los datos de velocidad media por direcciones. Cada brazo de la rosa representa una dirección, y su longitud es proporcional a la frecuencia relativa del viento según su intensidad media en m/s. A partir de la siguiente figura nos permitirá determinar qué sectores son los más activos y con mayor influencia a lo largo del año, para el periodo indicado al pie del gráfico.

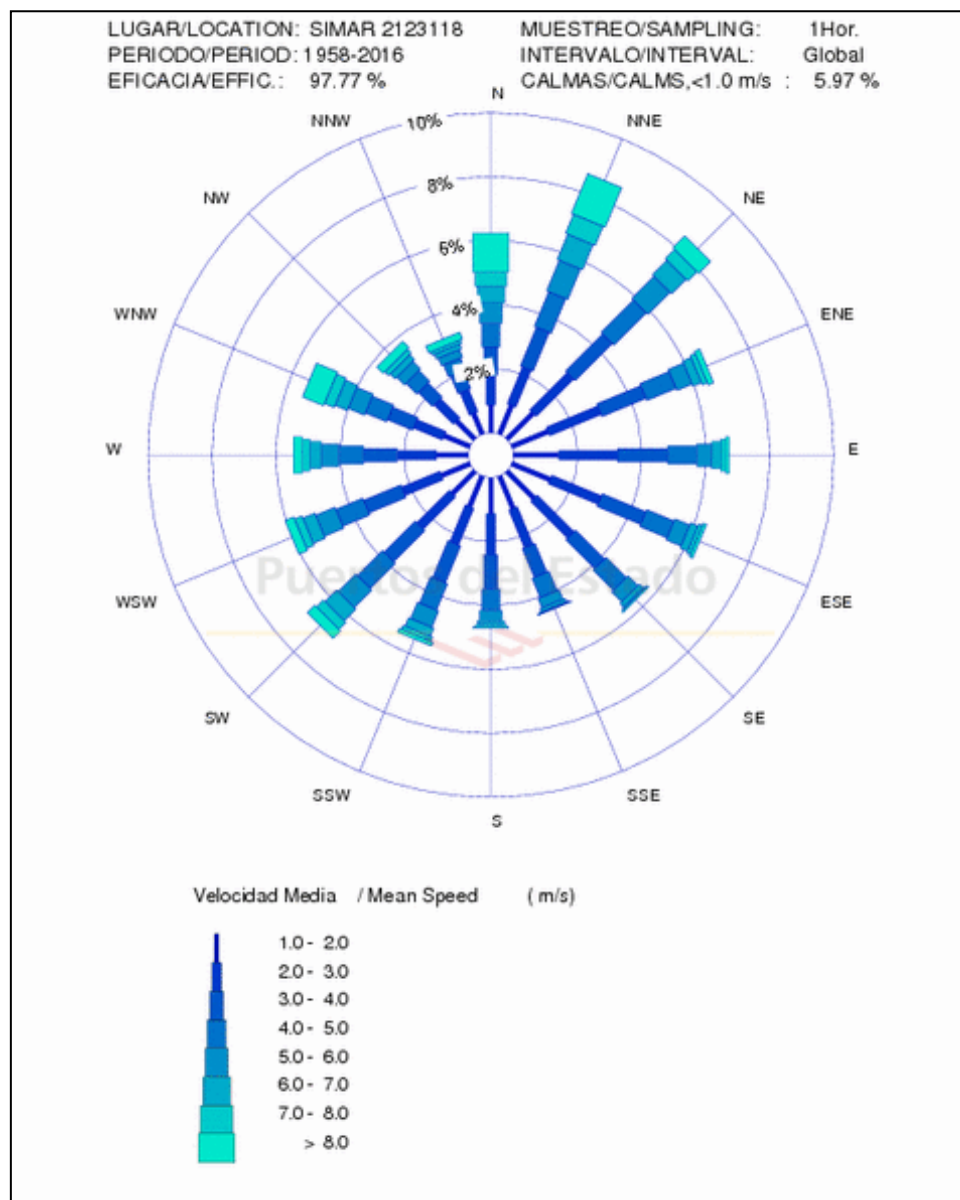


Imagen 10. Rosa de vientos según los datos recogidos durante el período 1958-2016 por el punto SIMAR 2123118. Fuente: Puertos del Estado.

A partir de la imagen anterior se puede apreciar que el régimen de vientos con mayor frecuencia con un peso alrededor del 21% es el que engloba a vientos entre 2 y 3 m/s de velocidad media, seguido de los vientos entre 3 y 4 m/s con un 19% sobre el total de viento registrado. El viento proveniente de las direcciones entre N hasta NE es las que más puede afectar al puerto de Ca'n Picafort. Las ráfagas de mayor intensidad, correspondientes a velocidades medias mayores a 7 m/s, suponen un 4'5% del viento total registrado y proviene precisamente de las direcciones con más influencia sobre la zona de estudio. Vemos además que para las direcciones N y NNE el porcentaje de viento registrado de más de 8 m/s tiene una frecuencia importante comparada a la de velocidades menores.

2.3. Régimen de oleaje

El oleaje es la respuesta que tiene el agua ante la energía transmitida por el viento, la cual provoca el desplazamiento de la superficie hasta que el fondo, como ya se ha comentado debido a su profundidad, produce un amortiguamiento y lo modifica. Si observamos el ejemplo de modelo de predicción en la imagen siguiente, los periodos de fuerte viento de componente Norte colaboran a la formación de oleaje con alturas significativas relativamente elevadas en el entorno de Ca'n Picafort, protegido en parte por la península de Alcúdia.

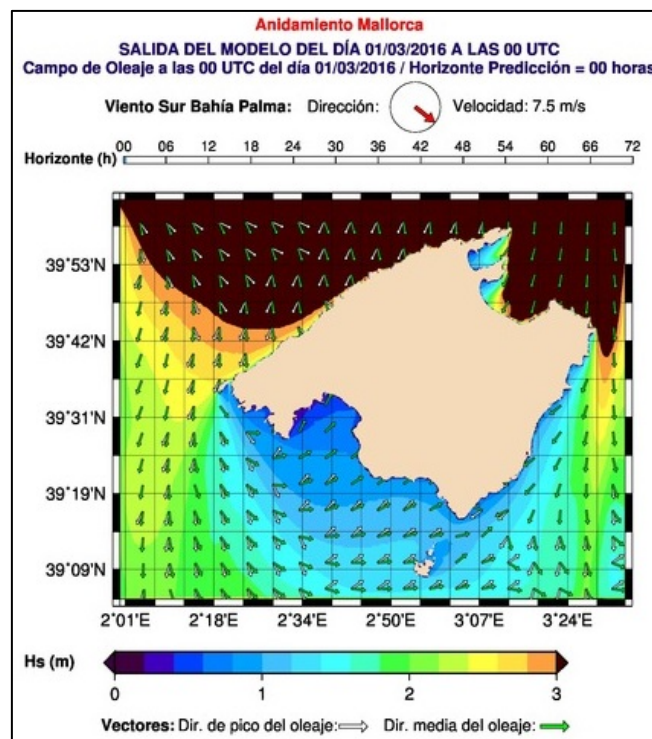


Imagen 11. Mapa de predicción del oleaje. Fuente: SOCIB.



En la figura siguiente, al igual que con el viento, se muestra la distribución del oleaje mediante la rosa de oleaje que diferencia los datos de altura significativa media por direcciones, siendo N y NE las que marcan el oleaje incidente y generarán mayor número de olas y de mayor altura en Ca'n Picafort. Por ejemplo, durante el 2015, el 6'8% de las olas fueron de 3 m o más de altura y el 98'7% de estas olas provinieron de las direcciones señaladas N y NE.

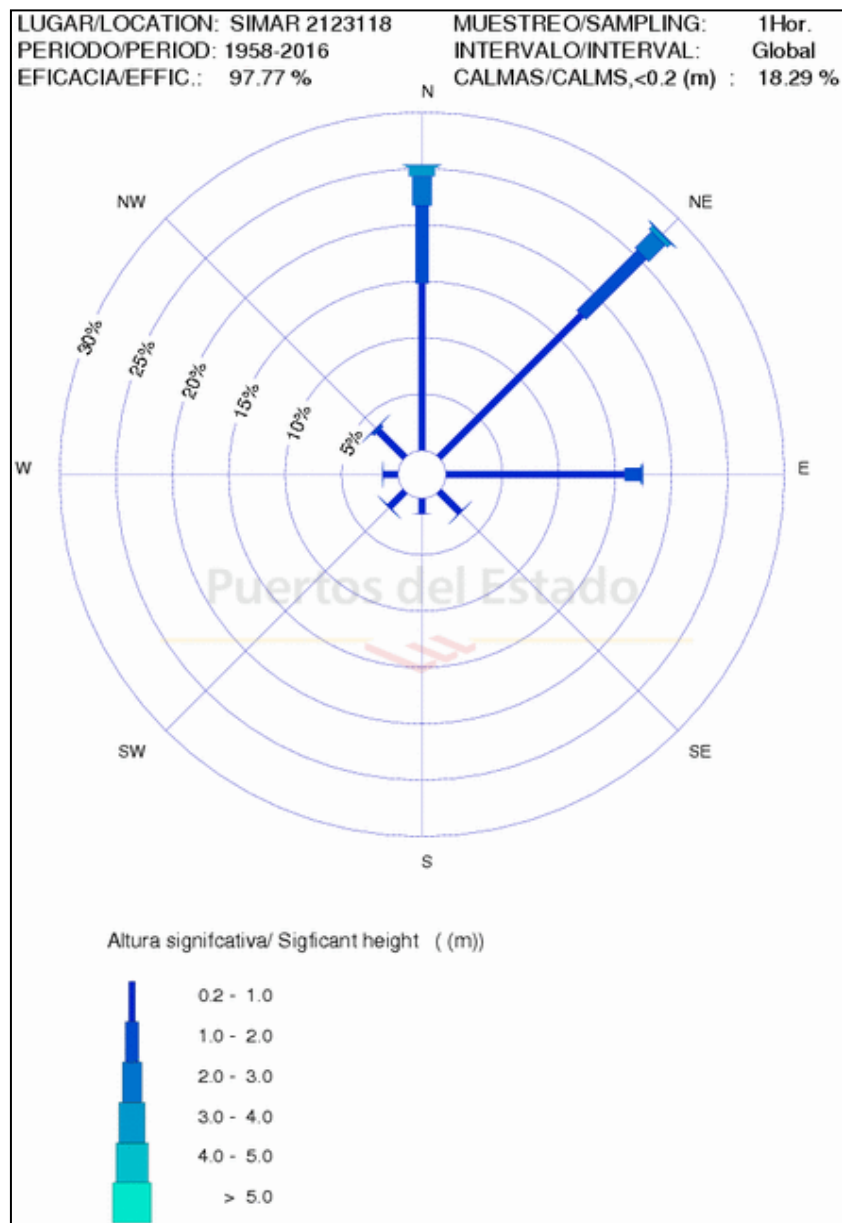


Imagen 12. Rosa de oleaje (altura y procedencia) según los datos recogidos durante el período 1958-2016 por el punto SIMAR 2123118. Fuente: Puertos del Estado.



La distribución de la mayor altura significativa registrada a lo largo del periodo histórico del modelo teórico de datos, muestra que la máxima mensual obtenida para el punto analizado fue en Diciembre con 7'7 m, seguido de Enero con 7'5 m y Marzo 7'4 m; todas ellas de dirección NNE. Aunque éstas son las mayores cotas, el mes de Noviembre debe destacarse por alcanzar los 6'9 m y ofrecer un periodo de oleaje relativamente reducido para rangos de alturas de ola similares.

Cabe mencionar de igual manera que los máximos registros menores, todos ellos en época estival, llegan casi a los 4 m. Estas medidas fueron consecuencia de vientos con origen Oeste, así que la orientación de la bocana en el puerto deportivo de Ca'n Picafort, justamente hacia esa dirección, la hace vulnerable. De todas maneras, recordamos que el punto de SIMAR de modelización, utilizado para el análisis de las variables climáticas marítimas, se ubica en una zona alejada de la línea de costa, con mayor profundidad y más expuesta al oleaje, por lo que se espera que el mismo punto en la localización de la bocana obtendría valores inferiores.

	Hs (m)	Tp (s)	Dirección
Enero	7,5	12,7	NNE
Febrero	6,3	12,4	NNE
Marzo	7,4	11,9	NNE
Abril	5,7	10,1	NNE
Mayo	4,2	9,2	NNO
Junio	3,8	9,9	NNE
Julio	3,9	9,9	O
Agosto	3,9	9,9	O
Septiembre	5,0	10,3	NNE
Octubre	6,6	12,3	NNE
Noviembre	6,9	10,5	NNE
Diciembre	7,7	12,7	NNE

Tabla 1. Alturas máximas mensuales durante el período 1958-2016 para el punto SIMAR 2123118.
Fuente: Puertos del Estado.

2.4. Transporte de sedimento

La morfología de la línea costera en el ámbito donde se encuentra el puerto de Ca'n Picafort, muestra prácticamente la misma situación si se comparan las fotografías aéreas en la imagen 13. Se entiende de esta manera que el puerto no ha generado cambios significativos en el transporte sólido litoral; más allá de los problemas de acumulación causados en la bocana por efecto del dique.



Imagen 13. Comparación entre ortofotografía del año 1956 (arriba) y del año 2014 (abajo) para el ámbito de Ca'n Picafort. Fuente: IDEIB e IGN.

El puerto está relativamente centrado en la Bahía de Alcúdia, hecho que provoca la formación de playa a la izquierda debido el efecto de relativo resguardo proporcionado por la península de Alcúdia, formando entre su extremo *Cap des Pinar* y el puerto la recta tangente que determina el límite del oleaje incidente N tanto con mar de fondo o de tipo *Swell* como de temporal tipo *Sea*. En cambio, este hecho no se reproduce a la derecha, ya que la forma costera es más rocosa y la intensidad del oleaje dificulta la formación de playa.

