



**ESTUDIO BIONÓMICO DEL ENTORNO DE CABO ROCHE (ENTRE CABO  
DE TRAFALGAR E ISLOTE DE SANTI PETRI)**

**PROYECTO MAR DE GADES**

*REF. INTERNA: EC18008\_BIOCEN\_CADIZ\_IF\_v1*



*Santander, 31 de octubre de 2018*

Polígono de Cros, Edif. 5, Nave B  
39.600 - Maliaño (Cantabria)  
web: [www.ecohydros.com](http://www.ecohydros.com)  
T: +34 942 25 23 93/94 F: +34 942 26 90 12  
CIF: B-39564380



**ESTUDIO BIONÓMICO DEL ENTORNO DE CABO ROCHE (ENTRE CABO  
DE TRAFALGAR E ISLOTE DE SANTI PETRI)**

**Autores (Ecohydros SL)**

Agustín Monteoliva Herreras

Alberto Criado Delgado

Ana Aja Barquín

---



## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	ÁMBITO DE ESTUDIO .....	2
3	METODOLOGÍA.....	4
3.1	Aproximación general .....	4
3.2	Obtención de variables ambientales .....	5
3.3	Obtención de imágenes mediante ROV .....	8
3.3.1	<i>Planificación de la campaña</i> .....	8
3.3.2	<i>Descripción del ECOROV</i> .....	11
3.3.3	<i>Desarrollo de la campaña</i> .....	12
3.4	Procesado de vídeos .....	15
3.5	Modelado de distribución espacial.....	16
4	RESULTADOS.....	17
4.1	Asignación de hábitats a imágenes .....	17
4.2	Cartografía por hábitats.....	19
4.2.1	<i>Roca infralitoral superior expuesta</i> .....	20
4.2.2	<i>Roca infralitoral superior moderadamente expuesta</i> .....	21
4.2.3	<i>Roca infralitoral inferior</i> .....	22
4.2.4	<i>Roca circalitoral dominada por invertebrados</i> .....	23
4.2.5	<i>Cantos y gravas infralitorales y circalitorales</i> .....	24
4.2.6	<i>Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales</i> .....	25
4.3	Mapa final de hábitats .....	26
4.3.1	<i>Lista Patrón</i> .....	26
4.3.2	<i>Hábitats de Interés Comunitario</i> .....	27
4.3.3	<i>Enclaves de especial interés</i> .....	28
5	RESUMEN Y CONCLUSIÓN .....	32
6	RECOMENDACIONES.....	34



## RELACIÓN DE FIGURAS

<i>Figura 1. Situación del ámbito del estudio en el entorno de Cabo Roche (Cádiz) .....</i>	<i>2</i>
<i>Figura 2. Vista del puerto de Cabo Roche y el sector oriental de trabajo (al fondo Cabo Trafalgar) .....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 3. Panorámica del ámbito del estudio (líneas batimétricas) desde Cabo Trafalgar hacia el norte .....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 4. Procedimiento aplicado para la generación de la cartografía de la distribución espacial de los hábitats .....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 5. Clasificación preliminar del ámbito y asignación de zonas objetivo para la campaña de ROV ..</i>	<i>9</i>
<i>Figura 6. Resultado de la simulación de la velocidad de la corriente en un punto cercano a Cabo Trafalgar en la época prevista para la campaña de ROV .....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 7. Imágenes del ECOROV .....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 8. Botadura del barco de trabajo .....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 9. Visualización de imágenes al clicar en el punto de inmersión (QGIS) .....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 10. Mapa raster generado con los hábitats bentónicos clasificados .....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 11. Mapa resultante de Hábitats de Interés Comunitario .....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 12. Zonas de mayor probabilidad de presencia de bancos de arena .....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 13. Enclaves de interés especial en el sector N del ámbito (zona de Los Marrajos y Lajas de Cabo Roche) .....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 14. Enclaves de interés especial en el sector S del ámbito, entre Lajas de Conil y Cabo Trafalgar .....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 15. Zonas que contienen los enclaves de interés especial con la información de verificaciones realizadas hasta el momento .....</i>	<i>31</i>

## RELACIÓN DE ANEJOS

<i>ANEJO I. Descripción de las inmersiones con el ECOROV .....</i>	<i>A</i>
--	----------



## 1 INTRODUCCIÓN

En el contexto del proyecto CS3 000018. Mar de Gades (Fase I): Protección y Gobernanza del Mar de Cabo Roche (Cabo de Trafalgar- Islote de Sancti Petri). Acción A.1, dentro del Programa PLEAMAR de la Asociación Biodiversidad financiado por el Fondo Europeo Marítimo y de la Pesca (FEMP) de la Unión Europea, se pretende definir una zona candidata a ser incluida en la red Natura 2000 marina en la región biogeográfica atlántica, en las aguas españolas, con el fin de cubrir las carencias existentes en dicha red y ámbito.

Con esta finalidad WWF España ha promovido un estudio bionómico en el entorno de Cabo Roche (entre Cabo de Trafalgar e islote de Santi Petri), que deberá aportar la base técnica biológica de los estudios previos que se facilitarán al MAPAMA para la designación de esta zona como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) y para la creación de una Reserva Marina de Interés Pesquero (RMIP) en sus aguas.

En este contexto, WWF ha contratado los servicios de Ecohydros para desarrollar las tareas necesarias para caracterizar y delimitar las zonas con presencia de los hábitats incluidos en el anexo II de la Directiva Hábitats en el área de estudio, concretamente los arrecifes gorgonarios (recogidos bajo el código 1170) y las barras de arena someras sumergidas (código 1110).



## 2 ÁMBITO DE ESTUDIO

El área inicial de estudio se corresponde con la zona propuesta por el sector pesquero profesional para la creación de la Reserva Marina de Interés Pesquero de Cabo Roche (polígono rojo en Figura 1), que se extiende desde el Islote de Sancti Petri (Castillo de Hércules) hasta el Cabo de Trafalgar, ambos puntos separados por una distancia de 18 millas, y alcanza unas 12 millas mar adentro.

A efectos prácticos, la zona en la que finalmente se ha trabajado se limita a aquella en la que se disponía de información básica de partida, que resulta imprescindible para aplicar la metodología propuesta (polígono naranja en la Figura 1). Esta zona se extiende en general más allá de los límites de la Reserva Marina propuesta, exceptuando un pequeño sector en el extremo noroccidental de la misma, y suma un total de 93 547 ha, frente a las 65 000 ha que aproximadamente ocupa el ámbito propuesto como Reserva.



Figura 1. Situación del ámbito del estudio en el entorno de Cabo Roche (Cádiz)



Figura 2. Vista del puerto de Cabo Roche y el sector oriental de trabajo (al fondo Cabo Trafalgar)

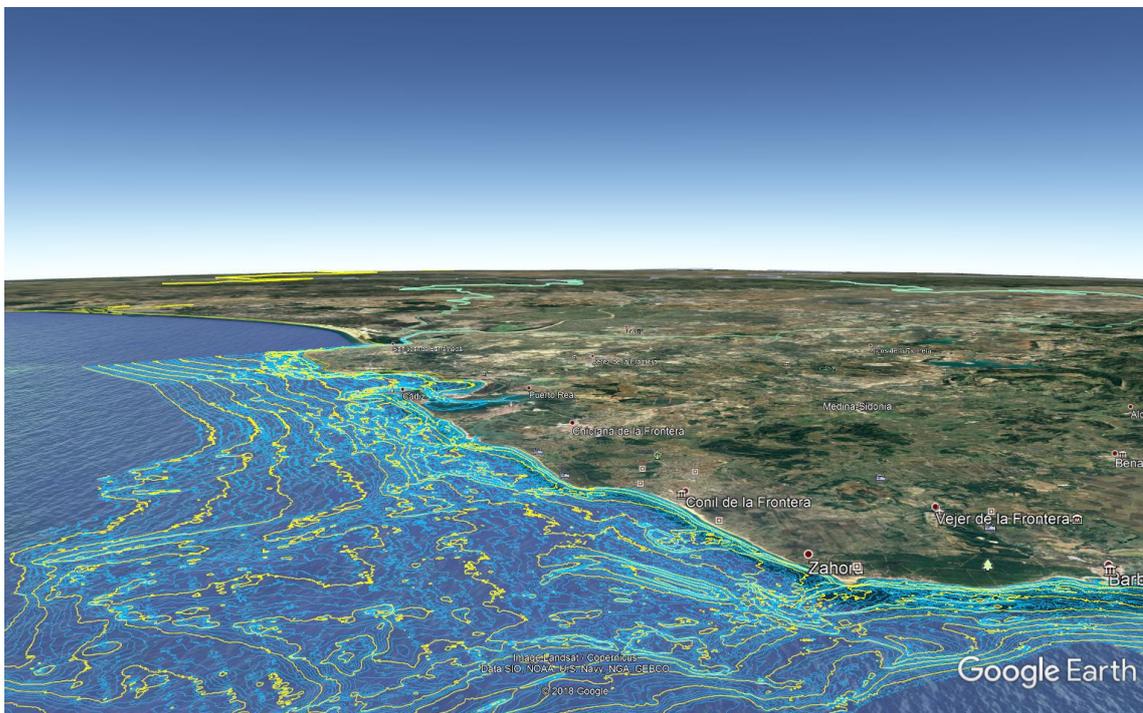


Figura 3. Panorámica del ámbito del estudio (líneas batimétricas) desde Cabo Trafalgar hacia el norte



### 3 METODOLOGÍA

#### 3.1 Aproximación general

Se ha aplicado una metodología exclusiva optimizada para generar una cartografía con resolución espacial de 5 m de las zonas correspondientes a las comunidades de *Algas Fotófilas Infralitorales* y de *Algas Esciáfilas Infralitorales* en Régimen Calmo con facies de gorgonarios. Esta última corresponde además a los campos de gorgonias, un tipo de hábitat recogido como arrecife dentro de la Red Natura 2000 (código 1170). Se ha generado también la cartografía de fondos sedimentarios, entre los que se incluyen las barras de arena someras sumergidas (código 1110).

Para ello, se ha recurrido a técnicas de modelado de la distribución espacial de hábitats mediante algoritmos de autoaprendizaje (“machine learning”), a partir de la información disponible con cobertura completa sobre las características geomorfológicas del terreno. Los algoritmos se han entrenado con numerosas verificaciones georreferenciadas de vídeo de alta definición, obtenidas mediante ROV y también con verificaciones directas obtenidas mediante buceo con escafandra autónoma, y facilitadas por la Asociación Hombre y Territorio.

El procedimiento en su conjunto se resume en el diagrama conceptual de la Figura 4. Este método permite, a partir de un conjunto de datos de verificación en puntos concretos cuya ubicación se conoce con precisión métrica, etiquetar las diferentes muestras y construir un modelo que prediga a qué clase pertenece y en qué zona del fondo marino se podrá presentar con una cierta probabilidad cada una de las nuevas muestras introducidas. El algoritmo ensaya diferentes combinaciones de valores en las variables ambientales que se pretende expliquen la distribución del hábitat. Para ello, se utiliza un subconjunto de observaciones geoposicionadas, de forma que si el algoritmo acierta al etiquetarla, resulta premiado y si falla es penalizado. Tras repetir el proceso miles de veces, el algoritmo evoluciona su modelo para maximizar su recompensa y, como consecuencia, produce un mapa con una alta probabilidad de acertar en la distribución de los hábitats en cada una de las ubicaciones posibles en las que no se tienen verificaciones directas. El subconjunto de observaciones no empleadas en el entrenamiento del algoritmo, se utilizan posteriormente para estimar la bondad del ajuste y la probabilidad de ocurrencia del hábitat en cuestión. Esta probabilidad se asimila conceptualmente al grado de aproximación de cada celda de análisis de 5 m al hábitat potencial óptimo, puesto que se basa en la frecuencia de valores que ese hábitat presenta para cada una de las variables ambientales, comúnmente conocido como “curva de preferencia”.

Las variables ambientales o predictoras utilizadas se derivan de los datos de cobertura completa relativos a la batimetría con 5 m de resolución horizontal y la morfología del fondo, recogidos en las campañas del Estudio Ecocartográfico del litoral de la provincia de Cádiz (MAGRAMA, 2012). Los datos de verificación directa se derivan del banco de imágenes georreferenciadas obtenidas a partir de los vídeos grabados en las inmersiones con vehículo submarino operado en remoto (en adelante, ROV), con geolocalización de precisión métrica y complementadas en enclaves específicos con fotografías obtenidas en las inmersiones mediante escafandra autónoma (Asociación Naturaleza y Hombre).

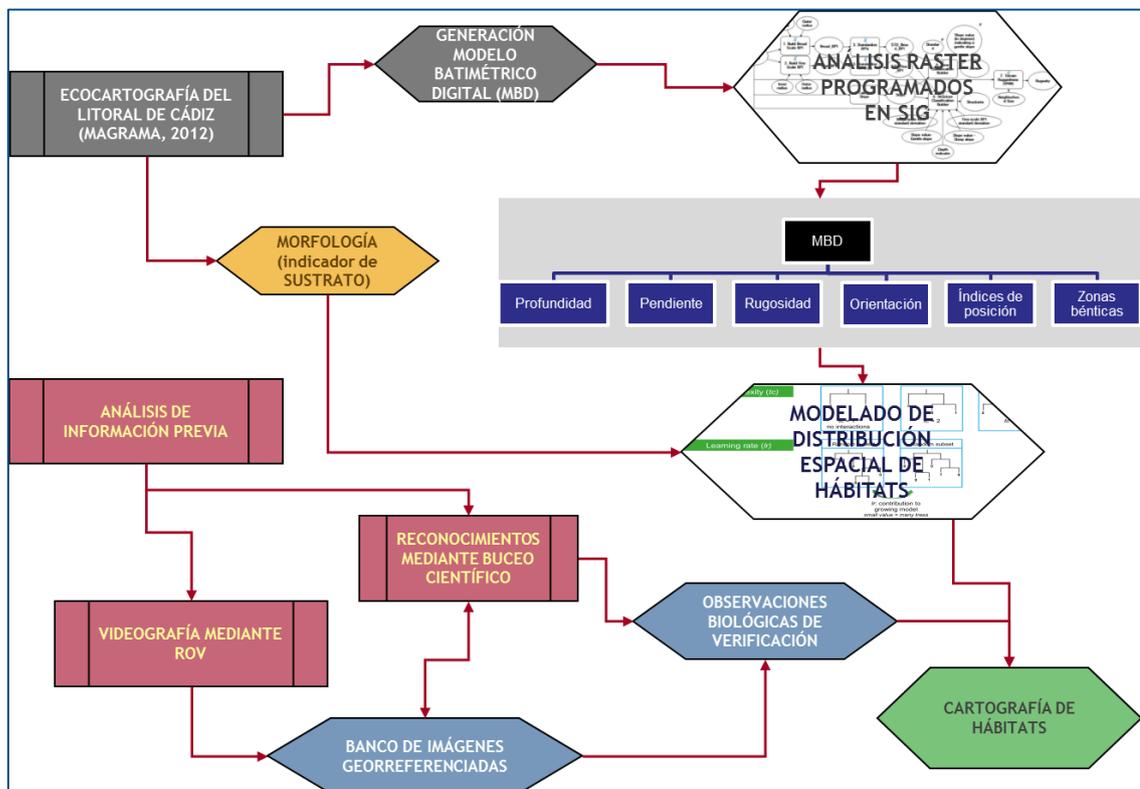


Figura 4. Procedimiento aplicado para la generación de la cartografía de la distribución espacial de los hábitats

### 3.2 Obtención de variables ambientales

Todas las variables georreferenciadas del proyecto se entregan en el sistema de coordenadas EPSG 3042: ETRS89 UTM zona 30N. El cero de referencia es el Nivel Medio del Mar en Alicante.

