

Elaboración de mapas de hábitats y caracterización de fondos marinos de la plataforma continental vasca



biodibertsitatea
eta paisala
BIODIVERSIDAD Y
PAISAJE

2009

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

INGURUMEN, LURRALDE
PLANGINTZA, NEKAZARITZA
ETA ARRANTZA SAILA

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE,
PLANIFICACIÓN TERRITORIAL,
AGRICULTURA Y PESCA

 **ingurumena.net**

Documento: Elaboración de mapas de hábitats y caracterización de fondos marinos de la plataforma continental vasca

Fecha de edición: 2009

Autor:



Ibon Galparsoro

Dr. J. Germán Rodríguez

Dr. Ángel Borja

Dr. Iñigo Muxika

Propietario: Gobierno Vasco. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca

Nota: Este informe se debe citar de la manera siguiente: Galparsoro, I.; G. Rodríguez; Á. Borja; I. Muxika, 2009. Elaboración de mapas de hábitats y caracterización de fondos marinos de la plataforma continental vasca. Informe inédito elaborado por AZTI-Tecnalia para el Dirección de Biodiversidad; Viceconsejería de Medio Ambiente; Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco, 74 pp.

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN DEL PROYECTO.....	9
2. OBJETIVOS.....	10
3. INTRODUCCIÓN.....	11
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	13
4.1. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL VASCA	13
4.1.1. MARCO GEOLÓGICO	14
4.1.2. CLIMA MARÍTIMO	15
4.2. OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE SEDIMENTO.....	16
4.2.1. DISEÑO DE MUESTREO	16
4.2.2. EMBARCACIÓN.....	17
4.2.3. DESARROLLO DE LOS TRABAJOS DE CAMPO.....	18
4.2.4. TOMA DE MUESTRAS SEDIMENTOLÓGICAS Y ORGANISMOS BENTÓNICOS	18
4.2.5. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.....	21
4.2.6. ANÁLISIS DEL CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA	22
4.2.7. ANÁLISIS DEL POTENCIAL REDOX.....	22
4.2.8. ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE TIPOS SEDIMENTARIOS.....	22
4.2.9. ANÁLISIS DE LA COMUNIDAD DEL BENTOS	23
4.3. CLASIFICACIÓN DE HÁBITATS SUBMARINOS	25
5. RESULTADOS.....	26
5.1. LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO	26
5.2. CARACTERIZACIÓN DEL LECHO MARINO	28
5.2.1. DISTRIBUCIÓN DE TIPOS DE FONDO	28
5.2.2. CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA.....	33
5.3. PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE HÁBITATS Y LOS FACTORES AMBIENTALES QUE LOS CONTROLAN.....	37
5.4. PRIMERA FASE DE CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA DE LOS FONDOS DE LA PLATAFORMA VASCA	39