Mediante este análisis a partir de las acumulaciones de sedimento que configuran las distintas formas morfológicas de la costa, y de la dirección incidente del viento, cabe deducir que existen dos áreas de corrientes de deriva litoral divididas por el centro de la bahía y que tienen sentido S-N a la izquierda y O-E a la derecha siguiendo la línea costera. Ca'n Picafort se encontraría al límite de la primera área mencionada.

A pesar de ello, no existe una evidencia importante del transporte longitudinal más o menos paralelo a la costa al no haber grandes focos de aportación de

sedimentos como pueden ser las redes fluviales, sino una mayor relevancia del transporte transversal entre la playa emergida y sumergida causado por la frecuencia del oleaje incidente de componente N-NE. Así, la forma de la bahía hace que la entrada de arena en el puerto de Ca'n Picafort esté afectada indirectamente por la deriva litoral pero mayormente influenciada por el efecto del oleaje incidente más intenso. Por otro lado es un equilibrio común en sistemas más bien cerrados pero con áreas suficientemente grandes como es la Bahía de Alcúdia.

De hecho, cuando hablamos del efecto de resguardo en la arena que genera la península de Alcúdia sobre la playa de Muro, y por otro lado la acumulación de sedimento tras el dique del puerto de Ca'n Picafort, en el fondo estamos refiriéndonos al mismo fenómeno de propagación del oleaje.

El dibujo en planta de la propagación se sirve de la división en segmentos que estiman la altura de ola aproximada, en función del cálculo de variación de tal altura correspondiente al frente de onda resultante de su interacción con elementos físicos, como puede ser el fondo marino o un dique de abrigo en un puerto, y que se expresa en la realidad con el caso de Ca'n Picafort que se trata en el presente Plan. Una representación reconocida dentro del ámbito de los estudios litorales sobre el efecto de difracción del oleaje, que precisamente es el que se da en la bocana del puerto deportivo, es la realizada por *Iribarren* (1941).

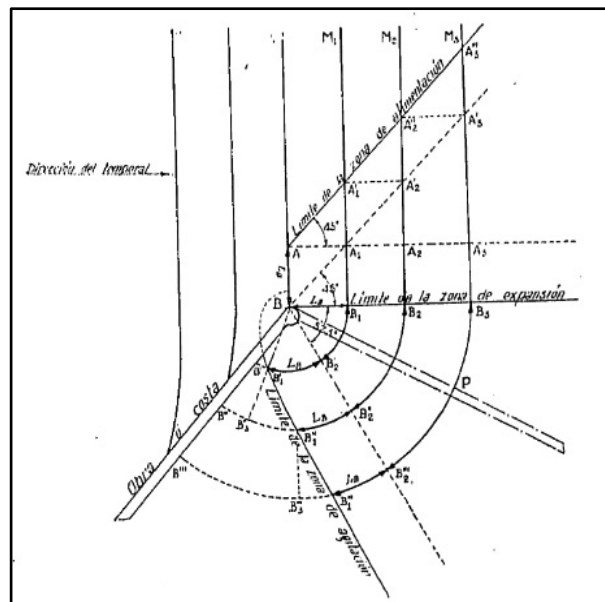


Imagen 14. Difracción o expansión lateral del oleaje. Fuente: Ramón Iribarren.

El gráfico de *Iribarren* utiliza el modelo de propagación descrito anteriormente, en el que se plasma el avance del oleaje mediante el dibujado sucesivo de arcos

sobre plano que se van desarrollando según la intersección entre la semilongitud de onda y la perpendicular trazada desde el límite de cada segmento, que representa una parte de la línea de onda.

El efecto teórico de difracción del oleaje que se está describiendo puede apreciarse en la imagen 15.



Imagen 15. Ortofotografía del año 2006 en el puerto de Ca'n Picafort. Fuente: IDEIB.

La fecha de realización de la fotografía aérea que se muestra en la anterior imagen coincidió con un episodio de oleaje en el que se constata perfectamente la zona de rotura además del efecto de difracción referido hasta ahora, causado por el dique de abrigo del puerto de Ca'n Picafort. La existencia de la infraestructura obliga al frente de onda a difractarse, por lo que se origina una área de sombra que provoca un transporte lateral del sedimento causado por la oblicuidad de la ola, y por otro lado un transporte más o menos perpendicular a la costa siguiendo el gradiente de altura de la ola.

El momento en el que máxima energía se transmite al fondo es cuando se produce la rotura de la ola, posibilitando el levantamiento del material sedimentario. La consecuencia del fenómeno de difracción hace que el sólido sea transportado en arrastre tras el dique. Éste es el principal motivo de la reducción del calado en la bocana por parte del sedimento con mayor granulometría, y que afecta de igual manera con material más fino i restos de posidonia en prácticamente todo el puerto de Ca'n Picafort. Para determinar la incidencia de los episodios de oleaje que



provocan el movimiento de arena hacia la bocana, primero debemos saber a qué altura de ola se produce rotura de la misma.

Existen diferentes criterios teóricos a la hora de determinar la altura de ola de rotura incidente. Uno de ellas, básico pero que nos ayudará en la aplicación de un segundo criterio, es el introducido por *McGowan* (1891) en el que determinó el momento de rotura de ola cuando esta alcanza una altura igual a una fracción del valor de la profundidad:

$$H_b = d_b \cdot 0'78$$

Siendo H_b la altura de ola en rotura y d_b la profundidad de rotura.

Introduciendo los datos de los que disponemos según medición directa, eso son 3'25 m de profundidad en el morro del dique de abrigo del puerto de Ca'n Picafort, se obtiene que la altura de ola en rotura en la situación señalada es igual a 2,5 m. Posteriormente otros autores han obtenido un valor constante de 0'83, por lo que la altura de ola en rotura pasaría a ser 2'7 m.

Otro criterio es el propuesto por *Goda* (1970) en el que se establece la altura de rotura de ola en función de cálculos y los resultados de una serie de pruebas estadísticas realizadas al pie de estructuras de defensa marinas.

Entonces, con los datos aplicados anteriormente para el dique de Ca'n Picafort obtendríamos:

$$d_b / (g \cdot T^2) = 3'25 / (9'8 \cdot 8^2) = 0'00518$$

Siendo g la constante de gravedad y T el periodo del oleaje. Éste último se ha tomado como valor 8 segundos debido a que es el más común en el rango de altura media de oleaje, aportado por el punto SIMAR utilizado para el análisis en el presente Plan, y obtenido según el primer criterio utilizado por *McGowan*, que sería el comprendido entre 2'5 y 2,7 m.

El *Shore Protection Manual* (SPM) para infraestructuras de defensa marinas propone su modelo para aproximar la altura de rotura con un valor de pendiente que aplicaremos $m \approx 0'02$, que es la aproximada entre el morro del dique hasta la isobata de los 20 m ante la costa de Ca'n Picafort. Así se obtiene el valor:

$$H_b / d_b = 0'90$$

De modo que la altura de rotura del oleaje H_b será cercana a 2,9 m.

Si a partir de la altura de rotura obtenida observamos la tabla 2, en la frecuencia anual del oleaje con altura significativa mayor que 3 m, podemos observar que en los últimos 10 años de datos modelados para el punto SIMAR que utilizamos en el presente informe, el promedio del total de oleaje que provino del N o NE y además superó los 3 m fue del 3'2%. Cabe destacar que tres de los porcentajes más altos



se han dado en los últimos 4 años, resaltando por encima de todos el régimen de oleaje dado durante el año 2012.

	> 3 m	> 4 m
2015	4,5	2,2
2014	2,1	0,8
2013	4,9	1,8
2012	5,9	2,1
2011	2,2	0,2
2010	2,7	0,7
2009	2,1	0,5
2008	2,3	0,6
2007	3,3	0,2
2006	1,5	0,4
Promedio	3,2	0,9

Tabla 2. Porcentaje anual del oleaje total registrado para el punto SIMAR 2123118 según la altura significativa del oleaje para las direcciones N y NE. Fuente: Puertos del Estado.

En la anterior tabla son significativos los datos expuestos para el punto SIMAR correspondientes a los años 2012 y 2015, con 2'1% y 2'2% respectivamente, de porcentaje de olas con origen en los mencionados sectores N y NE y con altura superior a los 4 m, mientras que la media de los últimos 10 años ha sido sólo del 0'9%, muy por debajo de las cifras señaladas. De hecho, si se eliminan estos valores el promedio desciende a 0'6%.

La distancia del punto SIMAR de referencia hasta la zona de dragado y profundidad de rotura frente al dique obliga a prestar atención al oleaje que efectivamente llega con posibilidad de mover el sedimento desde N y NE. Por esta razón se ha servido para este estudio el punto adicional SIMAR 2123117, más cercano a la costa, para estimar el rango del oleaje aportado por el punto SIMAR 2123118, más alejado y en una posición relativamente centrada. La localización de este último punto evita el efecto de resguardo para el oleaje N y NE debido a que el *Cap des Pinar* y el *Cap Ferrutx*, que cierran la Bahía de Alcúdia separados por unos 16'5 km, no actúan proyectando el límite del oleaje incidente, casuística que sí se reproduce en diferente grado para los puntos dentro de la Bahía. Precisamente por la localización del punto SIMAR cercano a la costa, bajo la influencia del Cap Ferrutx, el oleaje con origen NE difícilmente supera por falta de recorrido los 3 m necesarios para la rotura de la ola, por lo que se considerará sólo el oleaje que viene desde el N para calcular qué altura de oleaje en el punto alejado tiene mayor posibilidad de alcanzar altura de rotura en el puerto de Ca'n Picafort. Esta representación del oleaje en cada punto SIMAR se muestra en la imagen siguiente. El año escogido ha sido el 2011 puesto que, según la tabla

anterior, fue un año con muy pocas alturas significativas dentro del rango que se pretende evaluar y por ello se puede ajustar mejor la estimación del oleaje por la parte superior de los valores, entre 4 y 4'5 m.

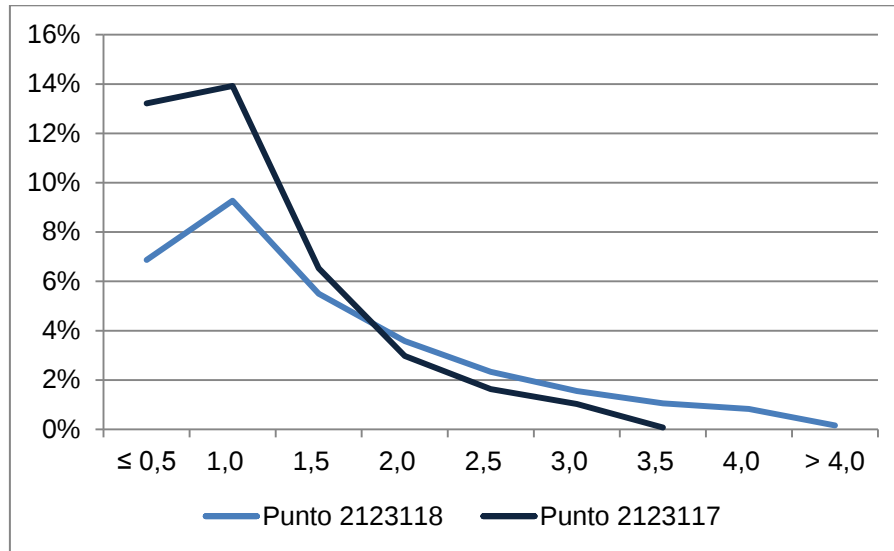


Imagen 16. Gráfico con el porcentaje en 2011 de oleaje con origen N según altura media de ola sobre los puntos SIMAR 2123118, en medio de la Bahía de Alcúdia, y SIMAR 2123117 más cercano a la costa. Fuente: Puertos del Estado.

Podemos observar que el comportamiento de las dos curvas es similar en los extremos, correspondientes a las mayores y menores alturas en cada punto SIMAR. Desplazando la curva del punto 2123117 hacia la derecha se consigue una cierta coincidencia con la curva de alturas en el punto más alejado y centrado en la Bahía de Alcúdia. Se deduce entonces a partir del gráfico que el oleaje que supera los 4 m de altura en el punto SIMAR 2123118 es el que mayor probabilidad tiene de alcanzar la profundidad de rotura con la altura de colapso necesaria. Hasta 4 m posiblemente alcance el dique a menor altura cerca del límite de ola requerida para tal rotura, que según los cálculos se encuentra entre 2'5 y 2'9 m. Es, por tanto, una manera para interpretar la frecuencia de agitación soportada por los sedimentos del fondo ante la bocana, provocando su movilización siguiendo la propagación observada tras la difracción generada por el dique de abrigo del puerto de Ca'n Picafort.

Acotada la zona de rotura, ya conocemos la parte en la que se produce el transporte de sedimentos. Es de utilidad calcular ahora el volumen potencial de material sólido, la tasa de transporte, que puede ser movilizad atendiéndonos a las condiciones establecidas de altura de rotura, período de ola, pendiente del fondo y el diámetro del grano de arena presente en la playa. Ante la ausencia de información sobre los cambios estacionales del perfil de la playa, el modelo teórico



que nos permite utilizar todas estas variables para valorar la tasa de sedimento transportado anualmente es el desarrollado por *Kamphuis* (1991):

$$Q_s = K \cdot H_b^2 \cdot T^{1.5} \cdot m^{0.75} \cdot D_{50}^{-0.25} \cdot \sin^{0.6}(2\alpha_b)$$

Donde D_{50} es el diámetro medio del material en la playa, α_b el ángulo del oleaje y K la constante empleada para arenas más bien finas con porosidad 0'32, que se entiende aplicable al entorno de Ca'n Picafort y Playa de Muro. Entonces, si sustituimos en la fórmula con los datos utilizados hasta ahora, junto a un ángulo del oleaje aproximado de 45° respecto a la costa, se obtiene una tasa Q_s equivalente a $805 \text{ m}^3/\text{año}$. De todas maneras se aconseja que, al ser un modelo derivado de pruebas en entornos artificiales, se mejore la predicción utilizando una pendiente media entre la línea de la orilla y el punto de rotura. Cumpliendo con esta recomendación, una pendiente de 0'01 proporcionaría una Q_s de $478 \text{ m}^3/\text{año}$.