La primera de las capas utilizadas es la batimetría de cobertura completa generada en el Estudio Ecocartográfico del Litoral de Cádiz (MAGRAMA, 2012) mediante un ecosondeo multihaz. Se ha partido de una nube de puntos que tiene una densidad de 1 punto/5 m<sup>2</sup> y se ha



procedido a la generación de un raster de 5 m de resolución horizontal. La capa GIS resultante se ha denominado BATIMETRIA.TIFF.

A partir de dicha capa se ha generado una serie de capas correspondientes a las siguientes variables, todas ellas con la misma resolución que la de partida, y que se entregan con el proyecto GIS del estudio:

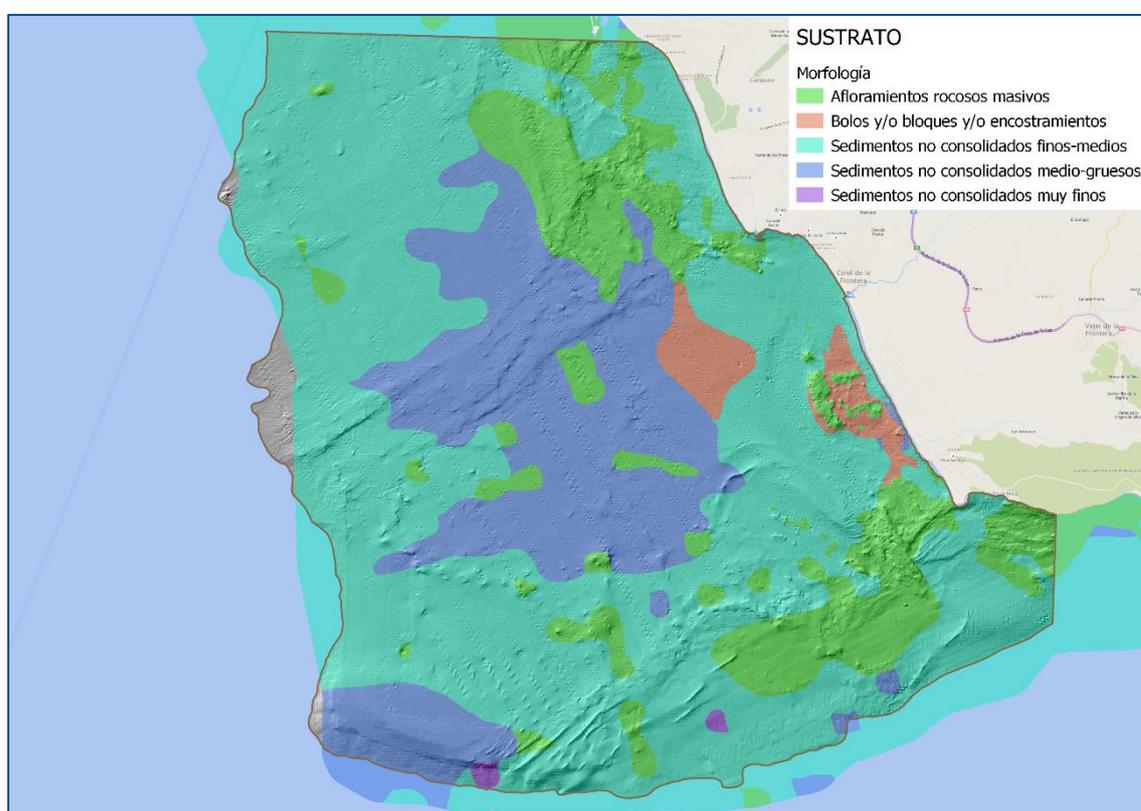
- **Pendiente:** Archivo SLOPE.TIFF. Para cada celda, se calcula la tasa máxima de cambio del valor de esa celda a sus vecinas. El cambio máximo en la elevación sobre la distancia entre la celda y sus ocho vecinas identifica el descenso cuesta abajo más empinado desde la celda.
- **Orientación:** Archivos SIN.TIFF y COS.TIFF. Mide la dirección de la superficie del terreno; el ángulo se convierte en dos variables que van de -1 a 1 y que son el seno (componente E-W, en la que el valor 1 representa el E y el valor -1 el W) y el coseno (componente N-S, en la que el valor 1 significa N y el valor -1 S).
- **Índice de Posición Batimétrica:** Archivos BROAD.TIFF y FINE.TIFF. Clasifica la estructura del paisaje (p.e. valles, llanuras, colinas, etc) en función del cambio en la posición de la pendiente a dos escalas. El algoritmo cuantifica la posición batimétrica de una celda en relación al paisaje circundante, comparando el valor de elevación en la celda con el valor promedio de todas las celdas en un anillo que rodea la celda. Los valores son positivos en las cercanías de crestas y cimas y negativos en las proximidades de fondos de valle y pies de acantilados.
- **Rugosidad:** Archivo VRM.TIFF. Se obtienen valores entre 0 (plano) y 1 (máxima rugosidad), aunque en la naturaleza no se suele sobrepasar el valor de 0,4.

Como indicador del tipo de sustrato se ha utilizado la capa vectorial de “Morfología marina” del Estudio Ecocartográfico del Litoral de Cádiz. Contiene una serie de zonas clasificadas a partir de la reflectividad del Sonar de Barrido Lateral, que se asignan a diferentes tipos de sustrato:

- Reflectividad muy baja (Fangos y Arenas Muy Finas).
- Reflectividad baja (Arena Fina y Arena Media).
- Reflectividad media (Arena Media, Arena Gruesa, Arena Muy Gruesa).
- Reflectividad media-alta (Algares).
- Reflectividad alta (Encostramientos, bloques y Bolos).
- Reflectividad muy Alta (Roca).

En el ámbito de estudio la resolución espacial de esta capa se muestra claramente insuficiente para que suponga una contribución significativa en el proceso de generación cartográfica de hábitats a una escala realista. Se presentan únicamente 5 categorías de esa capa de morfología, aunque las categorías 2 y 5 están pobremente representadas y no se han obtenido verificaciones directas:

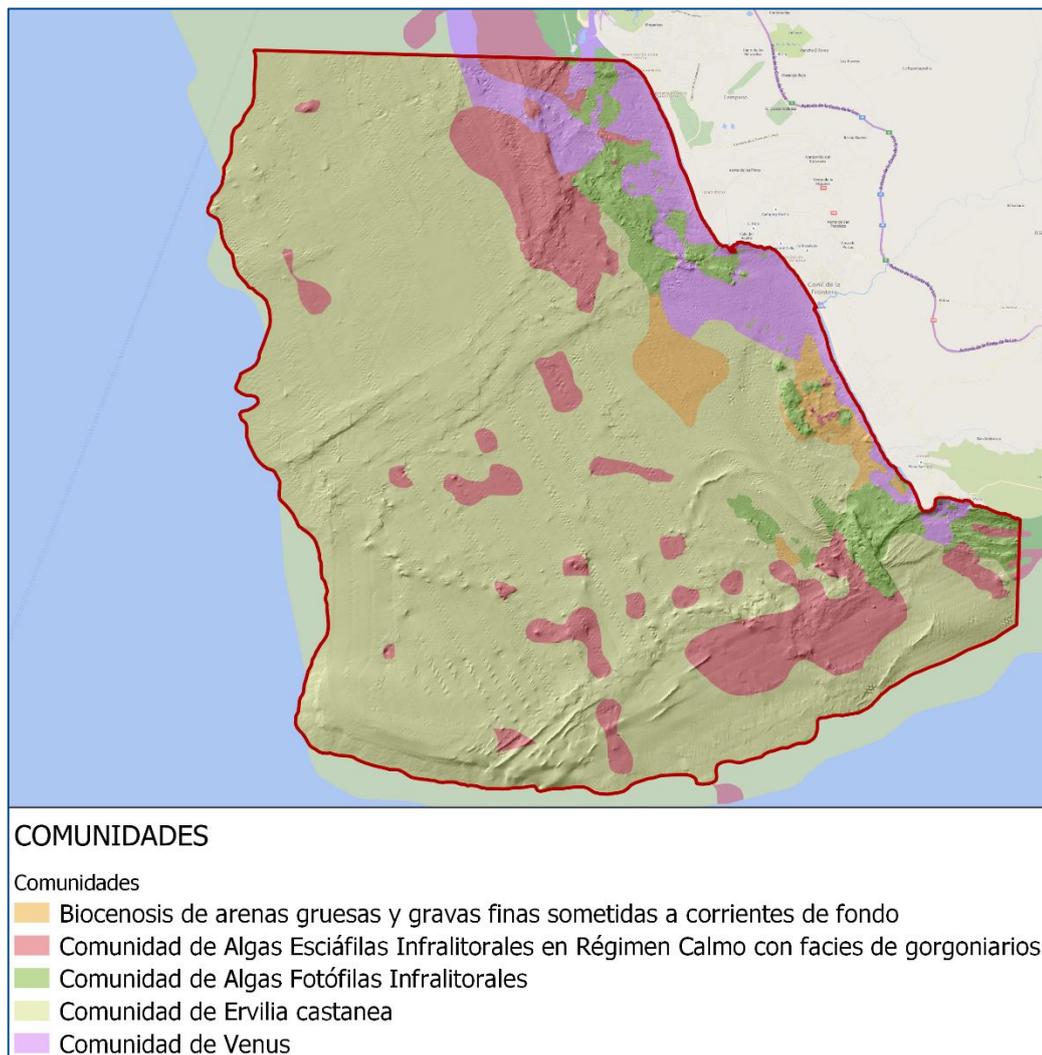
- Código 1: Afloramientos rocosos masivos
- Código 2: Bolos y/o bloques y/o encostramientos
- Código 3: Sedimentos no consolidados medio-gruesos
- Código 4: Sedimentos no consolidados finos-medios
- Código 5: Sedimentos no consolidados muy finos



Para la planificación del muestreo se ha utilizado la capa de comunidades bentónicas del Estudio Ecocartográfico del Litoral de Cádiz, pero no se ha incorporado como variable de entrada en los algoritmos de modelado para evitar condicionar el resultado y también porque la resolución de esta información es insuficiente. Esta capa se generó a partir de la información sobre el tipo de sustrato y la información visual de diferente tipo (cámara remolcada, fotografías en inmersión), asignando la comunidad bentónica representativa a una escala relativamente grosera. Según dicha capa, las comunidades representadas en el área de estudio son las siguientes:



- Biocenosis de arenas gruesas y gravas finas sometidas a corrientes de fondo
- Comunidad de Algas Esciáfilas Infralitorales en Régimen Calmo con facies de gorgoniaros
- Comunidad de Algas Fotófilas Infralitorales
- Comunidad de *Ervilia castanea*
- Comunidad de *Venus*



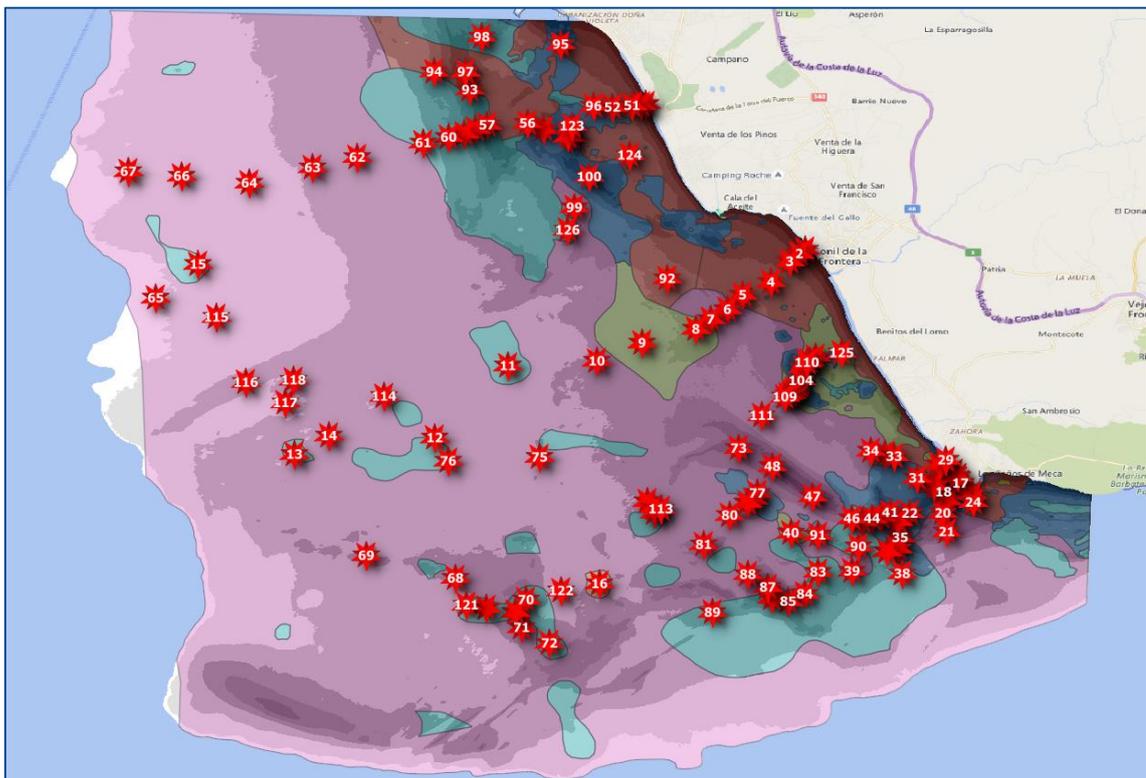
### 3.3 Obtención de imágenes mediante ROV

#### 3.3.1 Planificación de la campaña

A partir del cruce entre las tablas de sustrato y comunidades se obtuvieron un total de 13 unidades, que se superpusieron a los rangos de profundidad. Posteriormente, se añadieron

como puntos de interés 21 enclaves de buceo relevantes facilitados por la Asociación Hombre y Territorio (en adelante, HyT).