5.5.	IDENTIFICACIÓN DE HÁBITATS BENTÓNICOS MEDIANTE LA CLASIFICACIÓN EUNIS 40	
5.6.	GENERACIÓN DE MAPAS DE HÁBITATS BENTÓNICOS DE LA ZONA INTERMAREAL Y LA PLATAFORMA CONTINENTAL VASCA	56
5.7.	LOCALIZACIÓN Y DELIMITACIÓN DE HÁBITATS DE INTERÉS.....	58
5.7.1.	SUSTRATO ROCOSO	58
5.7.2.	SUSTRATO SEDIMENTARIO	63
5.8.	CONTRIBUCIÓN A LA DIFUSIÓN DE RESULTADOS	66
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la zona de estudio.	13
Figura 2. Sistema geológico de la zona litoral de la CAPV (modificado de EVE, (2003))	15
Figura 3. Localización de las muestras de sedimento disponible en la plataforma continental (hasta los 100 m de profundidad) y estuarios de la costa vasca.	16
Figura 4. Muestras totales existentes en la costa vasca. Los puntos negros representan la localización de las muestras históricas ; mientras que los puntos rojos, representan la localización de las muestras obtenidas en el presente proyecto.	17
Figura 5. Embarcación empleada en los trabajos de campo.	17
Figura 6. A la izquierda, draga tipo Van Veen; a la derecha, draga tipo Shipek con todos sus componentes asociados.	19
Figura 7. Imágenes submarinas. En la izquierda, una zona rocosa con cobertura de algas. En la derecha zona rocosa con pequeñas zonas arenosas.	24
Figura 8. Imágenes submarinas. Imágenes superiores: a la izquierda fondo sedimentario de arenas gruesas con presencia de megarriples; derecha, fondo sedimentario de arenas finas con presencia de ripples.	25
Figura 9. Imagen superior: Modelo Digital de Elevaciones de toda la superficie cartografiada. Imagen inferior: mapa de isóbatas cada 5 m de profundidad obtenido a partir del Modelo Digital de Elevaciones.	27
Figura 10. Firmas desarrolladas para cada tipo morfológico de fondo identificado a partir de la integración e interpretación de datos obtenidos de varias técnicas remotas: (a) fondo sedimentario identificado a partir del modelo digital de elevaciones sombreado; pueden identificarse estructuras sedimentarias a partir de la depresión producida en el lecho sedimentario (zona: Mutriku); (b) respuesta acústica de la misma zona. (c) modelo digital de elevaciones donde se observan estructuras de tipo megaripples compuesto de arenas gruesas y medias a una profundidad de 60 m (zona: Cabo Higer-Bahía de Hendaia); (d) respuesta acústica de la misma estructura. (e) modelo digital de elevaciones sombreado donde se observa un fondo mixto de arena y roca a una profundidad de 33 m (zona: Cabo Higer-Bahía de Hendaia; y (f) respuesta acústica de la misma zona.	29
Figura 11. (a) Fondo mixto de arena y roca en aguas muy someras, donde el modelo digital de elevaciones de 1 m de resolución horizontal obtenido con la sonda multihaz solapa con la	

ortofotografía. Puede identificarse la continuidad de las alineaciones rocosas según el registro de ambas técnicas (zona: playa de Hendaia); (b) fondo rocoso "plano" identificado a partir del modelo digital de elevaciones sombreado (zona: Jaizkibel); (c) Fondo rocoso "rugoso" de zonas de poca profundidad identificado a partir de la integración de los datos provenientes de LiDAR topográfico, LiDAR batimétrico y sonda multihaz (zona: acantilados y zona submareal somero de Jaizkibel); (d) bloques de roca provenientes de la erosión de acantilados costeros sobre fondo rocoso (zona: Jaizkibel); (e) acumulación de material de vertido proveniente de dragado identificado con el modelo digital de elevaciones (zona: cala Asabaratzá); (f) mosaico de reflectividad acústica de la misma zona; el material vertido puede identificarse por presentar una reflectividad superior al material sedimentario adyacente. 30

Figura 12. (a) Modelo digital de elevaciones sombreado en la que se observan marcas de dragado de succión (zona: Abra exterior del puerto de Bilbao); (b) respuesta acústica de la misma zona; (c) Caracterización de un emisario submarino a partir del modelo digital de elevaciones; se pueden identificar varias estructuras: (del 1 al 8), difusores, (9) emisario submarino, (10) balasto que cubre y protege el tubo principal y (11) arena fina; (d) Respuesta acústica de la misma zona. 31

Figura 13. Imagen superior: Modelo de pendientes o gradiente; imagen inferior: mapa morfosedimentario. 32

Figura 14. Diagrama de Folk en el que se representa el contenido de grava, arena y fango de todas las muestras sedimentológicas inventariadas. 35

Figura 15. Distribución de tipos sedimentarios según escala de Wentworth en la plataforma continental vasca hasta los 100 m de profundidad. 36

Figura 16. Variabilidad en el porcentaje de limos representado en escalamiento multidimensional 2-D basado en la distancia de Bray-Curtis. Las etiquetas de cada burbuja corresponden a los códigos de la clasificación EUNIS que ha sido asignada a cada agrupación de especies. 38

Figura 17. Distribución de hábitats bentónicos de la plataforma continental hasta los 100 m de profundidad según la clasificación EUNIS. 57

Figura 18. Localización de los fondos rocosos que presentan características morfológicas singulares. 59

Figura 19. Plataforma continental comprendida entre Bakio-Gaztelugatxe y el cabo Matxitxako. En color rojo, se representan los afloramientos rocosos que se elevan significativamente del fondo marino. 60

Figura 20. Fondo rocoso somero en el tramo costero entre la cala Asabaratzá y cabo Higuera... 61