A partir de la fórmula anterior podemos determinar que el mayor volumen anual de sedimento potencial en la zona de rotura, delante el morro del dique de abrigo del puerto de Ca'n Picafort, es de alrededor 805 m^3 aplicando las condiciones reales, y de unos 478 m^3 si ajustamos las limitaciones físicas del modelo. A grandes rasgos, el rango de seguridad aproximado se encontraría dentro de $480 - 800 \text{ m}^3$ de capacidad de arena al año. Nos ajustaremos más a las condiciones de formulación de *Kamphuis* cuanto más nos acerquemos al límite inferior, por lo que el volumen teórico final podría encontrarse en unos $500 \text{ m}^3/\text{año}$. Suponiendo una distribución homogénea sólo en el área de dragado delimitada en bocana (en el siguiente apartado) del volumen potencial transportado por el oleaje, sin considerar material que entra dentro del puerto, supondría una pérdida de calado de hasta 19 cm anuales.

Evidentemente, las condiciones climáticas marítimas son cambiantes en el tiempo y la intensidad del oleaje incidente variará de un año a otro. Aun así, cabe apuntar que esta previsión teórica indirecta de transporte de sedimentos en la zona de rompientes se considera válida para entornos con playas relativamente planas donde no existan grandes corrientes de marea. Después de la caracterización de la franja litoral de Ca'n Picafort se considera que tales condiciones son reproducibles en la zona de actuación y el modelo teórico ayuda a ajustar el volumen potencial de arena transportada.

3. METODOLOGÍA

3.1. Cálculo de volumen dragado

El área de estudio con objeto de la operación de dragado de mantenimiento vendrá determinada por los trabajos de reconocimiento del calado, hasta el terreno compacto del fondo superando la capa de sedimentos, aportados por el puerto deportivo de Ca'n Picafort realizados durante 2012. El límite de esta zona se definirá a partir de los puntos más exteriores de la toma de profundidades, actuando como vértices de la figura resultante, mostrada en la siguiente imagen.

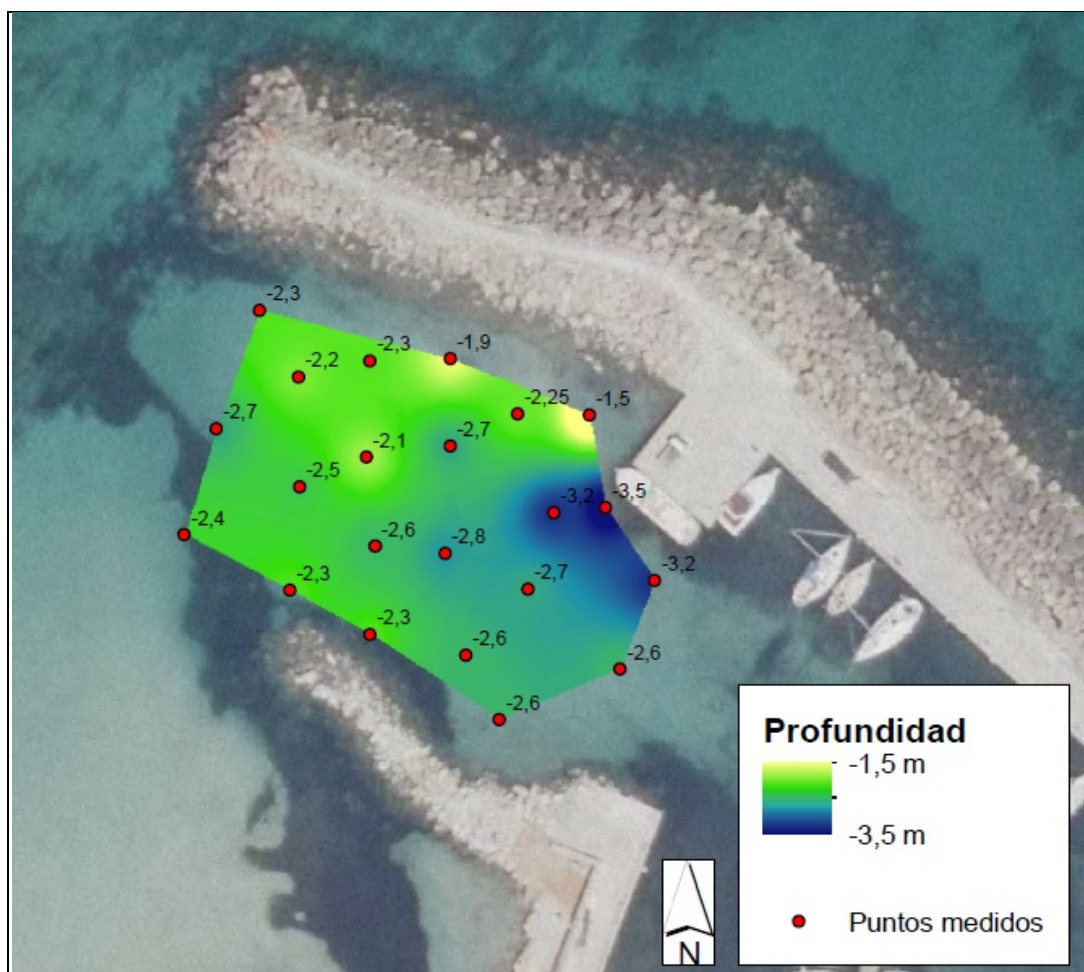


Imagen 17. Mapa batimétrico del fondo compacto en la bocana del puerto de Ca'n Picafort.
Fuente: elaboración propia a partir de datos proporcionados por el Club Náutico Ca'n Picafort.

La delimitación de esta área persigue dos finalidades: la primera proporcionar una capa del fondo representativa del área total de la bocana, sin considerar la acumulación de sedimento y de la que se conozcan los parámetros, evitando de

esta forma añadir estimaciones con el consecuente aumento de aleatoriedad. La segunda es establecer un plano base para calcular, utilizando la toma de calados llevada a cabo en enero de 2022, el volumen necesario mediante el programa ArcGis 10.8 a partir de la diferencia entre la batimetría actual y la distancia hasta el calado 2'6 preferible o en su defecto hasta el terreno compacto bajo la arena en toda el área definida para tal estudio.

A continuación, la representación en la imagen siguiente del calado actual dentro del área de dragado a estudio, limitada por la profundidad hasta el fondo compacto:

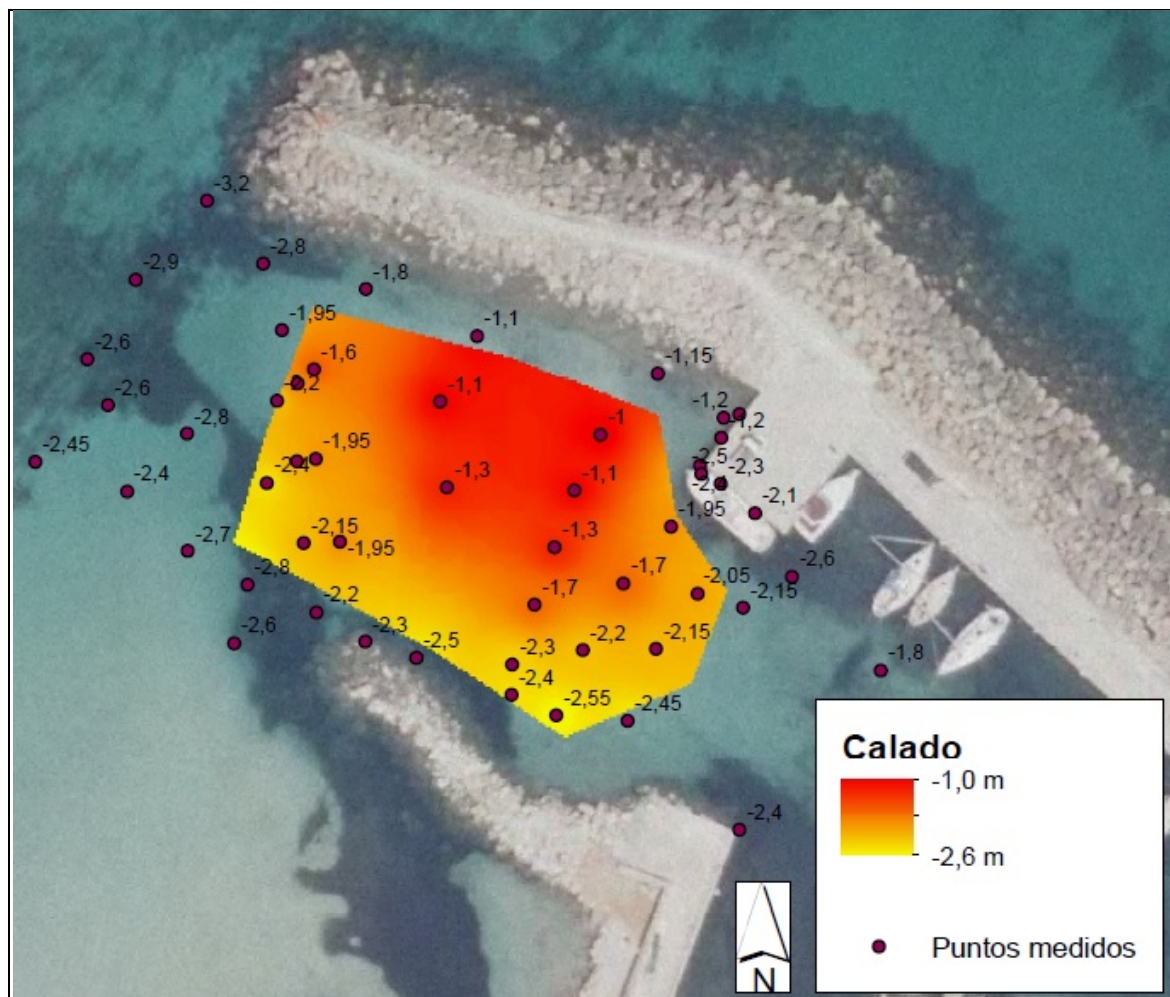


Imagen 18. Mapa batimétrico del fondo en la bocana del puerto de Ca'n Picafort. Fuente: elaboración propia.

Como ya se pudo apreciar en el anterior apartado 2.1 referente a la batimetría del área de estudio, la baja cota de profundidad es generalizada en toda la bocana, acentuándose la acumulación de sedimento en la parte izquierda en sentido de



entrada a la dársena principal. Una de las consecuencias, comunicada por operarios del puerto deportivo, de la formación de este canal de entrada escorado a la derecha de la parte central de la bocana es que se ha destinado al tránsito de las embarcaciones más grandes como veleros de mayor eslora y barco turístico. Razonablemente, éste hecho es aprovechado por el resto de usuarios para evitar colisiones con el fondo, estando además señalizado mediante boyas con esta finalidad.

Por otro lado, en la imagen observamos que los puntos de calado obtenidos en la parte exterior de la bocana, a la izquierda fuera de la zona de estudio de dragado, ya presentan un calado superior a 2'6 m, por lo que a priori no sería necesaria ninguna actuación de extracción de sedimento. En cambio, a la derecha de la zona de estudio de la imagen 18 sí que se tienen profundidades inferiores a los 2'6 m, aunque ya estarían dentro de la dársena.

Se determina entonces un área de dragado para estudio del presente Plan con 2.621,70 m² de superficie.

El cálculo del volumen de material dragado para el área representada se llevará a cabo, como ya se ha comentado, mediante la diferencia entre el calado actual y la profundidad de 2'6 m para permitir condiciones seguras de funcionalidad en la bocana o hasta encontrar material compacto. Ésta última condición se debe a que una de las premisas que quieren cumplirse es la de extracción solamente de material sedimentario aportado exclusivamente por la acción del oleaje incidente. Así, se evita tanto el perjuicio en la mayor medida posible del sustrato rocoso bajo el sedimento como obtener otro tipo de elementos que no sean principalmente arena, situación que dificultaría la acción de dragado y la posterior gestión del material sustraído.

El volumen finalmente calculado que sería necesario dragar dentro del área que ha sido delimitada según los criterios anteriormente señalados, es de 1.219,55 m³ de sedimento.