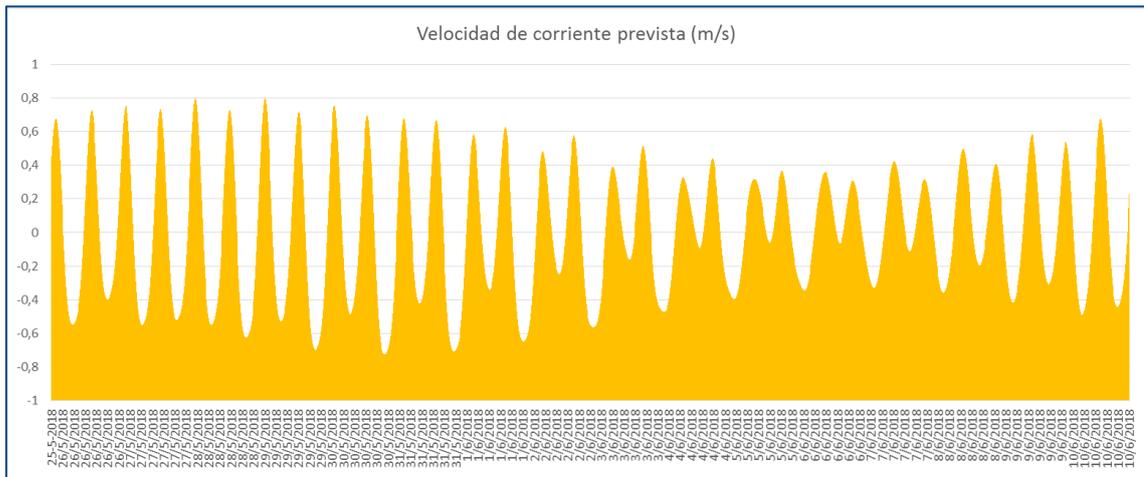
Sobre este mapa (Figura 5) se fueron asignando ubicaciones objetivo para inmersiones del ROV, procurando que hubiera redundancias en diferentes sectores en los que se presentaban zonas del mismo tipo. En total se obtuvieron 126 ubicaciones, con la idea de que finalmente se consiguieran hacer al menos el 50%, priorizando la captura de cada una de las unidades bentónicas preliminares.



**Figura 5. Clasificación preliminar del ámbito y asignación de zonas objetivo para la campaña de ROV**

Considerando las especiales dificultades que presenta la zona de estudio para realizar trabajos subacuáticos, debido a la intensidad y variabilidad del viento y de las corrientes de marea, el objetivo de esta campaña era aprovechar la primera semana de junio, en la que se esperaba que las mareas alcanzaran uno de los coeficientes más bajos del año.

Las corrientes previstas en esa situación serían compatibles con el trabajo durante un periodo más prolongado, y para comprobar este extremo se realizó una simulación de la corriente en un punto cercano (Figura 6), en la que se podía estimar que las mejores situaciones de trabajo se darían entre los días 4 y 8 de junio.



**Figura 6. Resultado de la simulación de la velocidad de la corriente en un punto cercano a Cabo Trafalgar en la época prevista para la campaña de ROV**

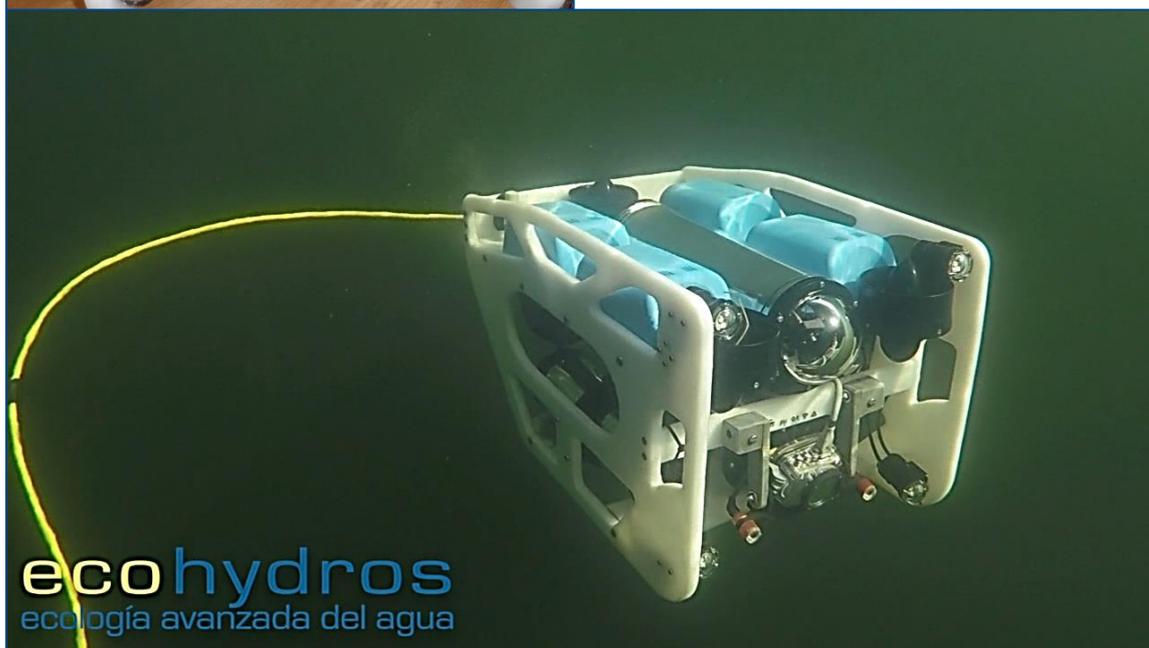
### 3.3.2 Descripción del ECOROV

El robot subacuático operado en remoto (ROV) utilizado es un modelo construido en exclusiva a partir de un concepto abierto (escalable y modular) y coste eficiente, recurriendo a soluciones tecnológicas importadas de la e-drónica y de la robótica, y adaptado a un uso profesional.

Su diseño está pensado para proporcionar una elevada maniobrabilidad en aguas someras (hasta 100 m de profundidad) y bajo corrientes de hasta 1 m/s, para lo cual cuenta con un total de 7 propulsores y soluciones de navegación estable asistida. Es además manejable por un solo operario desde pequeñas embarcaciones, sin necesidad de tornos ni pescantes y tiene una autonomía de hasta 3 horas pero se pueden cambiar rápidamente baterías *in situ* para continuar trabajando toda la jornada sin tener que recurrir a tensiones superiores a 12 V.



Figura 7. Imágenes del ECOROV





El sistema de operación mediante ROV consta de los siguientes elementos destacables:

Software de control integral de navegación y dispositivos desde ordenador de a bordo
DGPS o GPS-RTK dinámico a bordo (Trimble y Novatel)
Compás para control de rumbo en transectos
Sistema de posicionamiento subacuático en tiempo real: Cada imagen lleva asociada su localización real (no estimada)
Cámara de vídeo frontal HD de muy alta sensibilidad para condiciones de oscuridad casi completa, con control remoto de inclinación
Iluminación mediante 4 focos orientables en 135°, de hasta 1.500 lumens regulables
Sensores de presión (profundidad) y temperatura ambiente
Cámara fotográfica y de vídeo INTOVA CONNEX 140° de visión y calidad HD (1080p a 30fps). Montada en pletina de inclinación variable y escoltada por dos punteros laser para estimación de longitud de objetos en imágenes
Software para asociar metadatos y datos de sensores a <i>frames</i> de vídeo

### 3.3.3 Desarrollo de la campaña

Durante la semana del 28 de mayo al 1 de junio de 2018 se trabajó en las instalaciones de Ecohydros en Maliaño, realizando la puesta a punto y pruebas finales del hardware y software del sistema de video filmación submarina ECOROV, en su nueva versión que permite la georreferenciación dinámica del propio vehículo sumergido.

El sábado 2 de junio se desplazó a Conil de La Frontera el equipo de trabajo de Ecohydros, formado por Alberto Criado, Nicanor Rodríguez y Agustín Monteoliva, dejando ya el barco de trabajo en el puerto pesquero de Conil, situado en Cabo Roche. Todos los contactos y apoyos logísticos en la zona habían sido previamente facilitados por Jorge Sáez Jiménez.

La embarcación de trabajo, propiedad de Ecohydros, es un barco de 6,5 m de eslora, cabinado y adaptado para trabajos marinos en aguas someras, matriculado en lista 5ª, con un motor fuera borda de 90 CV y un motor auxiliar, en regla para trabajos profesionales.



El domingo 3 de junio se procedió a la botadura del barco por la rampa del puerto y a la instalación a bordo del sistema de control de navegación, geoposicionamiento y control del ROV. Se unió al equipo de trabajo el patrón profesional Moisés Carrión.



**Figura 8. Botadura del barco de trabajo**

El lunes 4 de junio las condiciones de la mar eran limitantes para una correcta ejecución del trabajo, la altura de ola superaba el metro y soplaban vientos de poniente de más de 10 nudos y que luego fue arreciando a medida que avanzaba la jornada. Aun así se decidió zarpar a las 7:30 AM. Se intentó trabajar en la zona de Las Lajas de Conil, completando las grabaciones en un total de 6 puntos (W104 a W109), entre las 8:30 y 10:00 AM, tomándose la decisión de volver a puerto siguiendo las recomendaciones del patrón y del pescador local.

Durante la tarde de ese mismo día se celebró una reunión en la Casa del Mar de Conil a la que acudieron dos técnicos de HyT (David León y Patricio Peñalver), los técnicos de Ecohydros y Manuel Carrión, a la que se unió por vía telefónica Jorge Sáez (Soldecocos). Se pusieron allí en común algunos detalles a tener en cuenta para priorizar objetivos y observaciones durante el resto de la campaña.

El martes 5 de junio las condiciones de mar empeoraron ligeramente y se decidió trabajar en una zona cercana a puerto y parcialmente al abrigo del viento de poniente, frente a Conil de la Frontera. La tripulación fue la misma que el día anterior con la excepción de Manuel Carrión,



que no embarcó. Entre las 8:00 y las 9:30 AM, se consiguió completar el trabajo satisfactoriamente en un total de 6 puntos más (W1 a W6), todos ellos de fondos blandos.

El miércoles 6 de junio las condiciones de mar fueron ligeramente mejores y dado que era un día de mínimo coeficiente de marea, se decidió zarpar e intentar cubrir la zona cercana a Cabo Trafalgar. Entre las 8:00 y las 13:00 h, en las que la mar estaba practicable aunque con dificultades, se consiguió completar el trabajo en un total de 18 puntos, concentrados en el entorno del Bajo Aceitera y alrededores.

El jueves 7 de junio se esperaban mejores condiciones de viento y mar, pero las previsiones no se cumplieron del todo y el oleaje se mantenía cercano al metro de altura, con un periodo de entre 10 y 15 segundos por la mañana.

El viento amainó durante las primeras horas del día, que se aprovecharon para trabajar en el sector más occidental del ámbito, que llegaba hasta cerca de Sancti Petri. En esas condiciones el tiempo de navegación se prolongó durante una hora y media hasta alcanzar el primer punto (W115), el más alejado de la costa. Entre las 8:30 que se llegó a ese punto, y las 17:30 que se terminó el último, se realizaron un total de 30 puntos, cubriendo las zonas de Los Marrajos y Lajas de Cabo Roche. Se intentó sin éxito realizar una grabación específica del lugar conocido como La Piedra que Revienta Navíos.

El viernes día 8 de junio el coeficiente marea ya empezaba a remontar pero el viento amainó y empezó a rolar a dirección sur. Aun así, el oleaje se mantenía como en días anteriores y eso dificultaba los trabajos de navegación coordinada entre el barco y el ROV y el propio izado seguro del ROV. Se procuró aprovechar al menos las primeras horas del día para cubrir algunos puntos que podrían resultar relevantes, entre la zona de buceo conocida como Los Astroides y el Placer de Meca.

Entre las 7:30 y las 9:00 h se consiguió trabajar en 9 puntos, pero ya no fue posible continuar y hubo que volver a puerto. En ese momento se dio por terminada la campaña, pues no había que esperar ya una ventana de tiempo en condiciones aceptables para el trabajo, ni en ese día ni en días sucesivos, y el objetivo principal se había conseguido.

El resto de la jornada se dedicó a poner en común el trabajo con Jorge Sáez, a realizar entrevistas y demostraciones para los reporteros que acudieron a puerto y a recoger todo el material.

El sábado día 9 de junio se dedicó enteramente a realizar el viaje de vuelta con los equipos y a proceder a su desmovilizado, tareas que se dieron por concluidas a las 22:00 h de esa jornada.



### 3.4 Procesado de vídeos

Se han realizado un total de 68 inmersiones válidas con el ECOROV y en cada una de ellas se filmaron secuencias de vídeo con alta resolución de entre 5 y 15 minutos de duración. El procesado de los vídeos ha consistido en su visualización detenida para la selección de imágenes o marcos representativos de los diferentes fondos que se observaban en cada secuencia y para obtener varias réplicas de cada uno de ellos, procurando que la distancia entre ellos fuese mayor de 5 m para que no cayeran en la misma celda de análisis.

Cada marco seleccionado se geotiquetaba posteriormente, a partir de las posiciones con precisión circa métrica que el programa de asignación de coordenadas en tiempo real (*StreamPix*) almacena durante la grabación. Estas coordenadas corresponden a las posiciones DGPS en el centro de referencia a bordo, corregidas en tiempo real mediante un sistema acústico (*WaterLinked®*) que comunica el ROV con el barco y que permite conocer su posición relativa por triangulación entre un localizador en el ROV y cuatro receptores dispuestos por las bordas del barco.

Por otro lado, se generó una tabla de imágenes de referencia que se puso en común con los biólogos marinos de la Asociación HyT, en la que se describen tomas características en cada zona de inmersión (**ANEJO I**) y que permite asociar a cada zona la secuencia correspondiente de los vídeos que se entregan junto a este trabajo.

Posteriormente, y con ayuda de dicha tabla, a las casi 500 imágenes seleccionadas se les añadió una serie de metadatos, que incluyen entre otros un código único, coordenadas, profundidad y la asignación del hábitat en los niveles 2 y 3 de la “Lista Patrón de los Hábitats Marinos Presentes en España” del INVENTARIO ESPAÑOL DE HÁBITATS Y ESPECIES MARINOS (MAGRAMA, 2012). Esos son los puntos que han servido finalmente para entrenar los algoritmos de generación cartográfica, junto a los 65 que ha aportado la Asociación HyT de las 12 inmersiones de buceo con escafandra autónoma realizadas. Tras la eliminación de las observaciones que tenían incertidumbre, se han retenido finalmente 524 puntos como válidos.

Por otro lado, esos puntos se han incorporado a una capa GIS (shp) que en los puntos tomados con ROV permite abrir al pinchar en cada uno la imagen correspondiente (en el caso del sistema QGIS mediante la herramienta eVIS, ver Figura 9). Dicha capa se entrega junto a las imágenes correspondientes en formato TIF en un archivo denominado “Puntos verificación.shp”.