Figura 21. Modelo digital de elevaciones de la zona conocida como la "Isla de las Lubinas"..... 62

Figura 22. Estructura rocosa localizada a 100 m de profundidad, frente al Cabo Higer. 63

Figura 23. Distribución de la diversidad máxima de organismos bentónicos de sustrato blando en la plataforma continental vasca hasta los 100 m de profundidad. 65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Posiciones (en Figura 4, se representan como un punto rojo junto al código del punto de muestreo), tipo de muestra y tipo de draga empleada en cada punto de muestreo..... 19

Tabla 2. Superficie correspondiente a cada tipo de fondo..... 28

Tabla 3. Resultados relativos al análisis granulométrico. Los tipos sedimentarios corresponden a los siguientes: AG: arena gruesa; AMG: arena muy gruesa; AM: arena media; AMF: arena muy fina; AF: arena fina; LMG: limo muy grueso; LG: limo grueso. 33

Tabla 4. Resultado de análisis BIO-ENV para selección de variables que mejor explican la variabilidad en la composición de la macrofauna. Los códigos de las variables ambientales corresponden a las siguientes: 1-Profundidad; 2-Tamaño medio de grano; 6-Porcentaje de limos. 39

1. ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

Por Acuerdo del Consejo de Gobierno de 4 de junio de 2002, se aprobó la Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible (2002-2020) – y los sucesivos Programas Marco Ambiental de la CAPV (2002-2006 y 2007-2010). Su finalidad es la de establecer las metas ambientales que debe alcanzar la sociedad vasca, de modo que se garantice la consecución de un nivel óptimo de calidad de vida para la generación actual sin poner en peligro el bienestar de las generaciones futuras. Para ello, el citado documento marca unas pautas de actuación para la Administración, los agentes productivos y la ciudadanía. Asimismo, por el citado Acuerdo, se encomendó al entonces Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (DMAOT) (actualmente Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca (DMAPTAP)) el seguimiento y evaluación de la Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible- Programa Marco Ambiental.

Por otra parte, el Gobierno Vasco en sesión de 10 de junio de 2003, adoptó, entre otros, el acuerdo de constituir a la Dirección de Biodiversidad del DMAOT en el observatorio permanente de la Red NATURA2000 en Euskadi, con el fin de garantizar sus objetivos y velar por los compromisos adquiridos por el Gobierno Vasco en la formulación de la misma. Es así como se establece la necesidad de obtener información cartográfica de los fondos marinos de la plataforma continental vasca, así como la necesidad de identificar y caracterizar los hábitats marinos más significativos de Euskadi.

Para ello, por Convenio firmado entre el DMAOT (hoy DMAPTAP) y AZTI-Tecnalia, se encomendó a su Unidad de Investigación Marina la caracterización del fondo marino de la plataforma continental vasca, por medio de un proyecto que comenzó el año 2005 y proseguirá hasta acabar la cartografía física y biológica.

2. OBJETIVOS

El objetivo estratégico del presente estudio es avanzar en la identificación y caracterización de los hábitats marinos existentes sobre la plataforma continental vasca, de forma que se puedan cumplir los objetivos y plazos marcados por la Directiva de Hábitats de la Comunidad Europea.

Los objetivos específicos del proyecto son los siguientes:

1. Realizar un levantamiento cartográfico de la plataforma continental frente a la Costa Vasca, detallando zonas de interés así como puntos conspicuos (pecios, afloramientos rocosos, cañones submarinos, etc.)
2. Producción de mapas de hábitats del intermareal y plataforma continental vasca
3. Caracterizar los diferentes fondos en función de su naturaleza geológica y composición sedimentológica, diferenciando entre gravas, arenas y limos y los diferentes matices intermedios
4. Conocer los patrones de distribución de hábitats y los factores ambientales que los controlan
5. Identificación de hábitats mediante clasificación de hábitats EUNIS de la Agencia Ambiental Europea (y propuesta de nuevas clases si se considerase oportuno)
6. Localización y delimitación de hábitats de interés