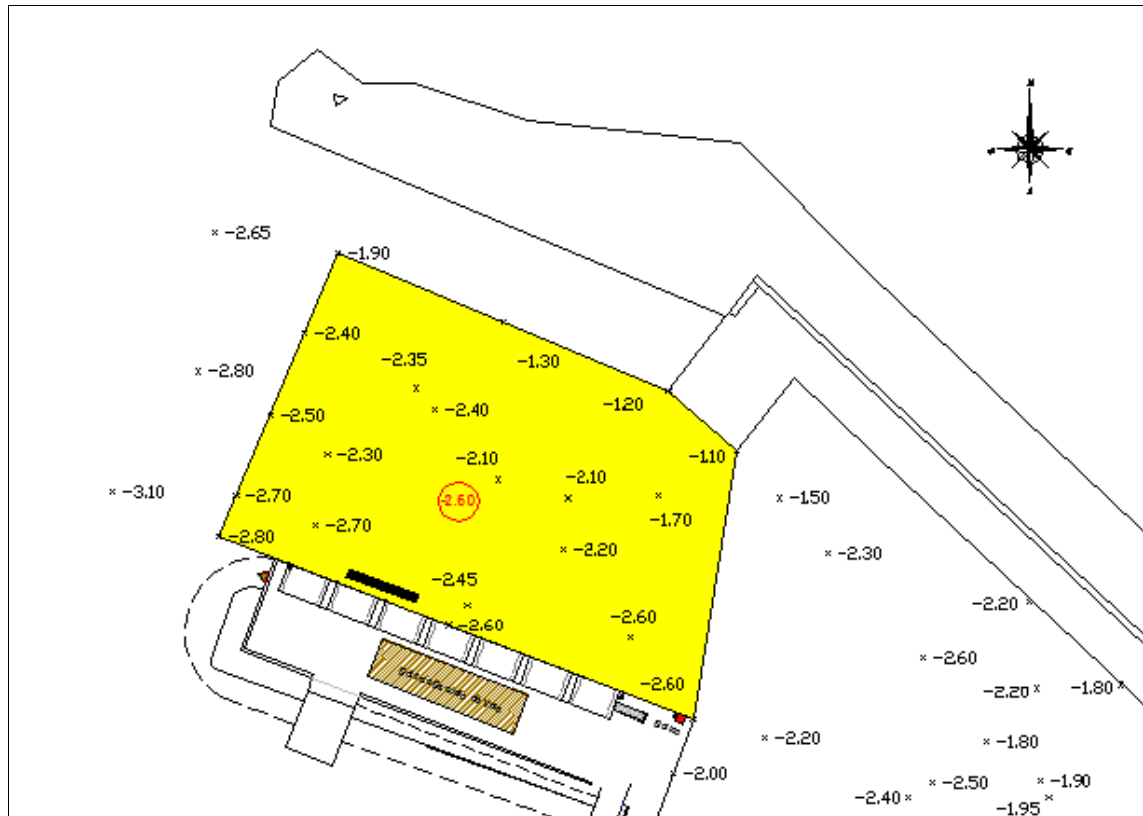


Imagen 19. Área de dragado y cota batimétrica objetivo. Fuente: elaboración propia.

3.2. Trabajos de campo

La toma de muestras se realizó el día 19 de diciembre de 2021, mediante la utilización de botes esterilizados y conservados en frigorífico hasta su transporte a las instalaciones del laboratorio de CIDESAL el día 20 de diciembre, que las remitió al laboratorio de Tecnoambiente el día 21 de diciembre del mismo año.

El documento del CIEM 2017 establece en el Capítulo III artículo 9.3 que los dragados clasificados como actuaciones de mantenimiento, como es el caso del dragado propuesto para la bocana en el puerto de Ca'n Picafort, *"que se realicen sobre materiales depositados en los cuatro años anteriores, resultará suficiente la adquisición de muestras superficiales con independencia del espesor de la capa de material a dragar"*. Pone como condiciones dos situaciones: no ganar calado con la situación preexistente y mantener unas características ambientales fuera de alteraciones significativas. La problemática de la acumulación de sedimento y reducción del calado debido al oleaje incidente de mayor intensidad es condicionante principal de la actuación de dragado. A su vez, las condiciones preexistentes se remiten al alcance de una profundidad en el canal de entrada de la bocana que permitan condiciones deseadas de seguridad para las embarcaciones. La aportación del material sólido proviene de la misma arena que

forma la playa y se encuentra frente a la costa, de modo que junto a las circunstancias planteadas se considera que la toma de muestras superficiales definen bien ambientalmente al material, más bien homogéneo, presente en la bocana que va a ser dragada.

Siguiendo las directrices del documento del CIEM 2017, el artículo 11 determina el número de estaciones de muestreo necesarias. Tal número será calculado en función del tipo de zona portuaria en la que se ubique el proyecto de dragado. En el caso que estamos estudiando, se ha tomado como referencia la Tipología M, que se corresponde con la zona que bordea los muelles.

De acuerdo con dicho artículo, en estas zonas se ubicará al menos una estación de muestreo cada 100 metros lineales. Cada estación será representativa de un área de 50 m de ancho desde el borde del muelle y una superficie máxima de 5.000 m².

A continuación, en la imagen 20 se observa la ubicación sobre mapa de las estaciones de muestreo. Como puede apreciarse las muestras se han tomado dentro del área de influencia del proyecto de dragado en la bocana.

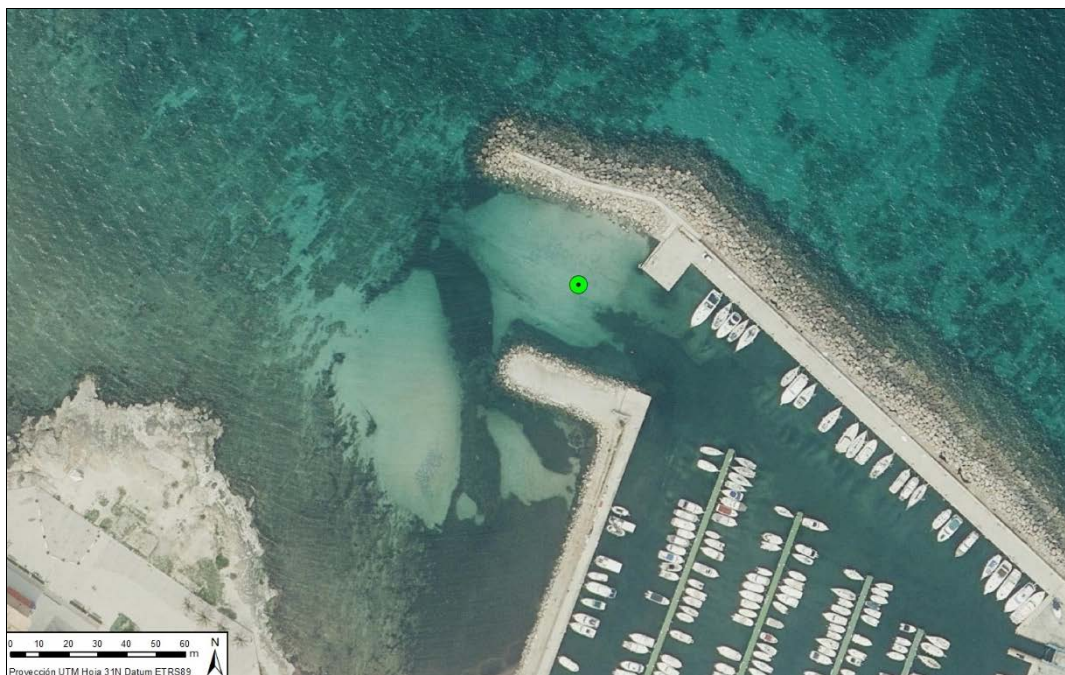


Imagen 20. Ubicación de la estación de muestreo. Fuente: elaboración propia.

La distribución de las muestras ha querido abarcar el área de dragado delimitada de forma que se pueda aplicar un criterio uniforme. Al no considerar gradientes de contaminación, debido al origen del material sólido arenoso que llega desde la playa y reduce el calado de la bocana, se ha podido aplicar este razonamiento sin



la necesidad de aumentar la concentración de las estaciones de muestra en función de algún foco concreto.

3.3. Procedimiento según CIEM

Las directrices del CIEM 2017 para la caracterización del material dragado tienen en su Capítulo IV las determinaciones aplicables a las muestras de la bocana del puerto deportivo de Ca'n Picafort:

- Caracterización Preliminar (artículo 15). Es un trámite obligatorio para la totalidad de muestras. Los parámetros de análisis obligatorio son la granulométrica, la concentración de sólidos, el carbono orgánico total (COT) y el test previo de toxicidad (TPT).

Las muestras pueden ser declaradas exentas de la caracterización química y biológica y ser clasificadas directamente como material de dragado de categoría A únicamente cuando cumplan tres condiciones: contener un COT menor al 2%, contenido de finos inferior al 10% y un resultado en TPT con CE50 superior a 2.000 mg/l.

- Caracterización química (artículo 17). Cuando en la caracterización preliminar no se obtienen las condiciones anteriormente comentadas, debe realizarse éste tipo de análisis. Los contaminantes que deben ser determinados son arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc.

Si no existe información previa en los 5 años anteriores a la toma de muestras que indique la no presencia de PCBs, HAPs, hidrocarburos y TBTs o sus subproductos, o estén presentes fuentes de contaminación conocidas que los generen y las muestras tengan más de 10% de finos y un COT mayor a 1'5; debe realizarse el análisis para estos compuestos.

- Caracterización biológica (artículo 19). Este clase de análisis es necesario cuando la clasificación de las muestras no pertenezca a los grupos A o B y que superen la concentración límite para el nivel de acción B (tabla 3) en al menos un contaminante, sin llegar a superar el nivel de acción C.

En el artículo 20 "Plazos de validez de los análisis" del CIEM 2017 establece en su punto primero que *"con carácter general, los resultados analíticos, y de los bioensayos en su caso, necesarios para la caracterización de los materiales a dragar y su posterior clasificación tendrán un plazo de validez de 4 años."* Con ello, queda un siguiente punto del mencionado artículo que sería de aplicación al caso del dragado de la bocana en el puerto de Ca'n Picafort, clasificado como un tipo de actuación destinada al mantenimiento del calado. Dicho punto, el tercero del mismo artículo 20, se expresa lo siguiente: *"En el caso de dragados de*



mantenimiento que consistan en actuaciones con plazo de duración inferior a un año y sean susceptibles de repetirse periódicamente en años sucesivos en idénticas condiciones, se podrá extender la validez de los análisis hasta un número de años no superior a 4."

3.4. Clasificación de los sedimentos

Pertenecerán a la *categoría A* los materiales cuya caracterización cumpla que están exentos de caracterización química y biológica, siguiendo los criterios del apartado anterior; o que la concentración media o individual de cada uno de los contaminantes en las muestras no exentas de análisis químico y biológico sea inferior o igual al nivel de acción A.

	Nivel de Acción A	Nivel de Acción B	Nivel de Acción C
Hg (mg/kg)	0,35	0,71	2,84
Cd (mg/kg)	1,20	2,40	9,60
Pb (mg/kg)	80,0	218	600
Cu (mg/kg)	70,0	168	675
Zn (mg/kg)	205	410	1.640
Cr (mg/kg)	140	340	1.000
Ni (mg/kg)	30,0	63,0	234
As (mg/kg)	35,0	70,0	280
Σ 7 PCBs (mg/kg)	0,05	0,18	0,54
Σ 9 HAPs (mg/kg)	1,88	3,76	18,80
TBT (mg Sn/kg)	0,05	0,20	1,00

Tabla 3. Niveles de acción según la concentración de los contaminantes.
Fuente: CIEM 2017.

La *categoría B* será la definida para materiales de dragado que no han reunido los requisitos para ser tipificados como categoría A, y las muestras cumplen con una concentración media o individual para los contaminantes igual o inferior al nivel de acción B; además de justificarse que la toxicidad para biota marina es negativa mediante caracterización biológica, cuando la concentración individual o media de algún contaminante sea superior al nivel de acción B.

Por último, los materiales que no han reunido los criterios para ser clasificados como categoría A o B serán tipificados como *categoría C*, siempre que la concentración media o individual de al menos un contaminante supera el nivel de acción B pero es inferior o igual al nivel de acción C y no se haya realizado caracterización biológica o que ésta señale toxicidad positiva; o por otra parte que la concentración individual o media de un contaminante supere el nivel de acción



C y pueda ser considerado sedimento no peligroso según establece el artículo 23 del documento del CIEM 2017.

Siguiendo las recomendaciones del documento proporcionado por el CIEM, el laboratorio de Tecnoambiente ha llevado a cabo el análisis preliminar para la muestra tomada en la bocana. A partir de los resultados obtenidos (anejo 4) se ha determinado la caracterización que se expone en los siguientes apartados del presente Plan.

4. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DRAGADOS

4.1. Características granulométricas del sedimento extraído

Los resultados analíticos muestran un sedimento de tipo Arena Media, con un diámetro medio de partícula (D50) de 0,29 mm. El porcentaje de arenas es superior al 99%.

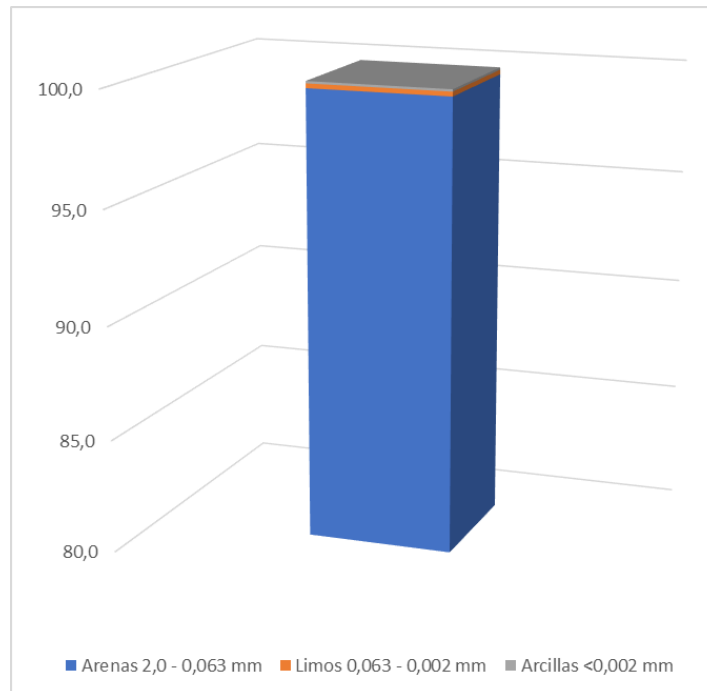


Imagen 21. Perfil granulométrico de la muestra. Fuente: elaboración propia

El contenido en materiales finos, que engloban a la parte de limos más la de arcillas, es inferior al 0,5%.