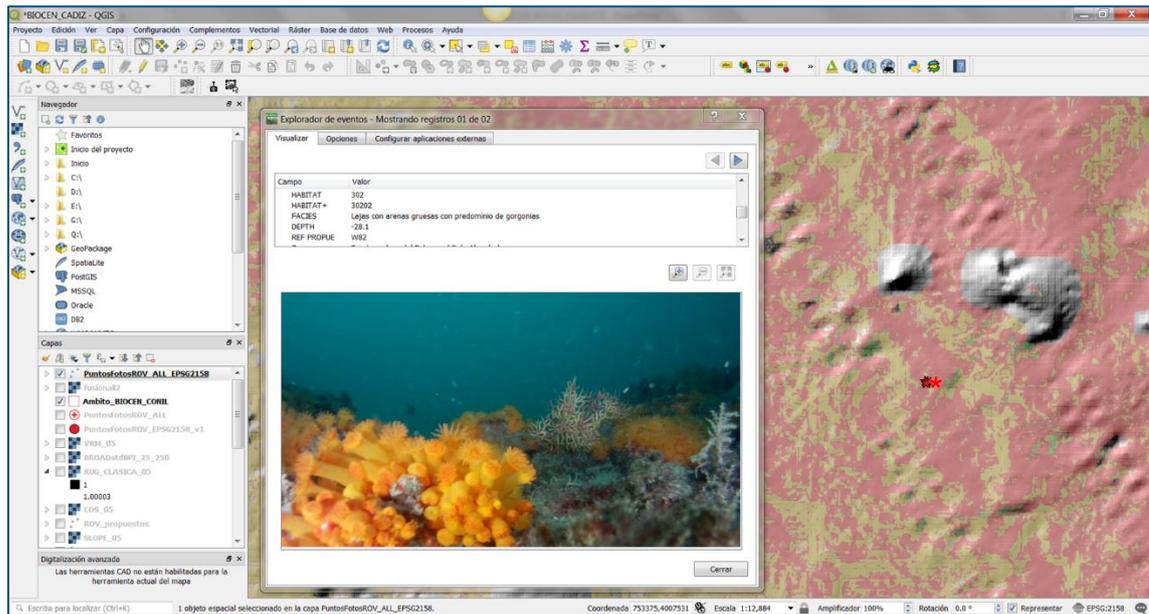


Figura 9. Visualización de imágenes al clicar en el punto de inmersión (QGIS)

### 3.5 Modelado de distribución espacial

Para modelar la distribución espacial de hábitats o especies, se ajusta una función de probabilidad sujeta al condicionante de los valores medios de las variables ambientales en los lugares en los que se ha observado ese hábitat o especie.

Esto se repite para cada uno de los hábitats o especies de interés, para los que previamente se ha generado una colección de verificaciones (ver apartado siguiente). Finalmente, se selecciona el hábitat que presenta la mayor probabilidad para cada píxel y el mapa resultante se somete a un proceso de vectorización y posterior generalización cartográfica.

Después de probar con diferentes algoritmos, finalmente se ha optado por el Maxent<sup>1</sup>, que es el que ha mostrado un comportamiento más estable para el tipo de datos disponible. Este programa aplica una técnica de autoaprendizaje de computadoras conocida como modelado de máxima entropía. Durante el proceso de optimización, el algoritmo genera una distribución de probabilidad de los píxeles en la cuadrícula. El parámetro de salida es la ganancia, que se define como la probabilidad logarítmica promedio de la muestras de presencia.

<sup>1</sup> Steven J. Phillips, Miroslav Dudík, Robert E. Schapire. [Internet] Maxent software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.1). Available from url: [http://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/maxent/](http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/). Accessed on 2018-11-5.



## 4 RESULTADOS

### 4.1 Asignación de hábitats a imágenes

La mayor parte de los puntos de control (211, es decir el 65%) corresponden al *Piso infralitoral rocoso y otros sustratos duros* (código 0301) de la Lista Patrón de los Hábitats Marinos Presentes en España. En todos los casos, estos puntos se pueden encuadrar en el Hábitat 1170 (Arrecifes) de la Directiva Hábitats.

De ellos, hay 7 en la zona del Cabo de Trafalgar que podrían clasificarse también como *Paredes y suelos de túneles infralitorales y circalitorales sometidos a hidrodinamismo intenso* (03030115). En consecuencia, estos enclaves se pueden encuadrar también en el Hábitat 8330 (Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas) de la Directiva Hábitats.

Aparte de esas comunidades más esciáfilas, entre los hábitats con código 301 se han identificado tres subcategorías (en el ANEJO I se pueden encontrar imágenes y el detalle de cada una de ellas):

- *Roca infralitoral superior expuesta* (código 030101). Representa una buena parte de las observaciones (141). Incluye sobre todo lajas y rocas con algas fotófilas en las zonas más someras (*Dyctiota sp.*, *Plocamium cartilagineum*, *Jania rubens*, *Corallina elongata*, *Udotea petiolata*, *Codium bursa*) o menos fotófilas según la orientación de la ladera (*Asparagopsis armata*, *Colpomenia sinuosa*, *Enteromorpha sp.*, *Plocamium cartilagineum*, *Dyctiota sp.*).
- *Roca infralitoral superior moderadamente expuesta* (código 030102). A partir de 10 m de profundidad aparecen islotes de coral naranja (*Astroides calycularis*) otras especies de invertebrados sensibles como *Stolonica socialis*. Se presenta en un total de 22 observaciones.
- *Roca infralitoral inferior* (código 030104). Se presenta en 49 casos y más concretamente se refiere al hábitat de *Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados*. Se ha observado entre 18 y 28 m de profundidad.

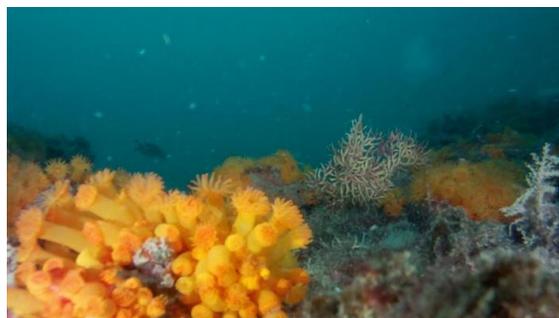
El hábitat de *Piso circalitoral rocoso y otros sustratos duros* corresponde al código 0302 de la Lista Patrón de los Hábitats Marinos. En todos los casos observados (71 registros en la selección de puntos de entrenamiento, es decir el 14% del total) se asignan al nivel de *Roca circalitoral dominada por invertebrados* (código 030102), aunque en algunos casos el rango de



profundidades podría solapar con el característico del infralitoral en esta zona y en esos casos la distinción entre esta clase y la anterior (roca infralitoral inferior) no es evidente.

Se presentan estas observaciones entre 20 y 45 m de profundidad y en diferentes configuraciones, desde rocas sueltas sobre arenas gruesas y otros sustratos sedimentarios hasta extensas lajas. Son comunidades dominadas por animales sésiles filtradores (gorgonias), aunque en algunos casos pueden aparecer algas (*Halopteris* sp. y otras). En este grupo se encuentran los enclaves que desde el punto de vista de la biodiversidad resultan más valiosos, debido tanto a la alta diversidad de especies como a la presencia de especies sensibles y protegidas. Entre las especies de invertebrados que se observan a simple vista en estas imágenes se presentan las siguientes:

*Aplidium punctum*  
*Aglophenia* sp.  
*Alcyonum palmatum*  
*Astroides calycularis*  
*Axinella polyplodes*  
*Clavellina dellawallei*  
*Crambe crambe*  
*Crella* sp.  
*Cucumaria* sp.  
*Dendrophyllia laborelli*  
*Eunicella verrucosa*  
*Eunicella labiata*  
*Filograna implexa*  
*Leptogorgia lusitanica*  
*Myriapora* sp.  
*Stolonica socialis*



La tercera y última categoría de hábitat en los que se han clasificado las observaciones corresponde a los *Pisos Infralitoral y circalitoral sedimentarios* (código 0304). En este caso, se han asignado a dos niveles diferentes.

El primero de ellos (030401) se refiere a *Cantos y gravas infralitorales y circalitorales* e incluye también los fondos de cascajo y de arenas gruesas. Se presenta en 66 puntos (13% del total) y en un rango amplio de profundidades (entre 10 y 44 m de profundidad).





El segundo nivel de fondos sedimentarios (030402) corresponde a las *Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales*. Incluye los bancos de arenas finas, las arenas fangosas, en las habitan hidozoos, poliquetos tubícolas y en ocasiones la ascidia vulnerable *Halocynthia papillosa*. Este tipo de fondo se ha encontrado en un total de 146 observaciones (28% del total).



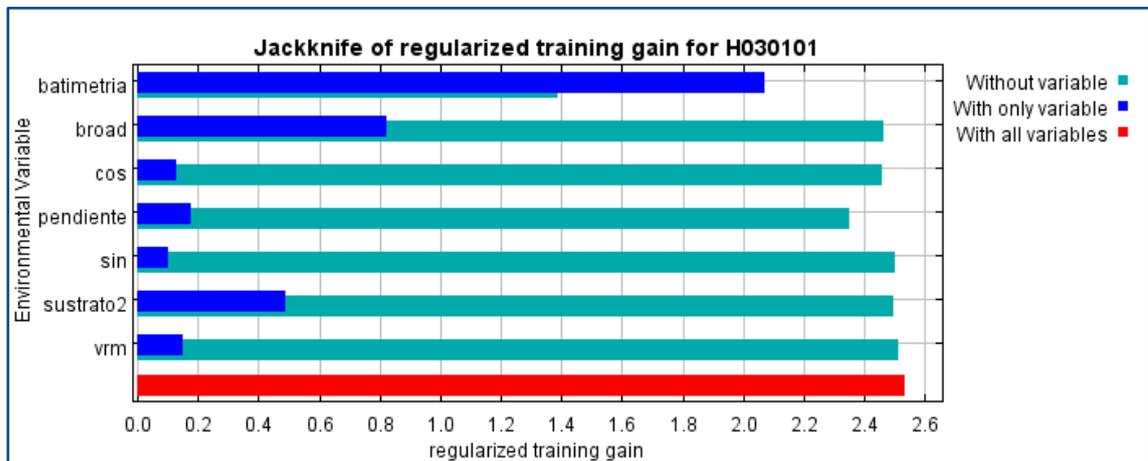
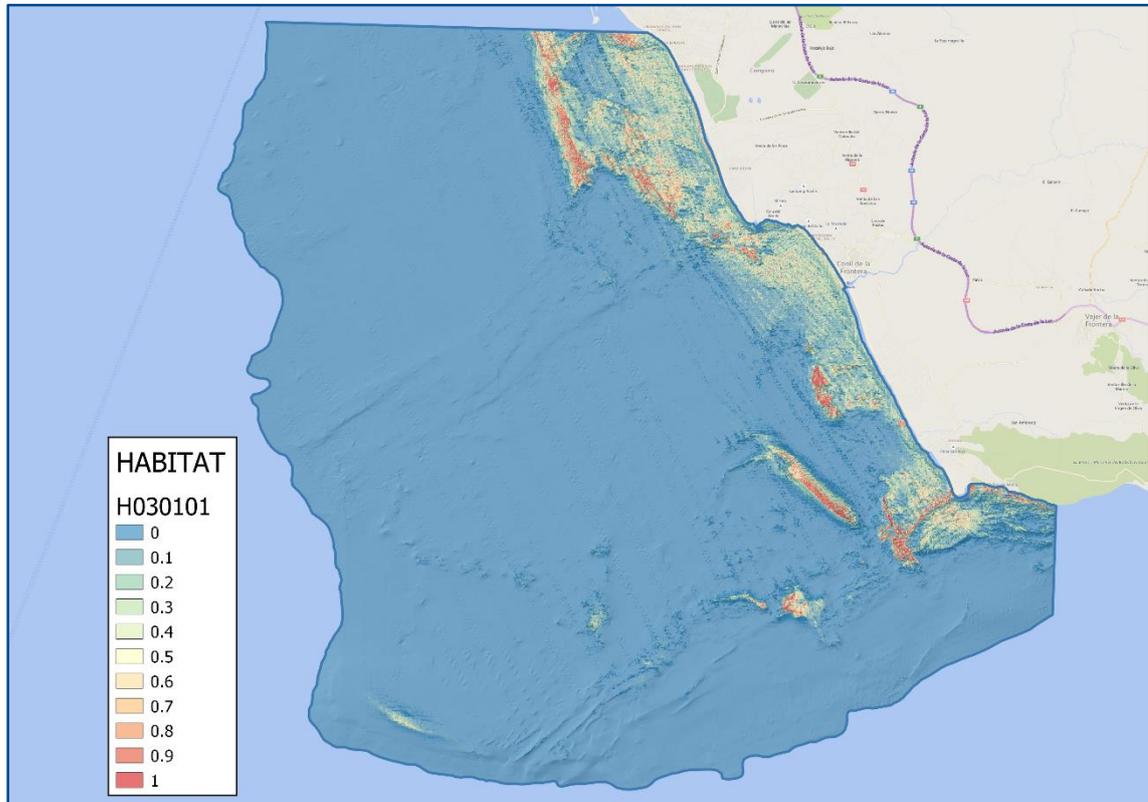
#### 4.2 Cartografía por hábitats

El resultado obtenido parte de una explotación exhaustiva de los datos disponibles y está optimizado considerando la limitada resolución de la información de partida y la ausencia de un mapa de tipología de sustrato a una escala compatible. Proporciona una base robusta para una cartografía de hábitats que sostenga la toma de decisiones en el proceso de implantación de figuras de protección a este valioso espacio, pero podría fácilmente convertirse en una herramienta para la gestión e investigación en este espacio si se subsanaran algunas de las carencias de la información de partida.

A continuación se presenta la distribución obtenida para cada uno de los hábitats definidos en términos de probabilidad de ocupación y la importancia que adquiere cada variable ambiental en dicha distribución (color azul oscuro en el cuadro inferior a cada mapa).