3. INTRODUCCIÓN

Las Directivas Europeas tienen un impacto significativo en la legislación desarrollada en cada país de la Unión Europea. Una de estas Directivas es la "Directiva 2000/ EC del Parlamento Europeo y del Consejo para el establecimiento de un marco de acción Comunitaria en el campo de la legislación del agua" (también conocida como Directiva Marco del Agua). Esta directiva solicita a todos los países participantes que (1) clasifiquen y (2) monitoricen las aguas superficiales de los países siguiendo unas guías que sean aplicables en toda la Unión Europea. Por otro lado, la biodiversidad es el indicador empleado por la Directiva de la Estrategia Marina Europea para establecer el estado ecológico. Desde esta perspectiva, existen otras dos directivas Europeas que son la Directiva Hábitats de la UE y la Directiva de Aves, que abogan por una clasificación de hábitats pan-Europea y esquemas de protección de especies iniciadas en la Convención de Bern.

Aunque las directivas proporcionan un marco legislativo pan-Europeo; generalmente, no son explícitas en cuanto a cómo deberían ser implementadas en las legislaciones nacionales. Es por ello, por lo que los métodos pan-Europeos (enfocados especialmente a la clasificación de aguas y hábitats), se han venido desarrollando como reacción a estas directivas. En 1987 se introdujo la clasificación CORINE; y posteriormente, en 1993, la clasificación de hábitats Paleártica. Finalmente, a partir de estas dos clasificaciones, se desarrolló la clasificación EUNIS (EUNIS es el acrónimo de European Natura Information System). Se trata de una iniciativa de la Agencia Medioambiental Europea, desarrollada y mantenida por el European Topic Centre on Nature Conservation. La información EUNIS es la que se viene empleando como soporte de la Red NATURA2000 y la coordinación internacional, como por ejemplo, la Convención de Berna y las directivas publicadas en respuesta a esta convención, como las anteriormente citadas Directiva Hábitats y la Directiva de Aves; y se prevé que la

clasificación EUNIS se convierta en una herramienta estándar para la clasificación de hábitats a escala Europea.

En el País Vasco, se llevó a cabo una primera aproximación a la clasificación de los ecotopos del País Vasco. Se propusieron cuatro niveles que permitieran definir una zona en función de la salinidad (nivel 1), la profundidad (nivel 2), el tipo de sustrato (nivel 3) y el grado de renovación de las masas de agua (nivel 4). De la combinación de cada uno de los criterios de los cuatro niveles podrían salir 375 tipos de ecotopo diferentes, si bien muchos no serían realistas. Eliminando estas posibilidades quedarían aún 165 (Borja, 2000). Posteriormente, se llevó a cabo un inventario de hábitats marinos de interés comunitario (Solaun *et al.*, 2002) en el que se generaron una serie de mapas a escala 1:25.000. En este estudio se recopiló información de anteriores trabajos de cartografiado de fondos marinos (Iberinsa, 1992 y 1994), pero éstos eran muy limitados en cuanto a la información y contemplaban un rango de profundidades entre los 10 y 50 metros de profundidad (por lo que una porción muy significativa de la zona submareal e intermareal quedó sin caracterizar). En el estudio se identificaron, de forma cualitativa, los siguientes hábitats de la clasificación del ANEXO I de la Directiva de Hábitats: bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda (Cod. 1110), estuarios (Cod. 1130), grandes calas y bahías poco profundas (Cod. 1160), arrecifes (Cod. 1170) y cuevas (Cod. 8330).

Finalmente, en 2006 se publicó la “Guía de la biodiversidad marina del Golfo de Bizkaia” en el que se describen el medio ambiente marino y las principales especies y hábitats (Castro *et al.*, 2006), basándose en un trabajo previo de Borja *et al.* (2004).

Desde 2005, y en el ámbito del Convenio firmado entre el DMAOT (hoy DMAPTAP) y AZTI-Tecnalia, se viene realizando un importante desarrollo en el conocimiento de los hábitats bentónicos de la plataforma continental vasca. Los primeros años, se dedicaron principalmente a la puesta a punto de una nueva tecnología de cartografiado del lecho marino; mediante una sonda multihaz, y a la realización de las campañas de campo para la adquisición de información batimétrica de alta resolución. Los trabajos de campo del medio físico finalizaron en 2008, y, a comienzos de 2009, se terminó el procesamiento de los datos. Una vez obtenida la información de los tipos de fondo, se diseñó la campaña de campo de 2009 con el objeto de obtener muestras de sedimento que permitiera realizar la caracterización granulométrica y biológica de los fondos sedimentarios de la plataforma.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Principales características de la zona de la plataforma continental vasca

La zona de estudio es parte de la plataforma continental vasca, desde el límite supramareal hasta los 100 m de profundidad, y cubre una superficie aproximada de 1.053 km². Ésta limita con Francia en su vertiente oriental (1°46'50" O) y la comunidad autónoma de Cantabria en su vertiente occidental (3°09'13" O) (Figura 1). La longitud total de la costa es aproximadamente de 150 km (Pascual *et al.*, 2004).