4.2. Test Previo de Toxicidad (TPT)

Con la finalidad de conocer la peligrosidad de las posibles sustancias peligrosas presentes en el sedimento, se ha aplicado la técnica analítica de ensayo de inhibición de bioluminiscencia en un conjunto de bacterias. Si existe algún contaminante o conjunto de componentes tóxicos que rebase los valores establecidos la población controlada de bacterias, la intensidad de luz que éstas generan causa de la reducción del metabolismo y disminuye. Los resultados de la muestra dan una concentración de más de 8.000 mg/l para causar efectos



negativos al 50% de la población de ensayo, cuando el valor por el que una muestra queda exenta de análisis químico es mayor que 2.000 mg/l.

4.3. Carbono Orgánico Total (COT)

La materia orgánica, por su parte, está asociada normalmente a la mayor proporción de materiales finos en el sedimento, debido a que las características granulométricas más pequeñas facilitan procesos de adsorción por parte de las partículas que lo forman. Los metales pesados tienden a unirse con la materia orgánica, por lo que un mayor COT puede inducir a la presencia de estos componentes químicos, y facilitar concentraciones no deseadas.

El valor obtenido en las analíticas de la muestra señala un contenido de COT inferior a 1,50 %, que va en consonancia con la ausencia de partículas finas, como se ha visto en el análisis granulométrico. El umbral máximo para considerar la muestra exenta de caracterización química es del 2%, por lo que este material cumple con las condiciones de exención determinadas por las directrices CIEM 2017.

4.4. Evaluación de los resultados

La caracterización preliminar de los materiales que van a ser dragados, a partir de la toma de muestras del fondo marino en la bocana del puerto de Ca'n Picafort, ha consistido en el análisis de los diferentes parámetros contemplados en las Directrices del documento del CIEM 2017: granulometría, COT y análisis de toxicidad inicial, en este caso utilizando la técnica de ensayo por pérdida de bioluminiscencia.

El COT tiene un valor inferior a 1,50% en la muestra. El umbral se sitúa en 2,00%, por lo que el COT no es un factor relevante en el material actual que se está evaluando, al encontrarse por debajo del umbral.

El contenido en material fino es inferior a 0,50 %, muy por debajo del 10% límite que se plantea para proseguir con un análisis más completo. La proporción de arenas superior al 99 % en la muestra aprecia una composición homogénea del material sólido en el área de la bocana que pretende ser dragado, como también la constatación de que la práctica totalidad del aporte sedimentario procede del reservorio de arena ante Ca'n Picafort y que contribuye a la morfología de la playa colindante.

En otro término, el test previo de toxicidad en CE50 es mayor que 8.000 mg/l en la muestra realizada. En ese sentido no es un parámetro que plantee unos niveles nada relevantes que comprometan la calidad del sedimento. De hecho, nuestro valor de referencia es 2.000 mg/l como la concentración a partir de la que en



menor cantidad puede considerarse problemática, por lo que se puede decir que la arena muestra una toxicidad baja para microorganismos.

Tras el análisis de los resultados en laboratorio, se establece entonces que los valores en los parámetros de control entran dentro del concepto de sedimento no peligroso manifestado en el artículo 23 de las directrices del CIEM 2017, sin superar los umbrales de alarma. **El resultado es la clasificación de los materiales de dragado como Categoría A.**

Concretamente, en el mismo documento del CIEM, es de aplicación el artículo 24 “Categorías de los sedimentos no peligrosos” su punto cuarto, en el que se establece la pertenencia de los sedimentos analizados para dragado en la bocana del puerto de Ca'n Picafort como clasificados de **categoría A**, cumpliéndose el primer supuesto del mencionado artículo:

- i. *Muestras exentas de caracterización química y biológica conforme al artículo 16. (consultar punto 3.3. del presente Plan)*



5. GESTIÓN Y DESTINO DE LOS MATERIALES DE DRAGADO

La **tipificación A** de los sedimentos que van a ser dragados indica que, siendo pertenecientes a esta categoría de material, pueden ser vertidos al medio marino excepto en las zonas definidas como de exclusión, explicadas más adelante. Los resultados presentan cierta lógica con la situación descrita hasta ahora, debido a que la arena que se acumula periódicamente en la bocana proviene, tal y como ya se ha detallado en el apartado de dinámica litoral, tanto de los fondos arenosos situados al Norte del puerto deportivo de Ca'n Picafort como de la playa colindante, que alimenta o interactúa con la bocana al actuar el puerto como una barrera al transporte longitudinal.

El artículo 32 de las Directrices del CIEM 2017 define como zona de exclusión *"aquella parte del dominio público marítimo terrestre cuyo fondo esté constituido por praderas de fanerógamas marinas, bosques de laminarias, comunidades de maërl o formaciones de coralígeno, zonas de baño, zonas de cultivos marinos, bancos marisqueros y las ocupadas por cualquier infraestructura submarina. En estas zonas no podrá ser autorizado el vertido de materiales, limitándose su colocación en estas zonas únicamente a un uso productivo"*. Es en este tipo de áreas en el que no existe permisividad para vertido de material clasificado como de tipo A.

En cambio, en el mismo artículo 32 se engloba dentro del medio marino dos clases de áreas de vertido, clasificadas como restringidas y no restringidas, siendo las primeras las que tengan una profundidad igual o inferior a 25 m, zonas marinas o marítimo-terrestres protegidas hasta una distancia igual a 2 millas náuticas desde el límite, o entorno de las zonas de exclusión nombradas anteriormente hasta 2 millas náuticas desde el límite. El segundo tipo de zona, la no restringida, sería el resto del medio marino. El material dragado categorizado como A puede ser vertido en los dos tipos de zona, restringida y no restringida.

Por otro lado, en su artículo 43 "Autorización de reubicación para dragados de mantenimiento", las Directrices del CIEM 2017 apuntan que *"para el caso exclusivo de dragados repetitivos de una misma zona que tengan por objeto únicamente la restitución de calados (dragados de mantenimiento), la autorización de colocación o vertido podrá tener un carácter plurianual, siempre y cuando se respeten los procedimientos de caracterización previstos en el Capítulo IV de las presentes Directrices y se cumplan los requisitos indicados al respecto en el artículo 20 sobre plazos de validez de análisis."* (Ambos comentados en el punto 3.3 del presente Plan). Por las características descritas hasta ahora para el dragado de la bocana en el puerto de Ca'n Picafort, podría solicitarse tal autorización ampliada para poder aplicar el Plan de Mantenimiento del Calado en un plazo superior a la anualidad.

En virtud, entonces, de la clasificación de la arena en bocana como tipo A, de las posibilidades de autorización plurianual del Plan y de las opciones de vertido después de dragado acordes con lo dispuesto en el documento del CIEM 2017, se contemplan en el presente Plan los siguientes destinos alternativos de gestión:

5.1. Depósito entre escollera y espaldón del dique

Existe un espacio entre la roca de escollera del dique de abrigo del puerto de Ca'n Picafort y el espaldón de hormigón. Tal espacio consiste en un hueco que desempeña funciones de cuenco amortiguador del oleaje provocando que, al sobrepasar éste la escollera, se encuentre la depresión mencionada y por tanto por ocupación mediante gravedad del espacio vertical descrito se dificulte el avance de la ola, como medida de seguridad para que no supere también el espaldón de hormigón y alcance la zona de muelles. Puede apreciarse en la siguiente imagen:



Imagen 22. Ubicación del material dragado para su pretratamiento. Fuente: elaboración propia.

El espacio del puerto de Ca'n Picafort mencionado tiene una dimensión media aproximada de 2 m de ancho, en función de la distancia de las piedras de escollera con el espaldón del dique. La longitud de este espacio se acerca a la del espaldón de hormigón en el dique de abrigo.

La opción planteada en este punto es la de depósito de la arena dragada en la depresión entre la escollera y el espaldón presentada hasta ahora. El espacio realizará a su vez dos funciones: la primera como zona de decantación y secado



en la que la arena podrá reducir la proporción de la fracción líquida, del agua de mar que pueda acompañar al material arenoso durante el dragado, facilitando otras opciones de utilización para usos productivos. La segunda función es la de desarrollar un método de contención temporal de la arena a medida que ésta vaya percolando a través de los bloques de escollera e incorporándose de nuevo, de forma paulatina, a lo largo del dique donde se halle el sedimento.

De este modo no se trataría propiamente de un vertido, sino del resguardo del material dragado en un espacio habilitado que posibilita tanto su pretratamiento de decantación y secado para destinar la arena a otros usos productivos. También representaría una solución no intensiva de retorno al medio marino por parte de un sedimento arenoso que ha sido extraído precisamente del reservorio de arena frente al puerto de Ca'n Picafort; por lo que se obviarían posibles efectos contrarios, como introducción con alta concentración de componentes alóctonos o plumas de turbidez por diferente granulometría, en el ecosistema marino al no incorporar un material que no se encuentre actualmente de la composición del fondo.

Se hace constar durante las obras de dragado de mantenimiento ejecutadas en el primer semestre de 2020 éste ha sido el destino de los materiales y que no se han producido efectos contrarios medioambientales.

5.2. Reposición de la arena dragada a la playa próxima.

Dado que los sedimentos dragados en la bocana del puerto deportivo de Ca'n Picafort provienen precisamente de los bancos de arena próximos, se contempla como posibilidad de uso productivo el uso del material dragado para su retorno o reposición al lugar original. Tales usos están previstos tanto en el documento del CIEM 2017 como en el Reglamento de la Ley de Costas.

Concretamente, en el artículo 26 "Estudio de los usos productivos" del mismo documento del CIEM 2017 emplaza a que todo *"aquel material dragado que reúna las características granulométricas y de calidad ambiental adecuadas de acuerdo con su normativa específica, se considerará su aporte a playas como el uso productivo preferente. En estos casos, el promotor del dragado pondrá a disposición de la autoridad competente en materia de costas, previo acuerdo con la misma, el material que ésta estime conveniente."*

En el caso que nos ocupa, la dinámica litoral genera un transporte litoral de sedimentos, en este caso arenas limpias, con dirección NO-SE que se traduce en una pérdida de arena en las playas colindantes y su acumulación o depósito en la bocana del puerto deportivo y proximidades. Este fenómeno se acentúa especialmente en el tramo de playa más próximo al puerto (hitos de dominio público marítimo-terrestre 29 a 35) donde la erosión ha hecho prácticamente desaparecer la playa descalzando el muro de contención del paseo y las rampas

de acceso (foto 1). Esta arena se deposita en la margen interior del contradique del puerto de Can Picafort formando una playa (foto 2) así como en el todo el espacio entre el dique exterior y el contradique (es decir, la bocana) generando una pérdida importante de calados que obliga a un dragado de mantenimiento periódico con el objetivo de garantizar la operatividad del puerto.

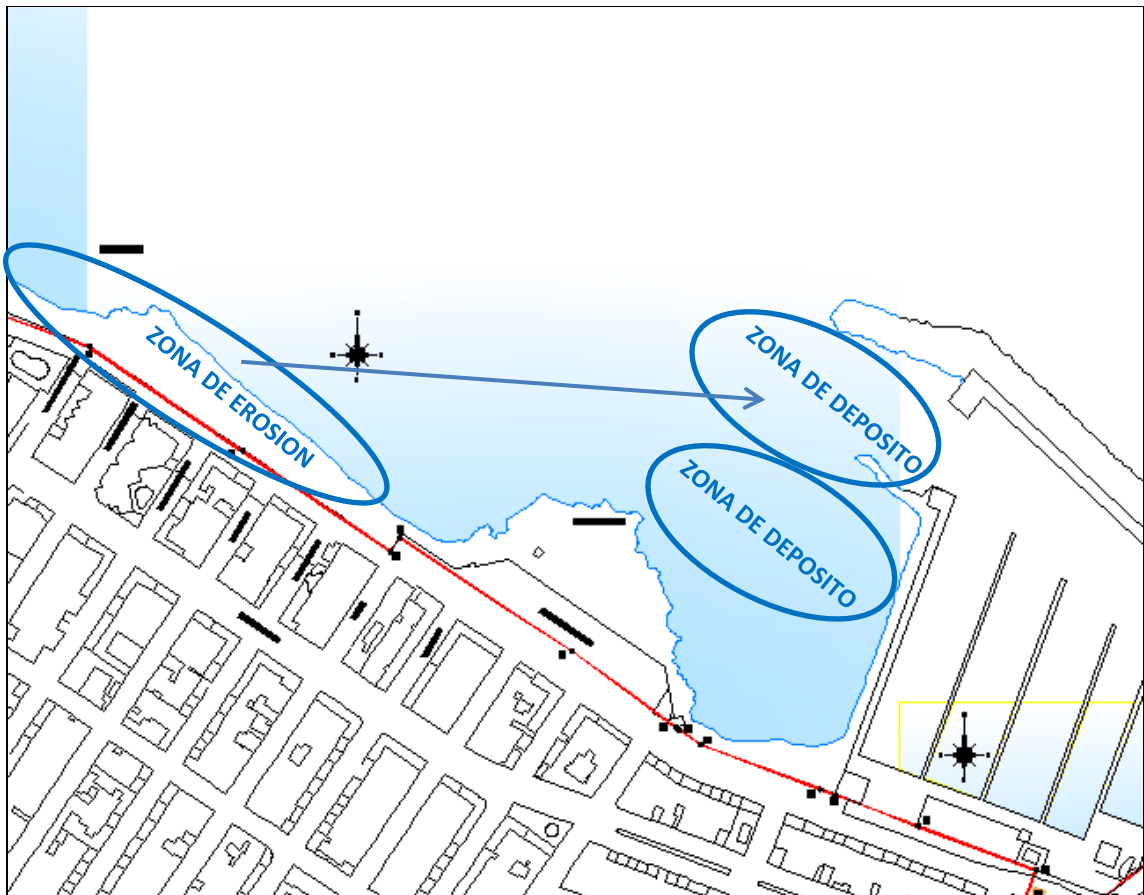


Imagen 23. Esquema transporte litoral. Fuente: elaboración propia.