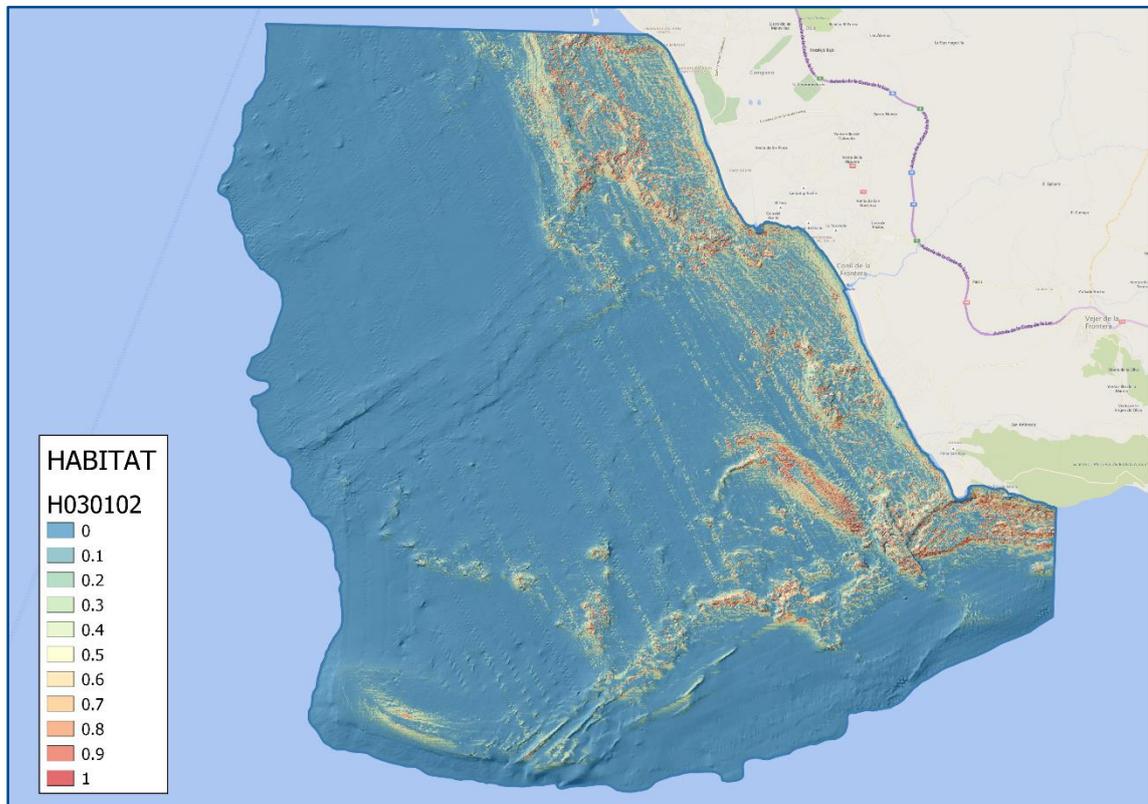


### 4.2.1 Roca infralitoral superior expuesta



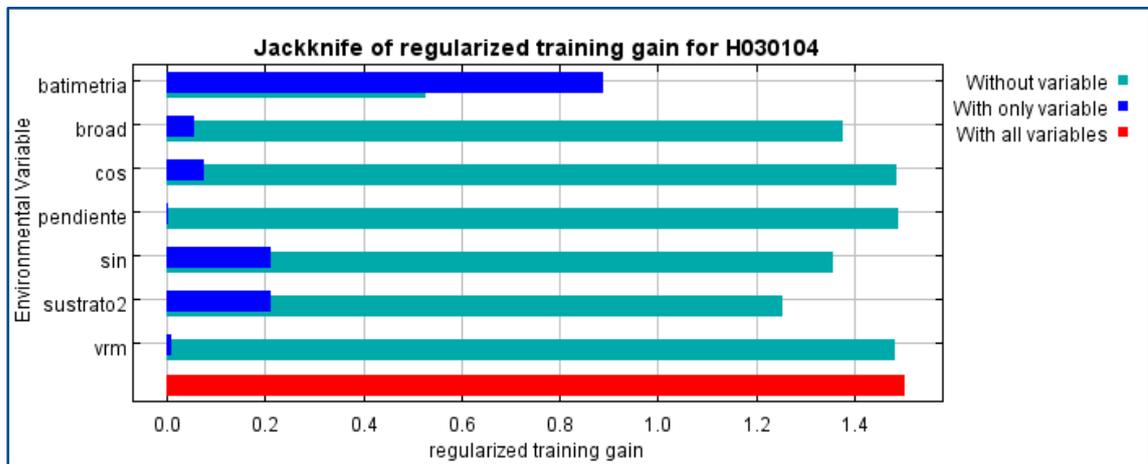
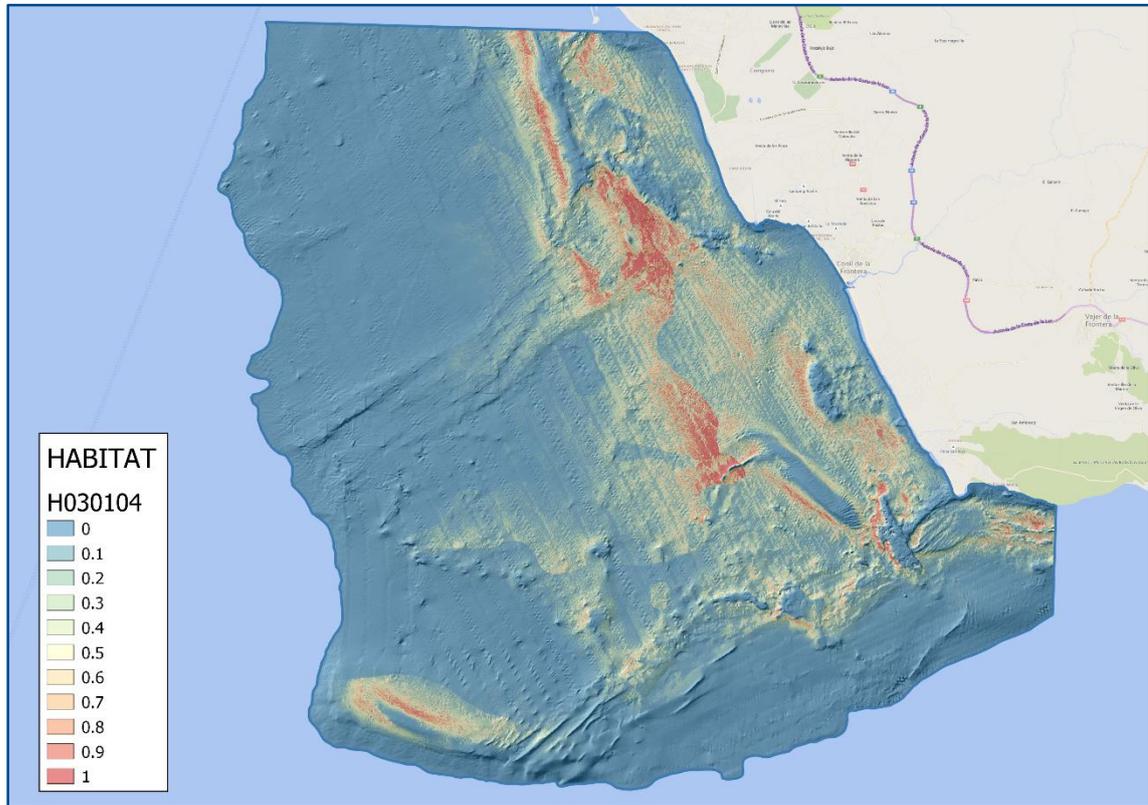


### 4.2.2 Roca infralitoral superior moderadamente expuesta



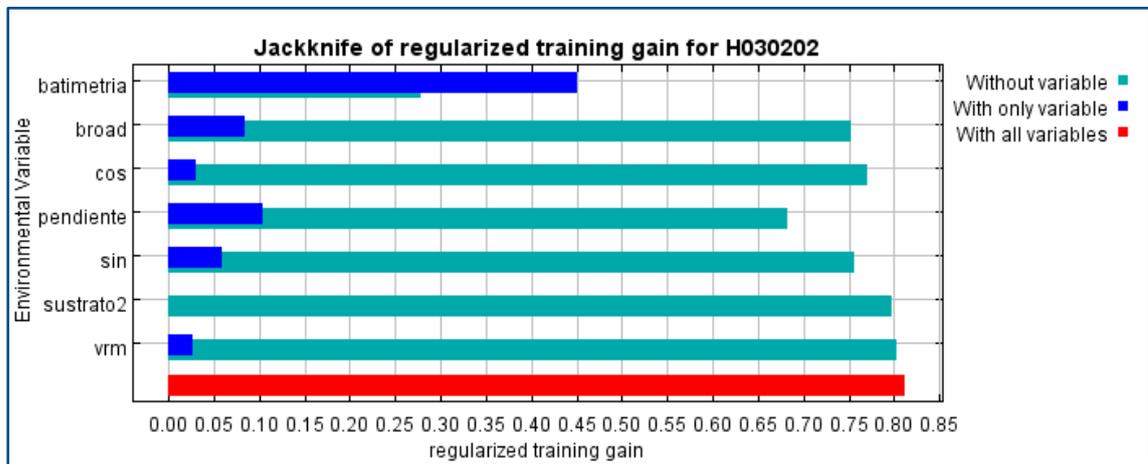
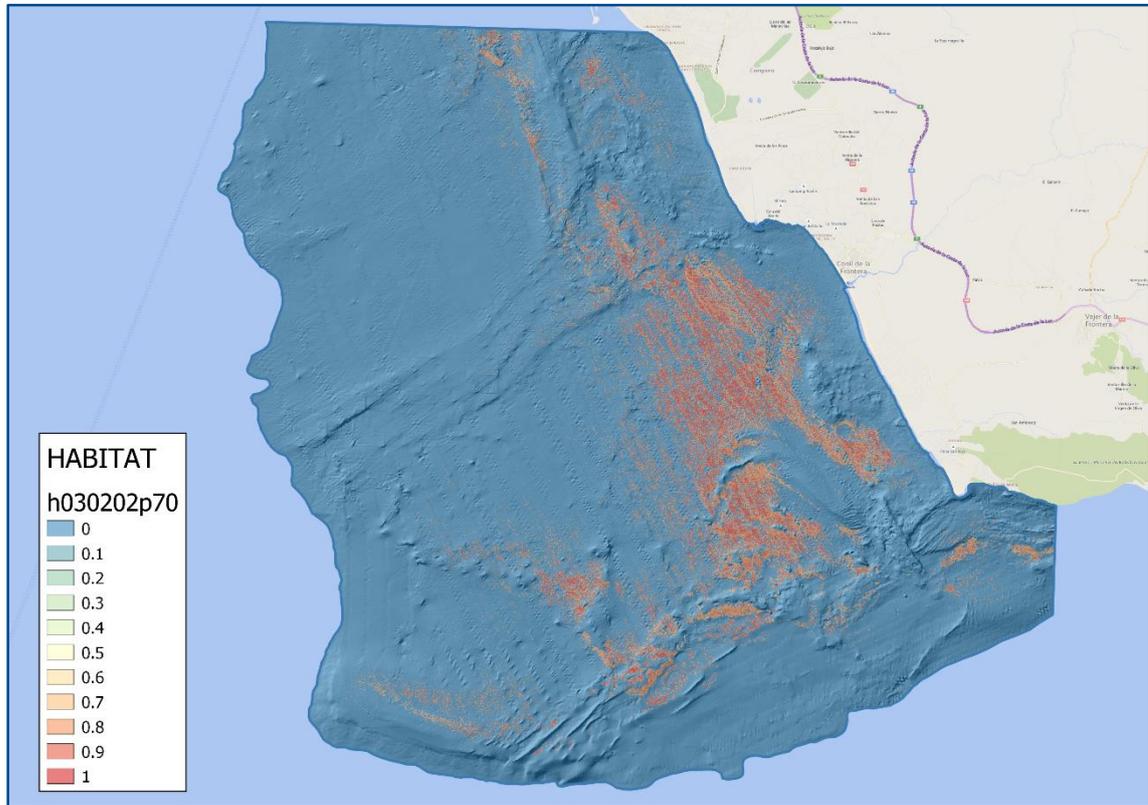


### 4.2.3 Roca infralitoral inferior



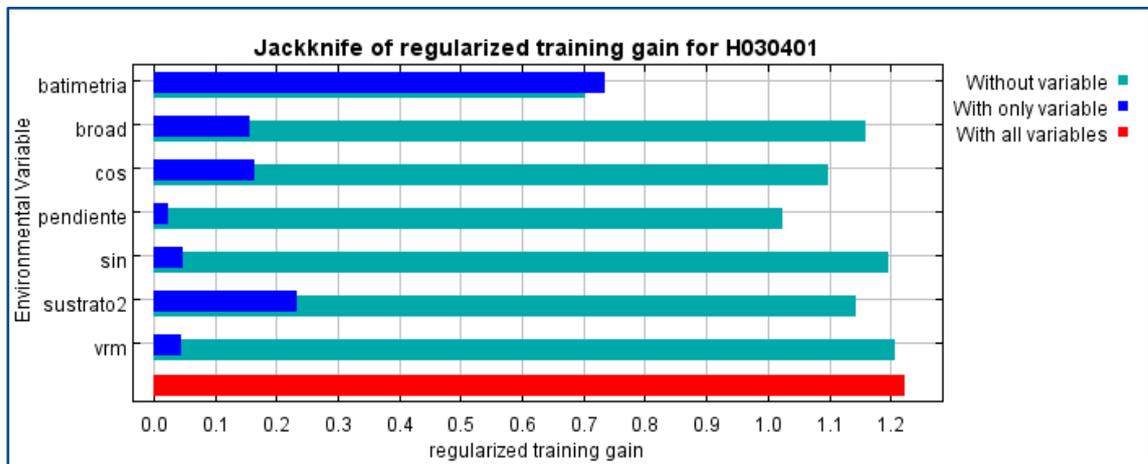


#### 4.2.4 Roca circalitoral dominada por invertebrados



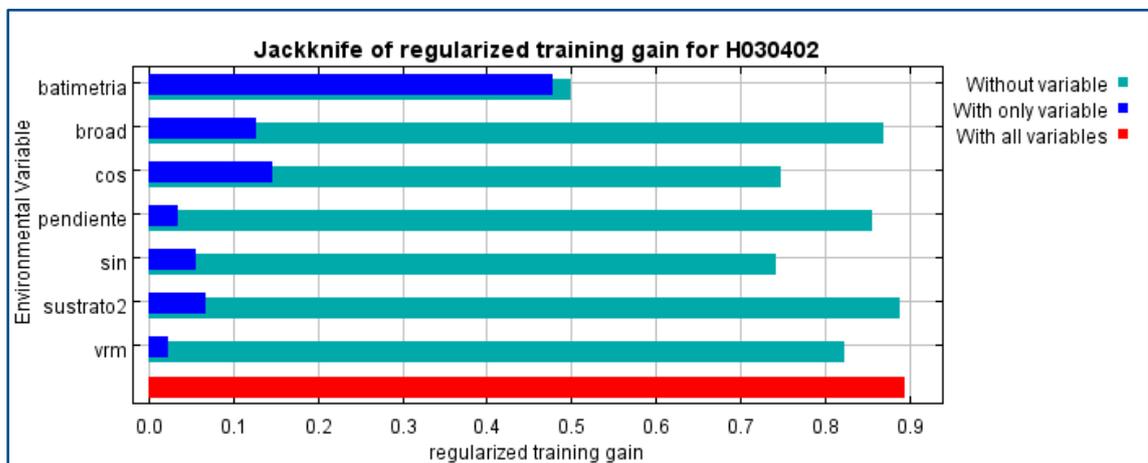
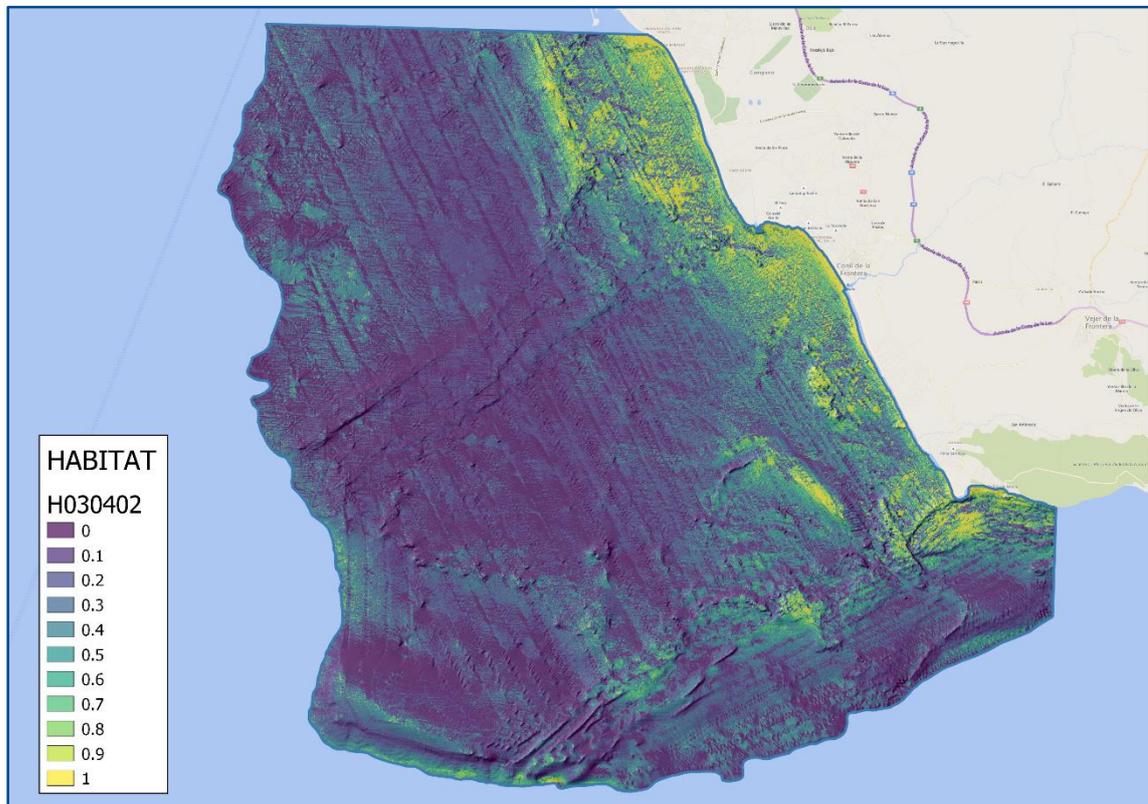


#### 4.2.5 Cantos y gravas infralitorales y circalitorales





#### 4.2.6 Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales





### 4.3 Mapa final de hábitats

#### 4.3.1 Lista Patrón

Después de aplicar una serie de reglas de preponderancia en función de la probabilidad de ocurrencia de cada hábitat en cada celda de 5 m, se ha generado un mapa agregado (Figura 10) que incluye todos los hábitats clasificados según el nivel 3 de la Lista Patrón de los Hábitats Marinos.