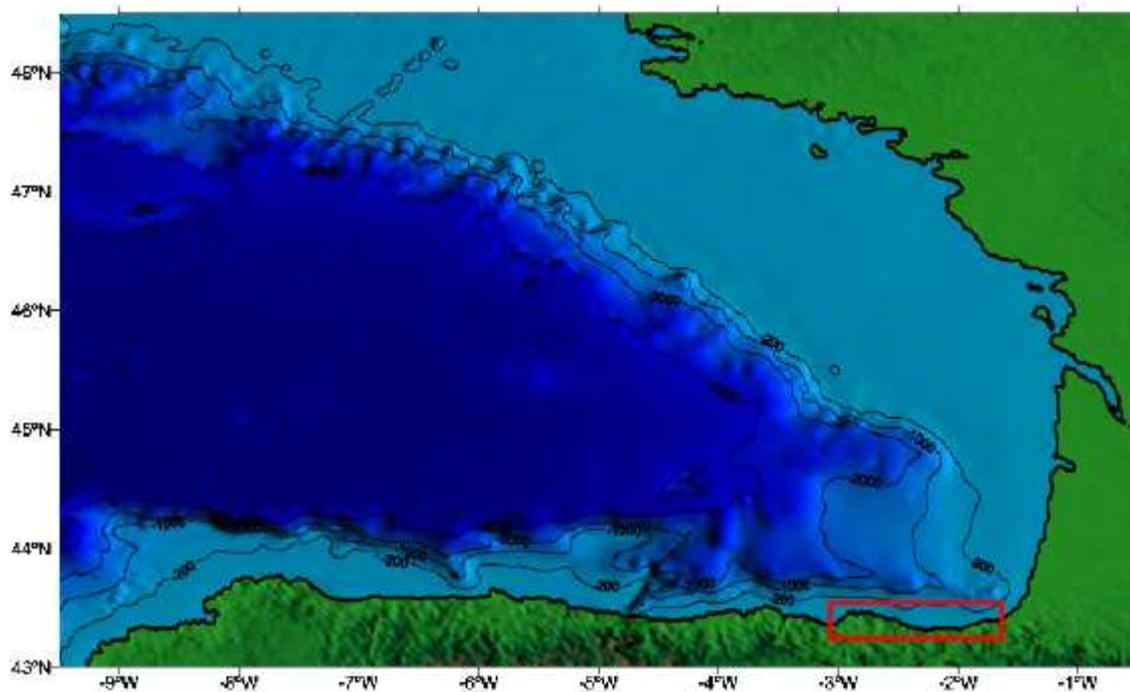


Figura 1. Localización de la zona de estudio.

4.1.1. Marco geológico

La plataforma continental del mar Cantábrico está caracterizada por su estrechez; en el País Vasco, oscila entre los 7 km, frente a cabo Matxitxako, hasta los 20 km enfrente de Orio (Uriarte, 1998).

Los eventos tectónicos durante el Paleoceno y el Eoceno, junto a la orogenia Alpina del Terciario, han resultado en la deformación del margen Cantábrico (Ercilla *et al.*, 2008). Las unidades geológicas que componen el litoral vasco corresponden principalmente al Cretácico y al Terciario, representando aproximadamente el 59% y 41% de la longitud de la costa, respectivamente. La plataforma continental está dominada por morfologías estructurales.