Foto 1: Tramo de playa en erosión hitos DPMT 35

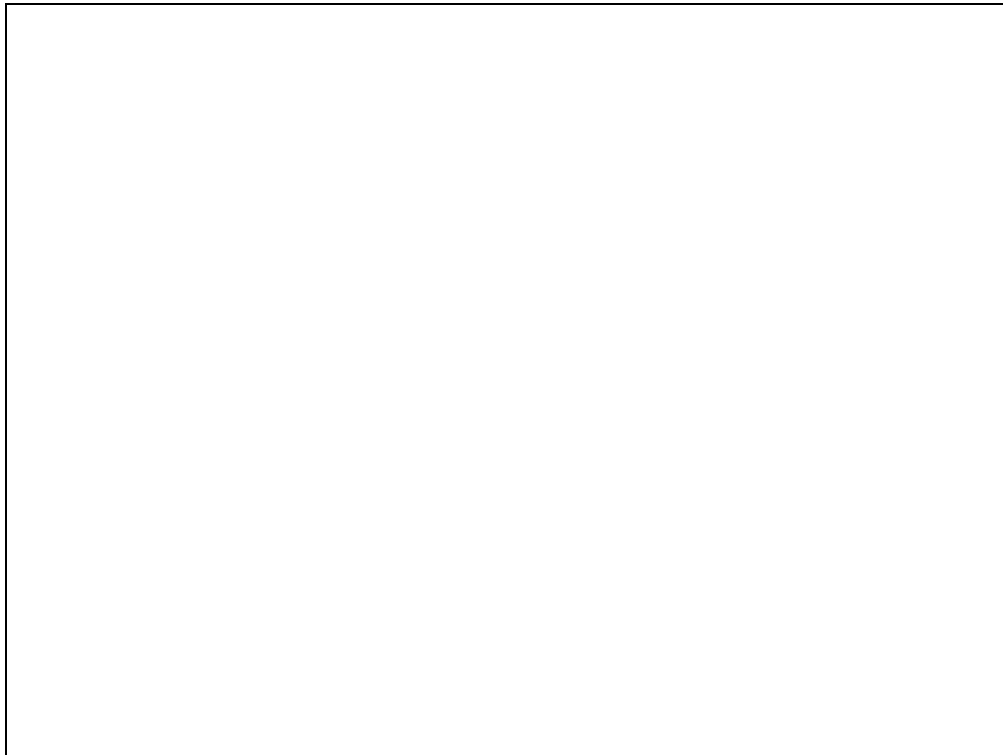


Foto 2: Zona de depósito de la arena en bocana puerto



La importante pérdida anual de arena en el último tramo de la playa de Can Picafort descrito afecta no solo a las propias obras costeras (paseo y rampas) sino también a los usuarios de la misma por la reducción de superficie de aprovechamiento.

Es por ello que el Ajuntament de Santa Margalida conjuntamente con el Club Náutico de Can Picafort remitieron el 25 de noviembre de 2021 un escrito conjunto a la Demarcación de Costas de Islas Baleares exponiendo el problema de pérdida de arena en el extremo de la playa más próximo a la bocana y su acumulación en la bocana del Puerto solicitando que la arena resultante del dragado periódico de mantenimiento de la bocana sea retornada a su lugar de origen (anexo nº 2).

5.3. Solución propuesta

Habida cuenta de que la alternativa preferente para el destino del material dragado, que es su uso en la regeneración de playas cercanas, está actualmente en proceso de tramitación ante la Demarcación de Costas en Illes Balears y probablemente se dilate en el tiempo, y dado el carácter urgente de la actuación para garantizar la navegabilidad en la bocana del puerto en los próximos 4 años, la solución que se propone para el presente Plan de Mantenimiento es la alternativa consistente en el vertido en el cuenco situado entre el espaldón y la escollera del dique exterior, tal y como se ha ejecutado en los últimos años sin que se haya detectado afecciones ambientales en el medio marino.



6. EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DE DRAGADO

La morfología del fondo en la bocana y los materiales que se prevén encontrar, de tipo arenoso primordialmente, hacen que se reconsidere la mejor metodología de extracción de sedimento planteada en este Plan para adaptar el mecanismo de dragado al mantenimiento de las condiciones ambientales, como de igual manera facilitar el posterior tratamiento del material sólido para su posible uso productivo.

Dada la naturaleza granular del material de dragado, entre 2 y 0'063 mm según la caracterización obtenida en bocana, se estima como método óptimo de extracción el de bombas de succión con tuberías de impulsión hacia la zona de depósito descrita en el apartado anterior, o hasta otro lugar o medio de transporte habilitado para la gestión escogida. La gran ventaja de dicho método de succión es la rapidez y limpieza al comportarse la arena suelta como un líquido denso que fluye directamente hacia el vórtice de la bomba.

Hay que tener en cuenta que con un mantenimiento de calado continuado el espesor dragado será menor que el actual, por lo que en este sentido la elección de un tipo de dragado por succión suele ser útil para actuar sobre materiales no consolidados como pueden ser la arena que encontramos en bocana. Así, para futuros dragados, según los cálculos realizados en los anteriores apartados, anualmente estas zonas más conflictivas en bocana podrían acumular alrededor de 50 cm de espesor, de modo que la draga de succión seguirá siendo el método más indicado por los motivos expuestos.

Finalmente se extraerá el material con ayuda de una draga de succión, compuesta básicamente por un tubo de succión que desciende hasta el fondo y a partir de la succión provocada por unas bombas centrífugas se traslada la mezcla de sedimento y agua hasta la superficie. El tubo de succión debe tener longitud, diámetro y flexibilidad necesarios para alcanzar la profundidad deseada en bocana, como también suficiente capacidad de succión por parte de las bombas centrífugas para garantizar un rendimiento energético eficiente y celeridad en la extracción del sedimento.

No obstante se contemplan otros posibles métodos habituales en este tipo de obras:

- Desde tierra: dada la facilidad de acceso rodado a los dos tacones que conforman el dique y contradique se podría dragar desde tierra con una retroexcavadora de brazo largo o dragalina equipada con cuchara bivalva. Aun así, aunque dicho método queda limitado por el reducido alcance, unos 15 m, de ambas maquinarias, podría constituir un complemento a considerar en función del espesor de arena encontrado.



- Desde mar: mediante un pontona desde la cual opera una retroexcavadora de brazo largo y que cuenta con una cubeta para el depósito de material. Esta metodología, aunque puede abarcar toda la zona contemplada, no se considera óptima por su mayor lentitud y uniformidad en los calados finales.

A pesar de ello, la planificación de los trabajos de dragado tanto mediante succión como con medios mecánicos y elección del área destinada a decantación y secado, deberán considerar criterios de proximidad al punto de dragado en la bocana, longitud del tubo y potencia de la draga de succión, espacio físico disponible entre roca de escollera y espaldón de hormigón, además de buena accesibilidad de la maquinaria necesaria para trasladar el material sólido hasta su uso productivo final ya sea a través de la rampa de hormigón hasta el espacio de pretratamiento o desde la explanada del puerto entre el espaldón y la dársena.



7. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES DEL PLAN

No se prevé que la operación de extracción de arena de la bocana afecte al LIC de la Bahía de Alcúdia, ya que la Red Natura 2000 no incluye a la instalación portuaria de Ca'n Picafort dentro de sus límites. En la bocana no se encuentran comunidades relevantes que afecten, sobre todo, a la comunidad de posidonia que crea un hábitat especialmente importante a nivel ecológico.

La arena proviene del reservorio de arena ante el litoral de Ca'n Picafort, reafirmado por el estudio de dinámica litoral del presente Plan y la caracterización del sedimento como no contaminante de tipo A según el análisis de sus parámetros significativos. Por este motivo no se considera que existan efectos nocivos de origen químico o biológico sobre el medio marino, hecho que omitiría al presente Plan de la tramitación a través de la legislación de evaluación ambiental.

Otro de los principales aspectos considerados sobre posibles afectaciones del medio marino, al no existir afectación de la comunidad de posidonia al centrarse las operaciones de dragado al área limitada en la bocana del puerto de Ca'n Picafort, es la modificación del fondo con la reducción del calado que supone una actuación de esta tipología. De hecho, la misma definición de dragado de mantenimiento restringe el cambio del régimen de calados más allá de las profundidades originales, constituyéndose en una operación de extracción de arena aportada por la dinámica litoral que repone las condiciones previas, sin aumentar el calado por retirada de material del lecho marino, del fondo compacto.

El método de dragado de la arena se realizará principalmente mediante bomba y tubo de succión, un método que es adecuado para el tipo de granulometría arenosa que estamos tratando en la bocana. Con otros medios éste sería insuficiente e ineficiente, como por ejemplo en un sustrato rocoso o con material sólido de un tamiz mayor. En este sentido, se evita la generación de plumas de turbidez debido a la resuspensión del material extraído, ya que la fuerza de succión lo previene.

Tomando estas premisas como base, puede afirmarse que las propuestas de usos productivos y destinos del material dragado buscan compatibilidad técnica, económica y ambiental. Los volúmenes de material dragado son relativamente pequeños, de modo que tanto la extracción como posterior gestión de la arena no suponen una afectación negativa medioambiental al medio marino.



8. CONCLUSIONES

Primera. La orientación y morfología de la bocana del puerto deportivo de Ca'n Picafort genera una serie de interacciones con la dinámica litoral de la Bahía de Alcúdia que desembocan en la acumulación de sedimento. Se produce entonces una **reducción del calado** hasta cotas que representan un peligro para el tránsito de las embarcaciones y dificultan el funcionamiento del puerto. Se redacta el presente Plan de Mantenimiento del Calado para analizar las condiciones que provocan éste fenómeno y proporcionar una metodología para la gestión adecuada de las tareas periódicas consistentes en la extracción de material sólido en la bocana que causa la problemática descrita.

Segunda. La zona más afectada por la acumulación de sedimento es la parte interior del dique de abrigo a la izquierda de la **bocana** en sentido de entrada a la dársena. En función de los modelos calculados en el presente Plan, la distribución del material sigue el perfil batimétrico definido por el fondo compacto y el efecto de difracción que el dique infiere al oleaje incidente. Éste llega desde el sector N-NE, llegando en poca frecuencia pero con suficiente intensidad y altura de ola para romper frente a la bocana y posibilitar el transporte del sedimento hasta el interior de la instalación portuaria de Ca'n Picafort.

Tercera. La superficie de dragado estimada en bocana a partir de la información batimétrica es de **2.621 m²**. La diferencia entre la profundidad actual afectada por el sedimento aportado por el oleaje y el calado objetivo en bocana de 2'6 m, o en su defecto hasta el terreno compacto del fondo, proporciona un volumen aproximado de **1.219 m³** para el primer dragado (volumen acumulado durante un periodo de 20 meses) correspondiente al material sólido necesario de una actuación de dragado. El volumen de sedimento teórico estimado transportado anualmente por el oleaje hasta la bocana es de 500 m³ aunque, como se ha visto, este volumen puede aumentar en función del régimen de temporales hasta los **800 m³** anuales, motivo por el cual se requiere y se debe solicitar que la autorización por parte de la Administración Pública sea plurianual para un volumen comprendido entre ambas cifras.

Cuarta. La **granulometría** del sedimento en bocana es la misma que la playa colindante y el volumen de dragado planteado es pequeño muy por debajo del valor establecido por la documentación del CIEM 2017 para considerarlo de caracterización obligatoria. Aun así, la proximidad de la dársena y la previsión de posibles usos productivos del material dragado requiere la realización de la caracterización preliminar. El resultado de tal caracterización permite la clasificación de los sedimentos dragados como categoría no peligrosa y automáticamente de **tipo A**, ya que no presentan niveles significativos en ninguno de los parámetros de control analizados.



Quinta. el documento CIEM 2017 establece una **validez de 4 años (ampliables a 4 años más)** en los resultados analíticos obtenidos de los ensayos de la muestras. Los parámetros obtenidos en los informes del material arenoso en bocana sirven como evidencia del proceso de transporte litoral de sedimento debido al oleaje que moviliza el material sólido hasta la bocana. Por lo tanto, serviría como argumento para asegurar que el sedimento aportado que es motivo del presente Plan de mantenimiento no está contaminado y demandar la **autorización extendida** plurianual para la aplicación del Plan.

Sexta. La composición del sedimento en bocana se constituye fundamentalmente de la acumulación de arena proveniente de la playa colindante, como también de los restos de hojas muertas de posidonia del exterior del ámbito de actuación de dragado. Se considera entonces que tal operación se engloba dentro del mantenimiento de calado de la bocana, por lo que no se gana profundidad sino que se trata de una **reposición de calado** a la situación considerada original, provocando la retirada exclusivamente de material arenoso aportado por la dinámica litoral. Esta condición sugiere que el dragado de arena en la bocana del puerto deportivo de Ca'n Picafort no se trate de un dragado propiamente dicho, más bien sí de una operación de mantenimiento para recuperar un calado necesario para garantizar la navegación segura por el canal de entrada y salida del puerto.

Séptima. La composición arenosa del material dragado en la bocana y el resultado de caracterización **permite el vertido del mismo en el medio marino** exceptuando las zonas de exclusión. Por tanto, el conjunto de propuestas de usos productivos de la arena: depósito en el dique de abrigo o traslado a la playa colindante (predominantemente al tramo ubicado entre los hitos DPMT 29 y 35); se adaptarían a los requerimientos ambientales y aprovechamiento de un sedimento calificado como **tipo A**. La deposición en el espacio entre la escollera y el espaldón de hormigón en el dique de abrigo se habilita como zona de depósito a la vez que de pretratamiento de secado y decantación. Este hecho permite un cierto grado de maniobra para poder destinar la arena dragada en la bocana a los diversos usos productivos que se exponen en el presente Plan, de igual forma que permitiría el acopio controlado del material y la paulatina reincorporación del mismo al fondo arenoso en episodios en el que el oleaje o las precipitaciones trasladen la arena a través de los bloques de escollera. En cualquier caso, se trataría del **mismo material sedimentario que forma parte de la playa** y del sustrato de la comunidad de posidonia.