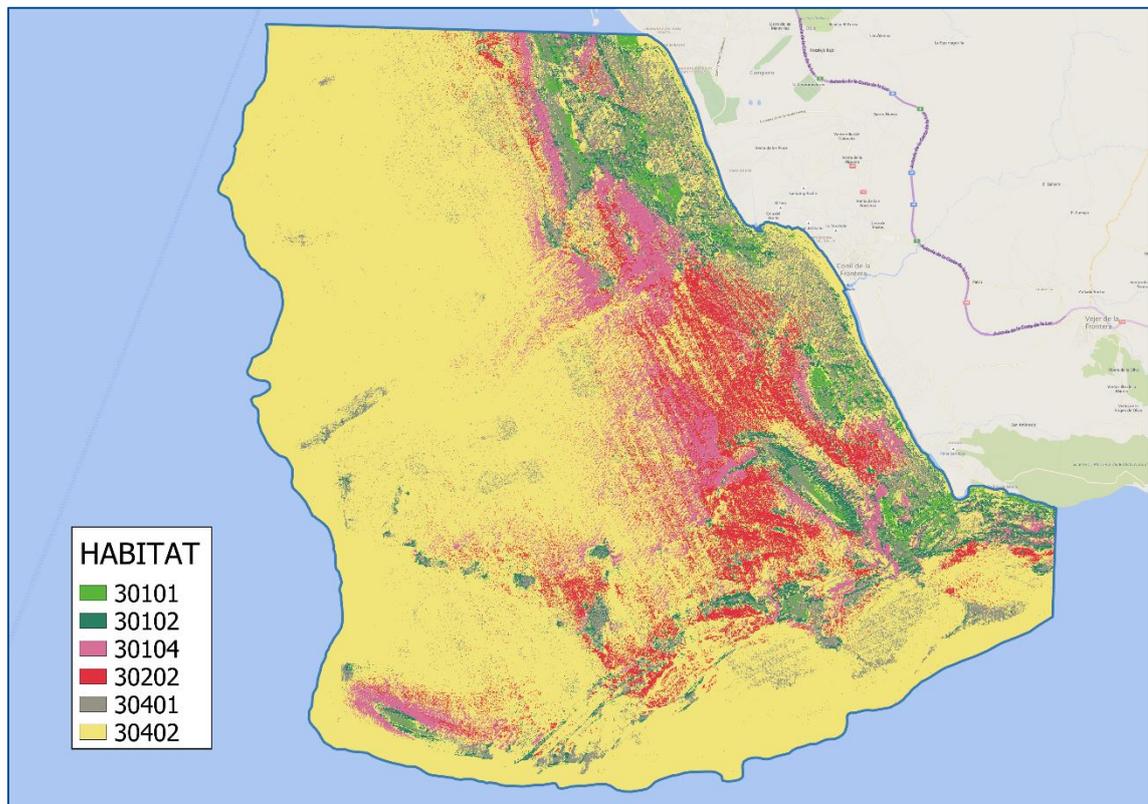


Figura 10. Mapa raster generado con los hábitats bentónicos clasificados

Sobre este mapa, se ha realizado un análisis de las celdas en términos de hábitats de la mencionada Lista Patrón, cuyo resultado se resume en la siguiente tabla:



LISTA PATRÓN (Nivel 2)	LISTA PATRÓN (Nivel 3)	CÓDIGO	SUPERFICIE (ha)	
			Ha	%
Piso infralitoral rocoso y otros sustratos duros (0301)	Roca infralitoral superior expuesta	030101	1.453	2%
	Roca infralitoral superior moderadamente expuesta	030102	4.078	4%
	Roca infralitoral inferior	030104	6.401	7%
Piso circalitoral rocoso y otros sustratos duros (0302)	Roca circalitoral dominada por invertebrados	030202	7.296	8%
Pisos Infralitoral y circalitoral sedimentarios (0304)	Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales	030402	67.685	72%
	Cantos y gravas infralitorales y circalitorales	030401	6.549	7%
<b>TOTAL:</b>			<b>93.462</b>	<b>100%</b>

La superficie total clasificada es de algo más de 93 000 ha. Resulta patente la preponderancia de la extensión de las arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales (72%). Los hábitats de roca infralitoral inferior y circalitoral inferior y de cantos y gravas ocupan extensiones similares (7-8 % del total). Son minoritarias las superficies de roca infralitoral superior (2-4%).

#### 4.3.2 Hábitats de Interés Comunitario

Para estimar las equivalencias en términos de hábitats marinos de interés comunitario (tabla siguiente), se han agregado los de carácter rocoso para estimar la extensión del hábitat de «Arrecifes» (1170).

Por otro lado, se ha calculado la superficie de zonas de arenas y arenas fangosas por encima de los 20 m de profundidad para estimar la superficie de la zona que podría albergar el tipo de hábitat 1110 «Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda». Esto no es óbice para que este tipo de formaciones se puedan presentar a mayores profundidades en el ámbito, pero se aplica aquí como criterio restrictivo esa profundidad orientativa que se establece en el manual de interpretación de los hábitats marinos de interés comunitario.

DIRECTIVA HABITATS	CÓDIGO	SUPERFICIE (ha)	
		Ha	%
Arrecifes	1.170	19.229	21%
Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda	1.110	4.461	5%
<b>TOTAL:</b>		<b>93.462</b>	<b>25%</b>

Las superficies en su conjunto suponen el 25% del total del ámbito (Figura 11), de los cuales la mayor parte se refiere al hábitat de “Arrecifes” que, como se ha visto, incluyen enclaves de muy alto valor ecológico.

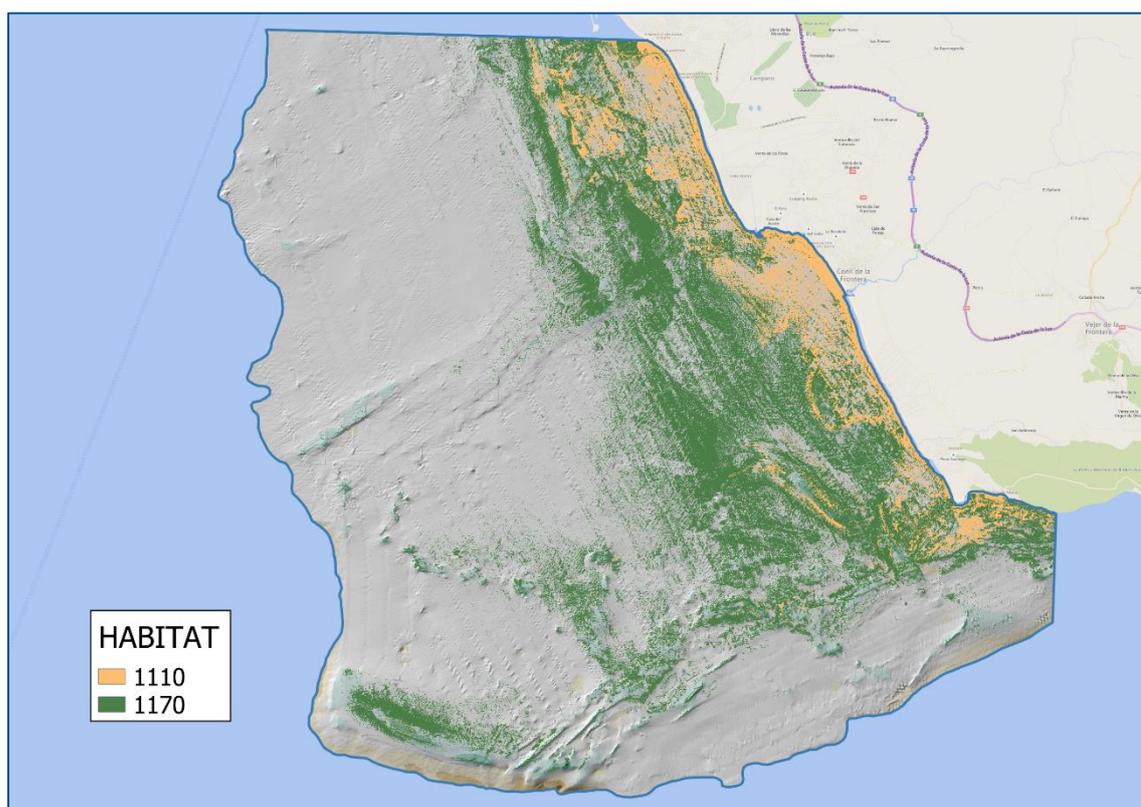


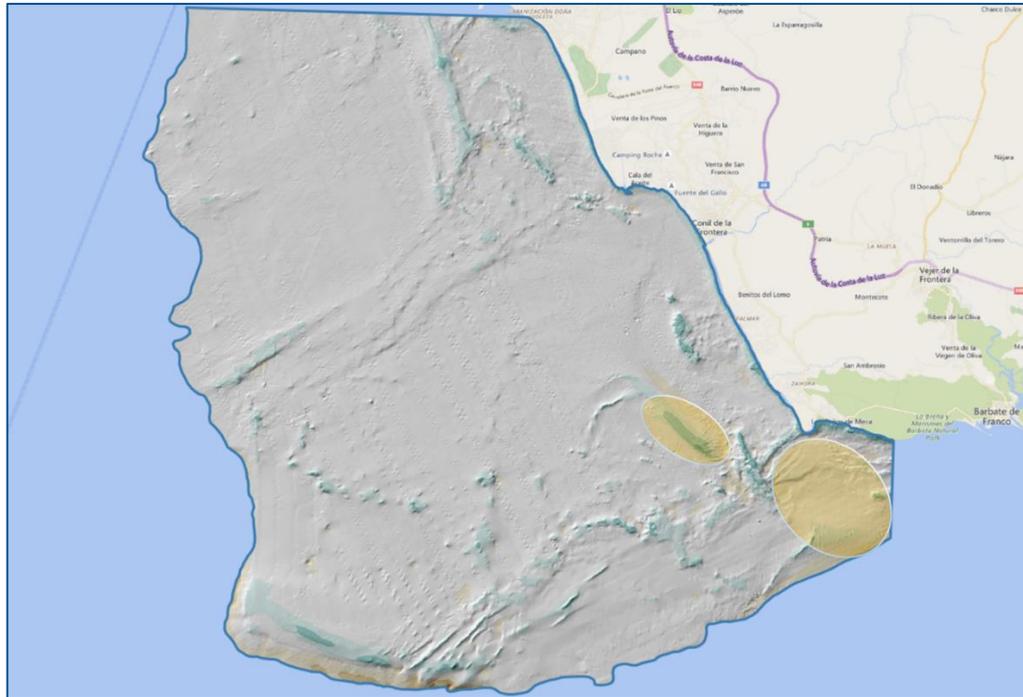
Figura 11. Mapa resultante de Hábitats de Interés Comunitario

#### 4.3.3 Enclaves de especial interés

El análisis más detenido de la morfología del terreno en la capa de índice de posición batimétrica apunta 3 zonas (Figura 12) en las que con mayor probabilidad se pueden localizar



bancos de arena propiamente dichos, ateniéndonos a su definición: *Los bancos de arena son elementos topográficos irregulares elevados, alargados, redondeados o irregulares, permanentemente sumergidos y rodeados predominantemente de aguas profundas.*



**Figura 12. Zonas de mayor probabilidad de presencia de bancos de arena**

Por otro lado, dentro del ámbito de Arrecifes los enclaves de mayor biodiversidad se concentran en las unidades de los hábitats de roca infralitoral inferior y circalitoral inferior, que suman un 15% del total de la superficie. Entre las observaciones directas realizadas, se aprecia que dentro de esos hábitats hay zonas aparentemente más degradadas y otras en las que su estado de conservación y su biodiversidad son máximos.

En los mapas siguientes (Figura 13 y Figura 14) se representan los puntos de verificación en los que la valoración realizada por HyT es de 8 o superior (en una escala relativa de 0 a 10) y que junto a algunos de los enclaves que tienen más relevancia para la actividad de buceo deportivo, podrían considerarse como una primera lista de “*hot spots*” en los que priorizar las acciones de conservación.

Con ese fin se ha generado una capa de polígonos denominada “Zonas enclaves especial interés.shp” (Figura 15), teniendo en cuenta el relieve y la distribución de los hábitats de mayor interés (H030104 y H30202).