Octava. Habida cuenta de que la alternativa preferente para el destino del material dragado, que es su uso en la regeneración de playas cercanas, está actualmente en proceso de autorización por parte de la Demarcación de Costas en Illes Balears y probablemente se dilate en el tiempo, y dado el carácter urgente de la actuación para garantizar la navegabilidad en la bocana del puerto en los próximos 4 años, la solución que se propone para el presente Plan de



Mantenimiento es la alternativa consistente en el **vertido en el cuenco amortiguador situado entre el espaldón y la escollera del dique**.

Novena. El sedimento dragado será finalmente extraído del fondo de la bocana mediante draga de **succión con tubo y bomba centrífuga** como método preferente, sin excluir la **colaboración de medios mecánicos** donde sea posible. Este sedimento se impulsará hasta el espacio habilitado entre la escollera y el espaldón de hormigón en el dique de abrigo del puerto para su pretratamiento de decantación y secado. De esta manera se facilitará la separación de la fracción sólida con la de agua a la vez que se minorará la pérdida de material para su posible destino a los usos productivos propuestos en el presente Plan. Si se optara por otro tipo de opción, como pudiera ser el transporte directo del sedimento arenoso dragado en función del uso productivo finamente escogido, se ejercerán las medidas adecuadas para la correcta extracción del material desde la bocana hasta el medio de transporte y posterior traslado del mismo.

Décima. El propio Plan de Mantenimiento del Calado en la bocana del puerto deportivo de Ca'n Picafort ya contempla en su redacción los **criterios ambientales** que dispone la documentación proporcionada por el CIEM en su versión del 2017, atendiendo a las "Directrices para la Caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo terrestre". El objeto de las mismas es facilitar una metodología que sirva para caracterizar los sedimentos de dragado desde el punto de vista ambiental, considerando una serie de parámetros relevantes para la determinación de la calidad del material y sus efectos, tanto de la misma operación de dragado en el medio marino como de sus posibilidades de gestión posterior teniendo en cuenta aspectos medioambientales. Por todo ello, el mismo Plan que tratamos se ha redactado desde un **punto de vista principalmente ambiental** e incorpora en sus apartados las consideraciones al respecto.

En conclusión, se presenta el presente Plan de Mantenimiento de Calados en la Bocana del Puerto Deportivo de Ca'n Picafort, habiendo seguido las Directrices para la Caracterización del Material Dragado y su Reubicación en Aguas del Dominio Público Marítimo Terrestre, para su aprobación por parte de la Administración Competente.

Palma de Mallorca, febrero de 2022

Jorge Giménez Ibáñez

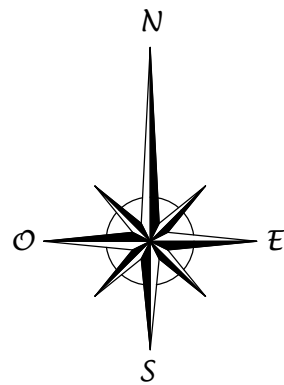
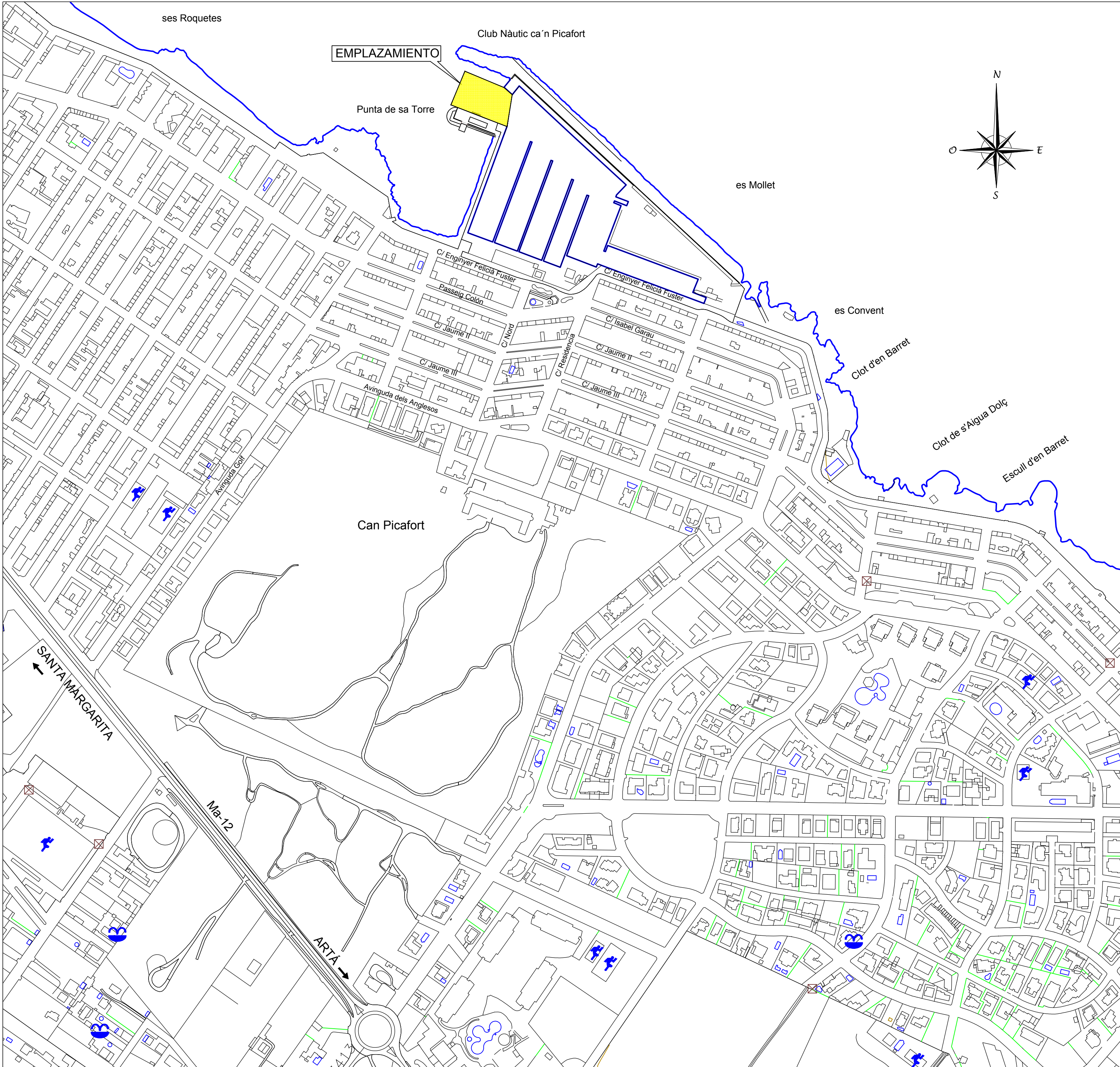
Licenciado en Ciencias Ambientales

Juan José Lemm

Ingeniero de Caminos



*Anejo 1: Planta general del puerto deportivo
de Ca'n Picafort*



INDICE

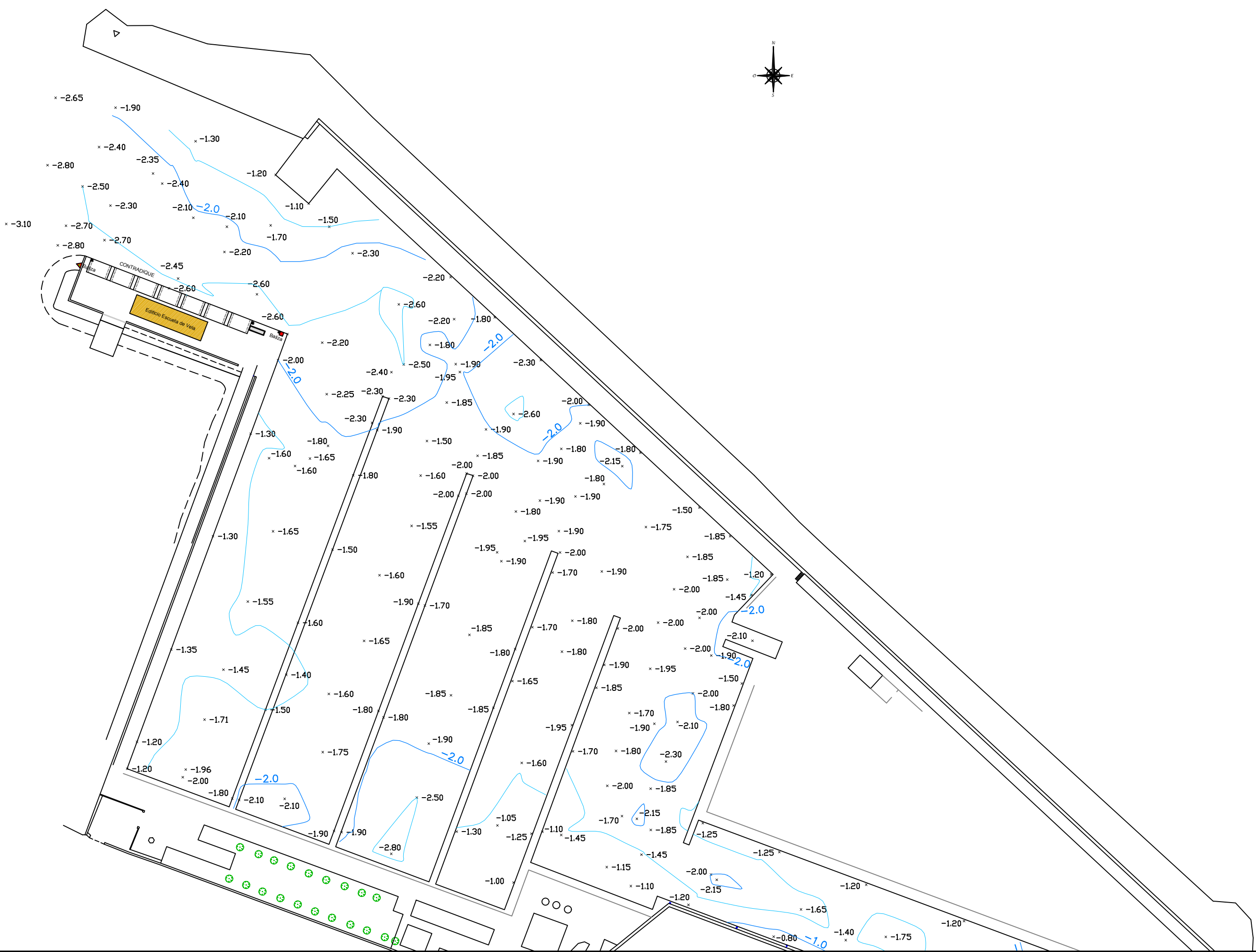
- 01-EMPLAZAMIENTO E INDICE
- 02-MAPA DE PUNTOS E ISOBATAS
- 03-PLANTA DRAGADO
- 04-PERFILES TRANSVERSALES

PROYECTO:
PLAN DE MANTENIMIENTO DE CALADOS EN LA BOCANA DEL PUERTO DEPORTIVO DE CA'N PICAFORT

EMPLAZAMIENTO:
T.M: SANTA MARGARITA

PLANO:		Nº DE PLANO:
EMPLAZAMIENTO E INDICE		1
ESCALA:		HOJA:
1/3.000		
FECHA:	REFERENCIA:	
ENERO 2022	22011/P	

PROMOTOR:	JUAN JOSE LEMM Ingeniero de Caminos	ANTONI MARIA SIQUIER Lic.Ciencias Ambientales
 CLUB NÀUTIC CA'N PICAFORT	 TP & E MARITIME & CIVIL ENGINEERING E-mail: info@tpe.es Web: www.tpe.es	





*Anejo 2: Calados actuales en la bocana del
puerto deportivo de Ca'n Picafort*

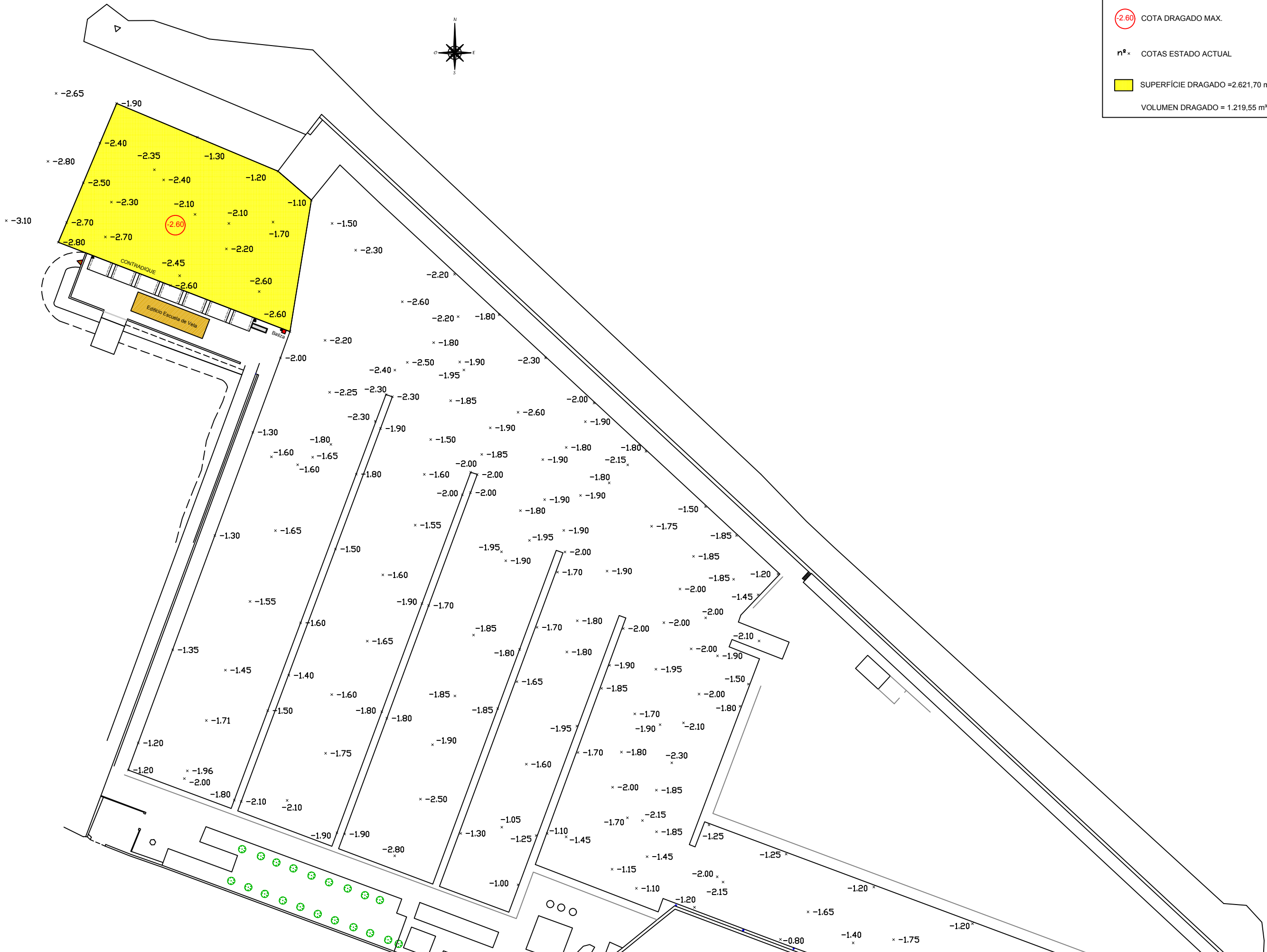
LEYENDA

-2.60 COTA DRAGADO MAX.

nº x COTAS ESTADO ACTUAL

SUPERFICIE DRAGADO = 2.621,70 m²

VOLUMEN DRAGADO = 1.219,55 m³



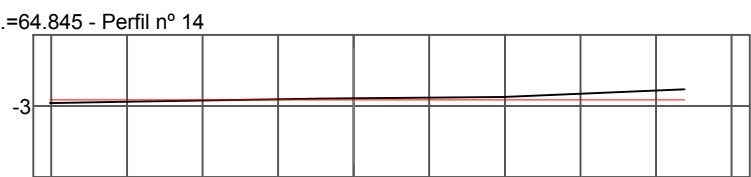
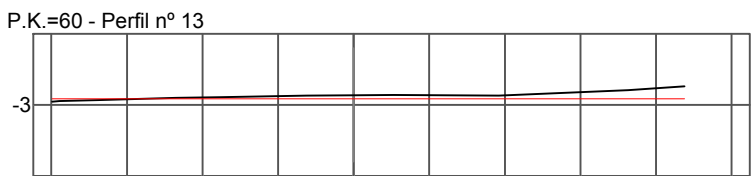
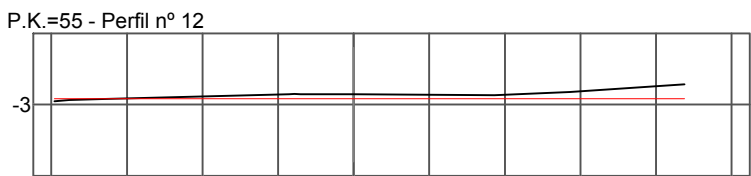
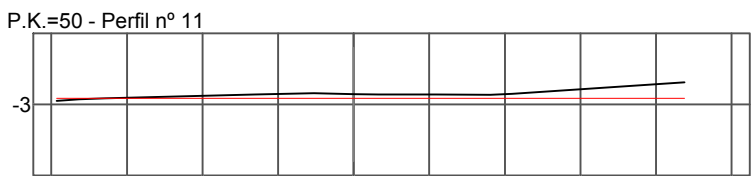
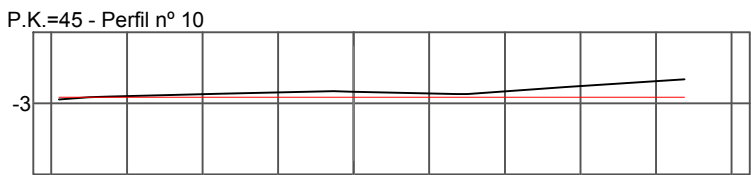
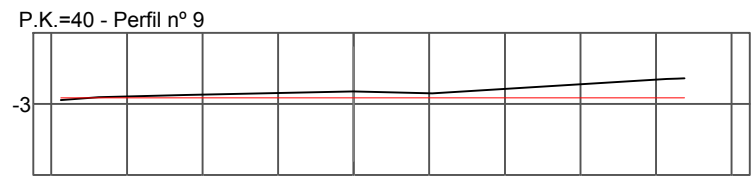
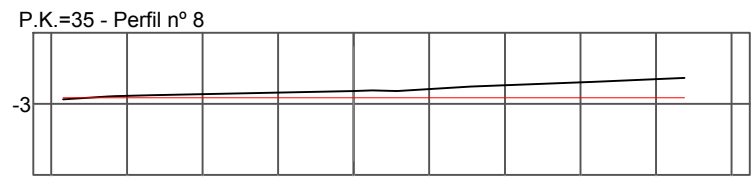
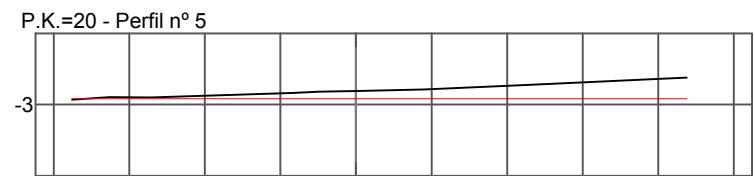
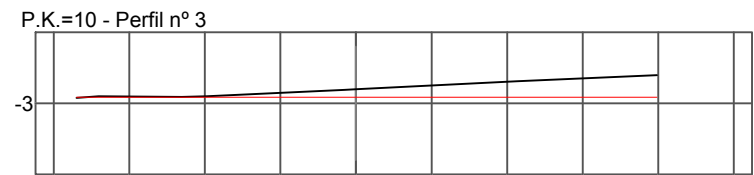
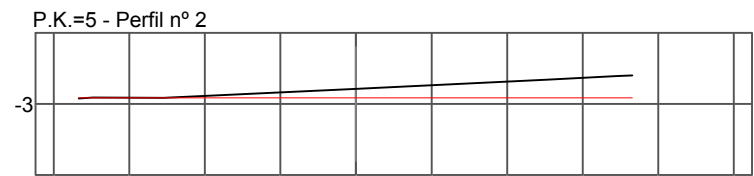


Anejo 3: Secciones de dragado

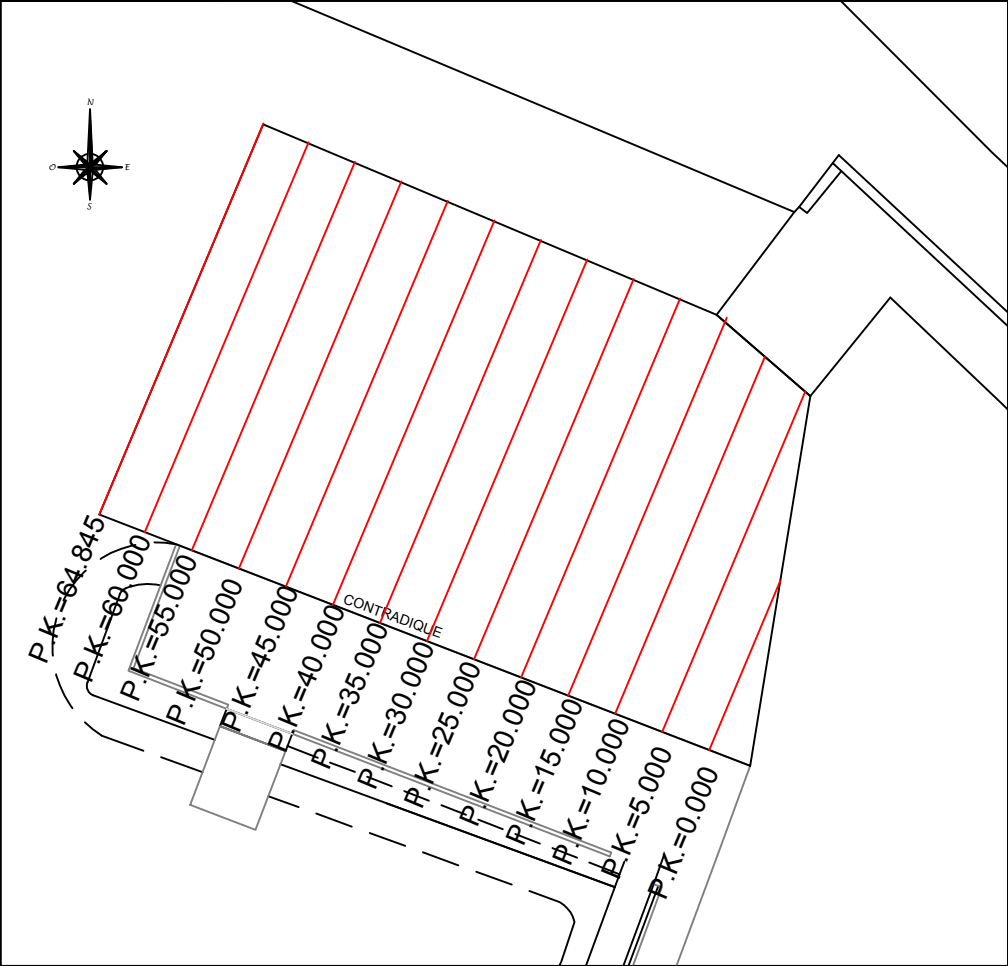
LEYENDA

TERRENO ACTUAL

PROYECTO



PLANTA PERFILES



P.K.	Sup.Des.	Vol.Des.
0,000	5,87	0,00
		72,84
5,000	23,27	72,84
		115,82
10,000	23,06	188,65
		118,88
15,000	24,49	307,53
		121,16
20,000	23,97	428,69
		119,17
25,000	23,69	547,85
		118,54
30,000	23,72	666,39
		117,33
35,000	23,21	783,72
		107,84
40,000	19,93	891,56
		89,95
45,000	16,06	981,51
		74,85
50,000	13,89	1056,36
		65,01
55,000	12,12	1121,37
		55,54
60,000	10,10	1176,91
		42,63
64,845	7,50	1219,55

VOLUMEN DRAGADO TOTAL= 1.219,55 m³



Anejo 4: Informes analíticos de las muestras

Informe analítico solicitado por:
Dirección:

CIDESAL ANALISIS ALIMENTOS SL
GREMI TEIXIDORS, 17 LOCAL 1 P.I. SO
07009 PALMA DE MALLORCA
At.

Referencia informe: 195048144-000030

Página 1/ 2

TOMA DE MUESTRA Y FECHA DE RECEPCIÓN: Una muestra tomada por el cliente, recibida en nuestros laboratorios el día 21 de diciembre de 2021 y referenciada como se indica a continuación:

Información aportada por el cliente: H59167-CLUB NAUTICO CAN PICAFORT

Característica(s) de la(s) Muestra(s): La muestra llega refrigerada en 2 bote de plástico de 1L. Tipo de muestra: Sedimento

Referencia del laboratorio: 21120978

Fecha inicio análisis: 21 de diciembre de 2021

Fecha finalización análisis: 10 de enero de 2022

RESULTADO DEL INFORME ANALÍTICO:

<i>Determinación</i>	<i>Unidades</i>	<i>Resultado</i>	<i>Metodología</i>
Granulometría tamiz 2,00 mm	%	< 0.5	PNT LAB 84
Granulometría tamiz 1,40 mm	%	< 0.5	PNT LAB 84
Granulometría tamiz 1,00 mm	%	< 0.5	PNT LAB 84
Granulometría tamiz 0,71 mm	%	0.70	PNT LAB 84
Granulometría tamiz 0,60 mm	%	1.1	PNT LAB 84
Granulometría tamiz 0,50 mm	%	4.7	PNT LAB 84
Granulometría tamiz 0,35 mm	%	23.6	PNT LAB 84
Granulometría tamiz 0,25 mm	%	33.3	PNT LAB 84
Granulometría tamiz 0,18 mm	%	20.8	PNT LAB 84
Granulometría tamiz 0,12 mm	%	10.6	PNT LAB 84
Granulometría tamiz 0,063 mm	%	4.3	PNT LAB 84
Finos	%	< 0.5	PNT LAB 84
Granulometría moda (*)	Adimensional	Arena Media	PNT LAB 84
Granulometría D50 (*)	mm	0.29	PNT LAB 84

Barcelona, 10 de enero de 2022



Director Técnico Laboratorio
Joan Parés Gómez

Informe analítico solicitado por:
Dirección:

CIDESAL ANALISIS ALIMENTOS SL
GREMI TEIXIDORS, 17 LOCAL 1 P.I. SO
07009 PALMA DE MALLORCA
At.

Referencia informe: 195048144-000030

Página 2/ 2

RESULTADO DEL INFORME ANALÍTICO:

<i>Determinación</i>	<i>Unidades</i>	<i>Resultado</i>	<i>Metodología</i>
TPT-EC50 (*)	mg/l	> 8000	PNT LAB 22
Concentración de sólidos (*)		1.7	PNT LAB 35
COT por oxidación química	%	< 1.50	PNT LAB 50

Observaciones:

Disponibles las incertidumbres asociadas a los métodos acreditados. Los resultados hacen referencia a la muestra recibida y ensayada.
SED

Barcelona, 10 de enero de 2022



Director Técnico Laboratorio
Joan Parés Gómez