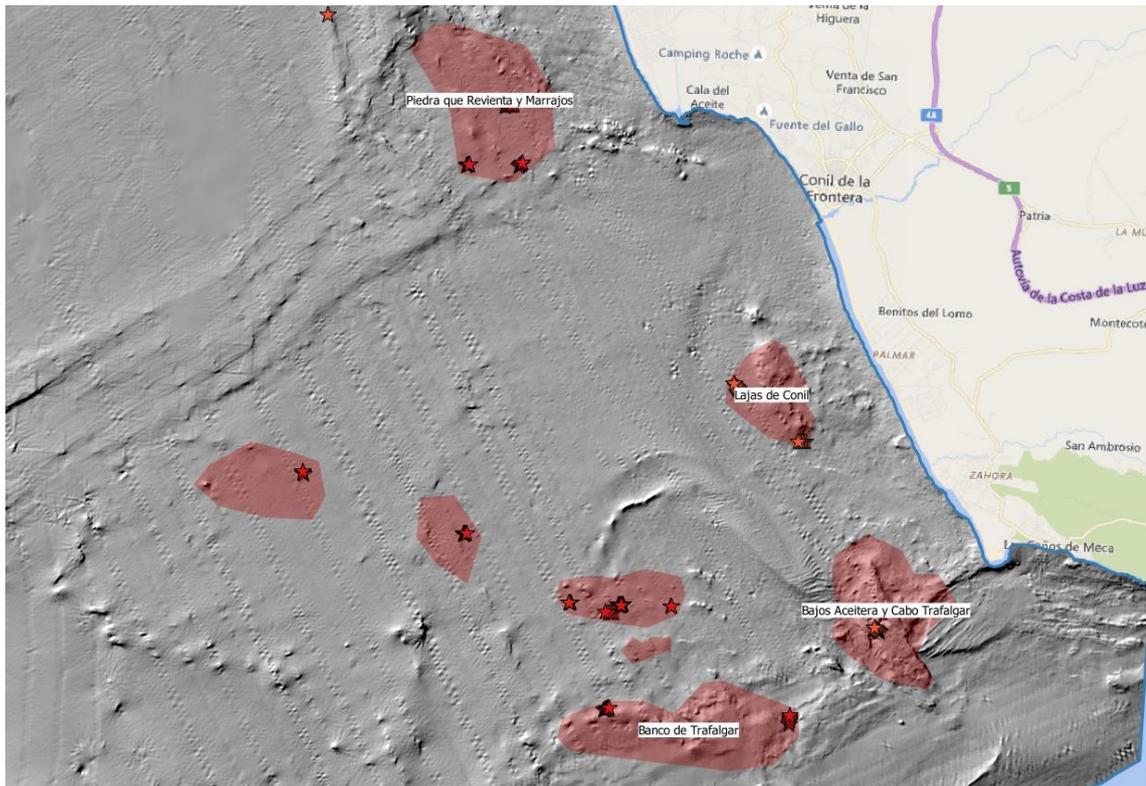


Figura 15. Zonas que contienen los enclaves de interés especial con la información de verificaciones realizadas hasta el momento



## 5 RESUMEN Y CONCLUSIÓN

A partir de cartografía marina preexistente, y de variables derivadas de la misma en la zona del Mar de Cabo Roche propuesta como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) y de una Reserva Marina de Interés Pesquero (RMIP), se ha realizado una cartografía de hábitats apoyada en una campaña videográfica realizada desde ROV siguiendo un esquema de muestreo estratificado. En esta campaña se han realizado 68 inmersiones de las que se han extraído y georreferenciado unas 500 imágenes representativas de los diferentes hábitats y facies observadas. A ese banco de imágenes desarrollado para el entrenamiento de los algoritmos de modelado de la distribución espacial, se han añadido las imágenes obtenidas mediante buceo con escafandra autónoma por la Asociación Hombre y Territorio en 12 enclaves de especial interés.

El resultado ha permitido generar un mapa de 5 hábitats diferenciados en el nivel 3 de la “Lista Patrón de los Hábitats Marinos Presentes en España” del INVENTARIO ESPAÑOL DE HÁBITATS Y ESPECIES MARINOS que posteriormente se han hecho corresponder con dos de los hábitats incluidos en la Directiva Hábitats: Hábitat 1170 («Arrecifes») y Hábitat 1110 («Bancos de arena someros sumergidos de forma permanente»). En el primero de ellos se engloban además algunas observaciones realizadas con escafandra autónoma por la Asociación Naturaleza y Territorio que, pese a no tener una expresión espacial significativa en planta a esta escala de análisis, representan también un tercer tipo de hábitat: 8330 «Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas».

Las superficies que engloban ambos tipos de hábitats representan el 25% del ámbito e incluyen algunas comunidades de muy alto valor ecológico desde el punto de la biodiversidad de la fauna bentónica invertebrada y de la sensibilidad y vulnerabilidad de algunas de sus especies. Su presencia y alto grado de colonización se han verificado tanto en la campaña de ROV (extensiva) como en la de buceo con escafandra autónoma (más dirigida a documentar en detalle este tipo de enclaves). En particular, la superficie potencial de los hábitats que albergan estas comunidades de alta diversidad dominadas por invertebrados (030104 y 030202) se estima en unas 13 700 ha, lo que representa un 15% de la superficie total del ámbito estudiado.

En una comparación directa (cuadro siguiente) con la cartografía de comunidades elaborada en el contexto de la Ecocartografía del Litoral de Cádiz, la superficie correspondiente al hábitat 1170 es un 16% más elevada en este trabajo (19 229 ha frente a 16 648 ha) y eso teniendo en cuenta que se ha aplicado en este trabajo un criterio restrictivo al retener solamente las celdas con una probabilidad superior al 70% en la distribución potencial de la unidad de comunidades de roca circalitoral dominada por invertebrados.



Fuente	Unidad	Superficie (ha)
Estudio actual (2018)	Roca infralitoral superior expuesta	1,453
	Roca infralitoral superior moderadamente expuesta	4,078
	Roca infralitoral inferior	6,401
	Roca circalitoral dominada por invertebrados	7,296
	<b>Habitat 1170</b>	<b>19,229</b>
Ecocartografía Litoral de Cádiz (2012)	Comunidad de algas fotófilas infralitorales	4,935
	Comunidad de algas esciáfilas infralitorales en Régimen Calmo con facies de gorgonarios	11,713
	<b>Habitat 1170</b>	<b>16,648</b>

En relación al Hábitat 1110 («Bancos de arena someros sumergidos de forma permanente»), se han ubicado al menos dos zonas con este tipo de formaciones en el ámbito prospectado. En este s también digna de mención la presencia con muy alta probabilidad (al menos en haces aislados) de *Cymodocea nodosa* en el sector más oriental del ámbito, al sur y sureste de Cabo Trafalgar que podrían representar vestigios de las praderas que forman entre esta zona y Tarifa.

Aparte de estas grandes zonas, hay enclaves concretos que se destacan por su constatada relevancia en las inmersiones realizadas en este trabajo y por HyT, pero también en las zonas en las que se concentra la práctica del submarinismo. Todas estas zonas se han incluido en un mapa específico (enclaves de muy alto valor).

Se concluye finalmente que la aproximación metodológica aplicada refuerza desde el punto de vista científico-técnico la iniciativa de dotar a esta zona de un grado de protección acorde con su alto valor ecológico y compatible con una explotación sostenible de sus recursos.

No obstante, este trabajo se debe considerar como una clasificación preliminar de los hábitats, que para considerarse definitiva requiere ulteriores esfuerzos de verificación, puesto que se trata de una de zona de gran extensión, y también una información de partida de mayor resolución en zonas concretas, especialmente en lo que se refiere al tipo de sustrato.



## 6 RECOMENDACIONES

El trabajo realizado sienta las bases metodológicas para desarrollar una herramienta de gestión de este espacio natural basada en el conocimiento funcional de sus ecosistemas. Los algoritmos aplicados no sólo permiten obtener cartografía con alta resolución de la distribución espacial de los hábitats, sino también de otros elementos, como pueden ser biocenosis o especies concretas que resulten clave por su grado de protección o por su potencial indicador del estado del ecosistema. Es además una potente herramienta para comprender relaciones causales entre variables relevantes, plantear nuevas hipótesis e iniciativas de investigación y ensayar medidas de gestión.

Considerando las limitaciones de escala en la información batimétrica y sobre todo del sustrato, así como el alcance restringido de los muestreos de verificación, el trabajo realizado es indudablemente mejorable con nuevas y mejores capas de información. No es menos cierto que el esfuerzo realizado, además de dar respuesta al propósito buscado en el presente Estudio, puede ser de gran utilidad en el futuro, facilitando las futuras rondas de análisis que se puedan (y que se deberían) ejecutar para profundizar tanto en la resolución espacial y precisión de los modelos como en la resolución temática, que en algunos casos de interés podría llegar al de especie. A esa escala ya será posible ensayar el efecto de diferentes presiones. Esto respondería además a la necesidad de focalizar en zonas concretas los esfuerzos de conservación, porque las extensiones de los hábitats a la escala analizada superan con creces las zonas que incluyen las comunidades y especies de mayor interés.

Para ello, los primeros pasos a dar serían incrementar la resolución de la información básica en las zonas calificadas como de mayor interés e incorporar variables relativas al hidrodinamismo, así como reforzar la base de datos de verificación. Esto se traduce en las siguientes acciones:

- a) En las zonas más relevantes del ámbito se recomienda realizar un levantamiento hidroacústico con sonar de barrido lateral y/o sonar interferométrico en las zonas más abruptas, con el que además se puede mejorar la resolución del modelo batimétrico digital y pasar de 5 m a 0,5 m en esas zonas. Se procedería entonces a la clasificación de tipos de sustrato y de algunas comunidades a partir del análisis de imagen sobre sonogramas y de la reflectividad de los ecos acústicos.
- b) Adquisición de información sobre la dinámica de las poblaciones de peces y de la biodiversidad de sus comunidades, apoyándose en información pesquera pero también en herramientas prospectivas (hidroacústica) y de análisis independientes de pesquerías, siguiendo las propuestas en este sentido del ICES.



- c) Modelado de la velocidad de la corriente a partir de datos disponibles para derivar indicadores de hidrodinamismo que se puedan añadir a los algoritmos de modelado de la distribución espacial de elementos biológicos. Idealmente, se aplicaría la batimetría de mayor resolución en las zonas de interés, en las que los invertebrados de alto valor en conservación mantienen una íntima dependencia de la hidrodinámica a una escala local.
- d) Realizar una campaña de videografía mediante ROV para completar algunas lagunas en la representación de unidades diferenciadas de hábitat en la base de datos de entrenamiento de algoritmos.
- e) En cada una de las zonas prospectadas, realizar nuevas rondas de ajuste de modelos de distribución espacial de comunidades y especies indicadoras y sensibles, introduciendo variables de presión y de estado de conservación: Generación de mapas potenciales y de respuesta a presiones.
- f) Introducción de variables dinámicas a más largo plazo y escala regional, relacionadas con el cambio climático, como la temperatura, irradiancia y el régimen de corrientes y geodinámica asociada a la dinámica del frente litoral de Cádiz desde la desembocadura del Guadalquivir.

En Santander, a 31 de octubre de 2018

Fdo.: Agustín P. Monteoliva Herreras

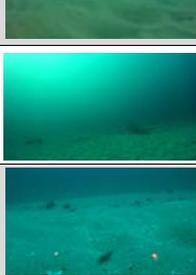
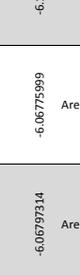
Director Técnico



# ANEJOS



# ANEJO I. DESCRIPCIÓN DE LAS INMERSIONES CON EL ECOROV

FECHA	HORA	PUNTO PREVIO INMERSIÓN	PROFUNDIDAD	SECUENCIA	CÓDIGO VIDEO	LATITUD	LONGITUD	TIPOLOGÍA	ESPECIES FLORA	ESPECIES FAUNA	FOTO REPRESENTATIVA	VALORACIÓN INTERÉS	COMENTARIOS
6/4/2018	8:25	W104	9	21-34-41.621	040618_01	36.28463601	-6.13379669	Lajas con predominio de algas fotófilas	<i>Plocamium cartilagineum, Jania rubens, Dyctiota sp., Udatea petiolata</i>	<i>Clavellina dellavallei, Myriapora truncata, Filograna implexa, Eudendrum sp</i>		3	
6/4/2018	8:37	W109	20	08-36-09.796	040618_02	36.2172966	-6.10049486	Arena y cascajo				0	
6/4/2018	8:51	W108	20-22	08-48-59.493	040618_03	36.21718216	-6.10110331	Lajas con predominio de algas	<i>Dyctiota sp., Plocamium cartilagineum, Jania rubens, Corallina elongata, Udatea petiolata, Codium bursa</i>	<i>Clavellina dellavallei, Holothuria tubulosa,</i>		2	Mojarras, doncellas
6/4/2018	9:10	W107	16	09-15-31.709	040618_04	36.21718979	-6.10045481	Fondo de arena gruesa con islotes de rocas	<i>Plocamium cartilagineum, Jania rubens,</i>	<i>Astroides calycularis</i>		3	Mojarras
6/4/2018	9:22	W106	10	09-25-32.101	040618_05	36.21701431	-6.1006217	Lajas con predominio de algas	<i>Plocamium cartilagineum, Jania rubens, Dyctiota sp., Udatea petiolata</i>	<i>Astroides calycularis, Hydrozoos spp.,</i>		3	Menos densidad de algas
6/4/2018	9:40	W105	10	09-43-40.710	040618_06	36.21828842	-6.10021162	Lajas con predominio de algas	<i>Plocamium cartilagineum, Jania rubens, Udatea petiolata, Asparagopsis taxiformis</i>			0	Chucho, Pargo,
6/5/2018	8:15	W6	22	08-24-19.861	050618_07	36.25104904	-6.1177783	Arena fina				0	
6/5/2018	8:27	W5	19	08-36-38.915	050618_08	36.25144196	-6.10104165	Arena fina				0	
6/5/2018	8:55	W3	15	08-51-09.371	050618_09	36.26794643	-6.10074329	Arena fina				0	
6/5/2018	9:05	W2	8.5	09-02-18.298	050618_10	36.26776123	-6.10042191	Arena fina				0	
6/5/2018	9:12	W1	4.3	09-10-47.546	050618_11	36.26783371	-6.1001668	Arena fina				0	
6/6/2018	8:24	W46	20-24	08-27-41.133	060618_12	36.15138245	-6.06775999	Arena fina				0	
6/6/2018	8:40	W45	27	08-38-59.324	060618_13	36.1516304	-6.06797314	Arena fina	<i>Asparagopsis taxiformis</i>	<i>Hydrozoos sp.</i>		1	
6/6/2018	8:47	W44	16	08-47-01.587	060618_14	36.16669464	-6.06750488	Lajas con predominio de algas y Stolonica	<i>Dyctiota sp., Plocamium cartilagineum, Asparagopsis armata, Asparagopsis taxiformis, Udatea petiolata, Jania rubens</i>	<i>Clavellina dellavallei, Stolonica socialis, Eunicea sp., Filograna implexa, Astroides calycularis</i>		4	Especies sensibles (Stolonica, Astroides y Eunicea)
6/6/2018	8:54	W42	6-7,5	08-54-53.931	060618_15	36.1667366	-6.06709814	Lajas con predominio de algas	<i>Dyctiota sp., Plocamium cartilagineum, Asparagopsis armata, Udatea petiolata, Jania rubens</i>	<i>Clavellina dellavallei</i>		2	

FECHA	HORA	PUNTO PREVIO INMERSIÓN	PROFUNDIDAD	SECUENCIA	CÓDIGO VIDEO	LATITUD	LONGITUD	TIPOLOGÍA	ESPECIES FLORA	ESPECIES FAUNA	FOTO REPRESENTATIVA	VALORACIÓN INTERÉS	COMENTARIOS
6/6/2018	9:11	W41	5-7	09-11-49,098	060618_16	36.151164948	-6.05120993	Lajas con predominio de algas	<i>Asparagopsis armata</i> , <i>Colpomenia sinuosa</i> , <i>Enteromorpha sp.</i> , <i>Plocamium cartilagineum</i> , <i>Dyctiota sp.</i>			0	
6/6/2018	9:19	W22	12	09-19-57,130	060618_17	36.1668962	-6.05087996	Lajas con predominio de algas e islotes con Astroides	<i>Dyctiota sp.</i> , <i>Asparagopsis armata</i> , <i>Jania rubens</i>	<i>Astroides calycularis</i>		4	Verrugato banco, mojarra, Sargo breado
6/6/2018	9:34	W21	20	09-34-13,833	060618_18	36.15110016	-6.03444481	Arena fina				0	
6/6/2018	9:44	W20	15	09-44-30,632	060618_19	36.16688156	-6.03459835	Arena fina				0	
6/6/2018	9:57	W19	14	09-57-51,385	060618_20	36.16747284	-6.03430986	Arena fina				0	
6/6/2018	10:04	W24	13-14	10-05-16,176	060618_21	36.1673584	-6.03335667	Arena fina				0	
6/6/2018	10:12	W23	17	10-12-34,992	060618_22	36.16770172	-6.0181098	Arena fina				0	
6/6/2018	10:24	W18	6-8	10-24-03,542	060618_23	36.16775513	-6.03438187	Lajas con predominio de algas Asparagopsis armata,	<i>Asparagopsis armata</i> , <i>Jania rubens</i>	<i>Astroides calycularis</i>		2	Astroides escaso
6/6/2018	10:34	W30	12	10-34-48,046	060618_24	36.16801834	-6.0348568	Arena fina con piedras				0	Alas varias pero escasas
6/6/2018	10:46	W25	14-12	10-46-48,865	060618_25	36.18351364	-6.03426504	Arena fina con conchas y piedras y lajas dispersas	<i>Dyctiota sp.</i> , <i>Asparagopsis sp.</i> , <i>Udotea petiolata</i>	<i>Stolonica socialis</i> , <i>Crambe crambe</i>		2	(puntual)
6/6/2018	11:00	W31	17-18	11-00-42,788	060618_26	36.18338776	-6.05046988	Arena fina con piedras				2	Alas varias pero escasas
6/6/2018	11:16	W33	18-19	11-17-49,372	060618_27	36.18416977	-6.05134153	Lajas con predominio de algas	<i>Dyctiota sp.</i> , <i>Plocamium cartilagineum</i> , <i>Asparagopsis armata</i> , <i>Udotea petiolata</i> , <i>Jania rubens</i>	<i>Eunicella verrucosa</i> y <i>E. labiata</i> , <i>Holothuria mammata</i> , <i>Astroides calycularis</i>		5	escasa densidad
6/6/2018	12:40	W8	23	12-40-08,711	060618_28	36.23468018	-6.13445997	Arena gruesa con conchas				0	
6/6/2018	12:49	W7	21-22	12-49-04,855	060618_29	36.23495102	-6.13424949	Arena fina				0	
6/7/2018	8:25	W115	48	08-22-25,843	070618_30	36.23488998	-6.3342433	Arena fina y fango con predominancia de Halocynthia papillosa		<i>Poliqeto tubicola</i> , <i>Halocynthia papillosa</i>		2	Leptogorgia arrancada

FECHA	HORA	PUNTO PREVIO INMERSIÓN	PROFUNDIDAD	SECUENCIA	CÓDIGO VIDEO	LATITUD	LONGITUD	TIPOLOGÍA	ESPECIES FLORA	ESPECIES FAUNA	FOTO REPRESENTATIVA	VALORACIÓN INTERÉS	COMENTARIOS
6/7/2018	8:45	W65	52	08-47-16.032	070618_31	36.25074768	-6.36696672	Arena fina y fango		<i>Hydrozoos sp.</i>		2	Escasa densidad
6/7/2018	9:05	W15	50	09-05-39.855	070618_32	36.26714325	-6.3502984	Arena y fango		<i>Hydrozoos sp., Pennatula sp.,</i>		2	Escasa densidad
6/7/2018	9:32	W64	46	09-34-28.961	070618_33	36.28496552	-6.3336215	Arena y fango		<i>Hydrozoos sp.</i>		2	
6/7/2018	9:55	W62	37	09-56-56.286	070618_34	36.30162048	-6.28360987	Arena y fango con conchas				2	Bolinus brandaris (cañilla)
6/7/2018	10:10	W61	34	10-11-39.318	070618_35	36.31739426	-6.25111341	Arena y fango		<i>Hydrozoos sp.</i>		2	
6/7/2018	10:22	W60	30	10-23-22.908	070618_36	36.31767654	-6.23492002	Arena y fango con rocas y lajas	<i>Lithophyllum sp</i>	<i>Clavennia delavayae, Axinella polyplodes, Myriapora truncata, Eunicella labiata, E. verrucosa, Aglaophenia spp., Filograna implexa, Hemimicrale columela, Axinysa digitata, Hymenocidam sanguinea</i>		8	Coralígeno con alta densidad de gorgonias
6/7/2018	10:35	W59	25	10-37-05.284	070618_37	36.31784058	-6.23429823	Arena y fango				2	Pez rubio
6/7/2018	11:00	W94	24	11-01-14.842	070618_38	36.35048294	-6.25059986	Arena y fango con rocas dispersas	<i>Lithophyllum sp</i>	<i>Hydrozoos spp., Crella elegans, Eunicella gazella, Hemimicrale columela, Esponjas, Ascidias, Axinella polyplodes, Parazoanthus axinellae, Axinysa digitata, Eudendrum racemosum, Alcyonium palmatum</i>		6	Coralígeno deteriorado
6/7/2018	11:22	W97	7-8	11-21-57.047	070618_39	36.35035324	-6.23412657	Lajas con predominio de algas	<i>Dyctiota sp., Procladium cartilagineum, Jania rubens, Udotea petiolata</i>			0	
6/7/2018	11:35	W98	9-10	11-32-40.686	070618_40	36.35029221	-6.23386002	Lajas con predominio de algas	<i>Dyctiota sp., Procladium cartilagineum, Jania rubens, Udotea petiolata</i>			0	
6/7/2018	11:42	W93	10	11-43-19.318	070618_41	36.33469009	-6.23394012	Lajas con predominio de algas	<i>Dyctiota sp., Procladium cartilagineum, Jania rubens, Udotea petiolata</i>			0	
6/7/2018	11:55	W58	17	11-56-11.774	070618_42	36.31801224	-6.23390818	Lajas con predominio de algas	<i>Dyctiota sp., Procladium cartilagineum, Jania rubens, Udotea petiolata, Lithophyllum sp., Halopteris sp.,</i>	<i>Eunicella gazella, Crambe crambe, Polycitor adriaticum, Myriapora truncata, Stolonica socialis, Hymenocidam sanguinea, Crella elegans</i>		4	Escasa densidad, chucho,
6/7/2018	12:05	W57	10	12-06-37.788	070618_43	36.31819534	-6.23333979	Lajas con predominio de algas	<i>Dyctiota sp., Procladium cartilagineum, Jania rubens, Udotea petiolata, Lithophyllum sp., Asparagopsis taxiformis,</i>	<i>Filograna implexa, Hydrozoos, Crambe crambe, Myriapora truncata, Stolonica socialis, Polycitor adriaticum, Aglaophenia sp., Paracentrotus lividus</i>		2	
6/7/2018	12:20	W56	18	12-21-01.066	070618_44	36.31824493	-6.20162821	Arena y fango con rocas	<i>Lithophyllum sp., Udotea petiolata</i>	<i>Briozoos, Crambe crambe, Phalusia sp. esponjas, Stolonica socialis, Filograna implexa</i>		4	algas dispersas
6/7/2018	13:02	W54	18	13-03-38.015	070618_45	36.31807327	-6.20086479	Arena y fango				0	Todo muy enterrado

FECHA	HORA	PUNTO PREVIO INMERSIÓN	PROFUNDIDAD	SECUENCIA	CÓDIGO VIDEO	LATITUD	LONGITUD	TIPOLOGÍA	ESPECIES FLORA	ESPECIES FAUNA	FOTO REPRESENTATIVA	VALORACIÓN INTERÉS	COMENTARIOS
6/7/2018	13:14	W55	14	13-31-21.158	070618_46	36.31768799	-6.18493986	Lajas con arenas gruesas con predominio de algas	<i>Udotea petiolata, Ploclanium cartilagineum</i>	<i>Eunicella gazella, Crambe crambe, Hydrozoos, ascidias, Stolonica socialis</i>		3	Colonias dispersas
6/7/2018	11:30	W53	15	13-31-21.973	070618_47	36.31767273	-6.18484163	Lajas con arenas gruesas con predominio de algas	<i>Udotea petiolata, Ploclanium cartilagineum, Dyctiota sp., Lithophyllum sp.,</i>	<i>Eunicella gazella, Crambe crambe, Hydrozoos, ascidias (Stolonica socialis, Polycitor adriaticum )</i>		3	
6/7/2018	13:42	W123	12-13	13-42-43.131	070618_48	36.31811523	-6.18482685	Lajas con arenas gruesas con predominio de algas	<i>Udotea petiolata, Ploclanium cartilagineum, Dyctiota sp., Lithophyllum sp.</i>	<i>Myriapora truncata, Bryozoos (Eudendrum sp., ), Polycitor sp., Crella elegans, Crambe cerambe, Filograna implexa, Eunicella gazella, Leptogorgia lusitanica</i>		5	Muchos desniveles
6/7/2018	13:56	W96	18	13-56-27.203	070618_49	36.33392334	-6.18391118	Arena y fango				0	Todo muy enterrado
6/7/2018	14:28	W52	16-17	14-29-05.840	070618_50	36.33350336	-6.17848851	Arena y fango				0	Todo muy enterrado
6/7/2018	14:38	W51	12-13	14-37-49.950	070618_51	36.332677354	-6.16983416	Arena y fango				0	Todo muy enterrado
6/7/2018	14:43	W50	7	14-43-59.910	070618_52	36.3300216	-6.16494435	Arena				0	
6/7/2018	14:58	W124	17-18	14-59-21.309	070618_53	36.31677945	-6.16741323	Arena		<i>Leptogorgia lusitanica</i>		1	
6/7/2018	15:20	W100	7-8	15-20-25.059	070618_54	36.30103683	-6.18493986	Lajas con arenas gruesas con predominio de algas	<i>Dyctiota sp., Udotea petiolata, Ploclanium cartilagineum</i>	<i>Filograna implexa, Hydrozoos, esponjas, ascidias</i>		3	banco salemas
6/7/2018	15:33	W99	21-22	15-34-49.498	070618_55	36.28479385	-6.18478155	Arena y fango	<i>Dyctiota sp.</i>			3	Todo muy enterrado
6/7/2018	15:49	W150	24	15-49-54.721	070618_56	36.28376007	-6.18494699	Lajas con arenas gruesas con predominio de gorgonias	<i>Lithophyllum sp.</i>	<i>Eunicella labiata, Aglaophenia sp., Flabellina sp., Polycitor spp</i>		4	Corta duración
6/7/2018	6:42	W10	29	16-42-48.396	070618_57	36.23348999	-6.183367338	Arena y fango		<i>Hydrozoos</i>		0	
6/7/2018	16:53	W9	27	16-55-24.546	070618_58	36.23406982	-6.16685677	Arena y fango				0	
6/7/2018	17:08	W92	23-24	17-08-50.730	070618_59	36.25150681	-6.15096621	Arena fina con conchas y piedras y lajas dispersas		<i>Espirógrafo, Hydrozoos, Stolonica socialis, Crambe crambe, Cerianthum sp.</i>		2	Todos enterrado y escasa densidad
6/8/2018	7:45	W75	33	07-46-57.044	080618_60	36.1842804	-6.20130348	Lajas con arenas gruesas con predominio de gorgonias	<i>Alga forma elisella (Desmarestia aculeata??)</i>	<i>Leptogorgia lusitanica, Myriapora truncata, Eunicella labiata, Aglaophenia sp., esponjas (crambe crambe), nudibranquio, Eunicella gazella, Aplidium punctum, Stolonica socialis</i>		9	Islas dispersas pero muy diversas en spp.

FECHA	HORA	PUNTO PREVIO INMERSIÓN	PROFUNDIDAD	SECUENCIA	CÓDIGO VIDEO	LATITUD	LONGITUD	TIPOLOGÍA	ESPECIES FLORA	ESPECIES FAUNA	FOTO REPRESENTATIVA	VALORACIÓN INTERÉS	COMENTARIOS
6/8/2018	8:10	W82	28	08-11-25.048	080618_61	36.1669548	-6.15126657	Lajas con arenas gruesas con predominio de gorgonias		<i>Leptogorgia lusitanica</i> , <i>Filograna implexa</i> , <i>Pentapora fascialis</i> , <i>Eunicella labiata</i> , <i>Crambe crambe</i> , <i>Aplidium punctum</i> , <i>Clavellina dellawallei</i> , <i>Hydrozoos</i> , <i>Stolonica socialis</i> , <i>Alcyonium palmatum</i> , <i>Deudorabulla</i>		9	Islas dispersas pero muy diversas en spp.
6/8/2018	8:24	W113	22	08-24-59.728	080618_62	36.16714096	-6.1508131	Lajas con arenas gruesas con predominio de gorgonias	<i>Halopteris</i> sp.	<i>Astroides calycularis</i> , <i>Stolonica</i> , <i>Eunicella</i> , <i>Clavellina</i> , <i>Filograna</i> , <i>Axinella polyplodes</i> , <i>Leptogorgia</i> , <i>Eunicella labiata</i> , <i>E. verrucosa</i>		9	
6/8/2018	8:35	W112	22	08-35-51.839	080618_63	36.16721344	-6.15153398	Lajas con arenas gruesas con predominio de gorgonias	<i>Halopteris</i> sp.,	<i>Astroides calycularis</i> , <i>Stolonica</i> , <i>Eunicella</i> , <i>Clavellina</i> , <i>Filograna</i> , <i>Axinella polyplodes</i> , <i>Leptogorgia</i> , <i>Eunicella labiata</i> , <i>E. verrucosa</i> , <i>Aglophenia</i> sp., <i>Myriapora</i> , <i>Crello</i> , <i>Cucumaria</i> sp.		10	
6/8/2018	8:43	W74	29	08-44-24.623	080618_64	36.1674614	-6.1513884	Arena gruesa con conchas				0	
6/8/2018	9:02	W79	24	09-03-00.701	080618_65	36.16745377	-6.1175766	Arena gruesa con conchas				0	
6/8/2018	9:10	W78	24	09-11-09.382	080618_66	36.16754532	-6.11754656	Arena gruesa con conchas				0	
6/8/2018	9:20	W48	12	09-20-46.452	080618_67	36.18392181	-6.10140324	Arena fina				0	
6/8/2018	9:03	W111	29	09-32-21.300	080618_68	36.20095925	-6.11698668	Arena fina con conchas y piedras y lajas dispersas	<i>Asparagopsis</i> , <i>Placodium cartilagineum</i> , <i>Jania rubens</i>	<i>Leptogorgia</i> , <i>Crambe crambe</i> , <i>Hydrozoos</i> , <i>Eunicella gazella</i> , <i>Actinothoe</i> , <i>Nudibranchia felimare</i> , <i>Stolonica socialis</i> , <i>Hymenocidom sanguinea</i>		5	