La línea de costa es irregular, y el 90% de la misma corresponde a acantilados o sustrato rocoso, mientras que las zonas de playa sólo cubren el 10% de la longitud total de la costa. Los acantilados están siendo erosionados constantemente por la acción persistente del oleaje, especialmente fuerte en esta área (González *et al.*, 2004). Por ello, a lo largo de largas secciones de la línea de costa existen plataformas de abrasión bien definidas. La disposición de los estratos es un factor importante que controla la configuración de la costa: cuando la dirección de los estratos es perpendicular a la costa, se favorece la formación de bahías; cuando es paralelo al frente del acantilado, la costa es rectilínea con una plataforma de abrasión bien definida (Portero *et al.*, 1991). Este proceso ocasiona el desarrollo de islas e islotes; éstas pueden permanecer emergidas o sólo emerger en bajamar. El número de islas en la costa vasca supera las 100 y llegan a cubrir aproximadamente el 8% de la longitud total de la costa.

La plataforma interna está cubierta casi en su totalidad por un cinturón continuo de roca que constituye una extensión de los acantilados continentales y que se componen principalmente de calizas y margas, con areniscas y arcillas intercaladas (*flysch*). La continuidad de este sustrato rocoso está interrumpida regularmente por la presencia de bocanas de ríos y estuarios (Rey and Medialdea, 1988).

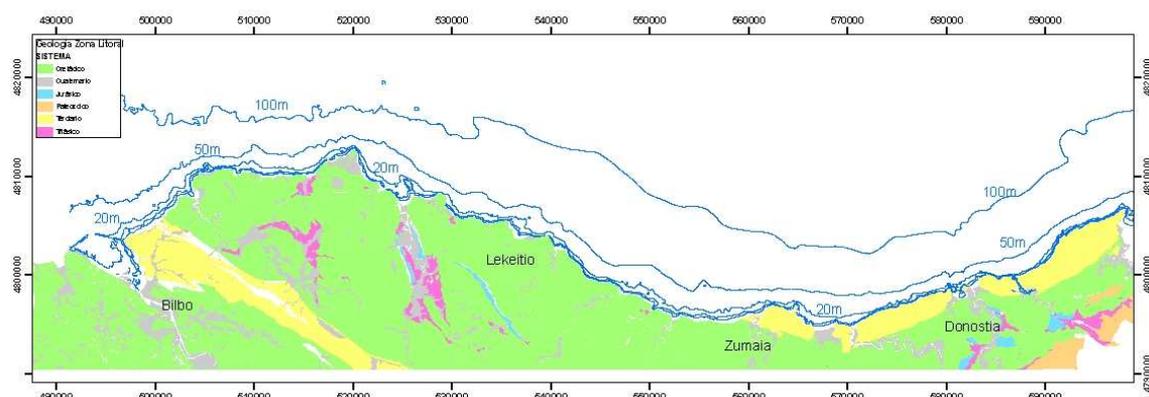


Figura 2. Sistema geológico de la zona litoral de la CAPV (modificado de EVE, (2003))

4.1.2. Clima marítimo

El clima marítimo de la costa Vasca está relacionado principalmente con su localización en el golfo de Vizcaya y en la zona NE del Atlántico (González *et al.*, 2004). En relación a su localización y orientación, esta parte de la costa está expuesta a grandes tormentas del NO, producidas por la evolución de los sistemas de bajas presiones del Atlántico norte. Las grandes olas de tipo swell provenientes del NO son las dominantes y son las que representan el estado de mar más habitual.

La onda de marea es de tipo semidiurno (Uriarte *et al.*, 2004). El rango de marea es aproximadamente de 1,65 m en mareas muertas y de 4,01 m en mareas vivas (REDMAR, 2005). A pesar de la importancia de la fluctuación de masa de agua inducida por la marea, la contribución de las mareas a la generación de corrientes es modesta (a excepción de los estuarios (Uriarte *et al.*, 2004)). Fuera de los estuarios, la corriente de marea decrece, y las corrientes inducidas por el viento pasan a ser más importantes. De todos modos, éstos son incapaces de general transporte sedimentario litoral a lo largo de la costa vasca (González *et al.*, 2004).

En términos de aporte sedimentario, la costa vasca está drenada por 12 ríos principales que aportan $1,57 \cdot 10^6$ t.año⁻¹ de material en suspensión (Uriarte *et al.*, 2004; Ferrer *et al.*, 2009; Fontán *et al.*, 2009).

4.2. Obtención de muestras de sedimento

4.2.1. Diseño de muestreo

La caracterización sedimentológica de la plataforma continental se realizó a partir de la interpretación de los datos recopilados desde 1983 hasta la actualidad (Solaun *et al.*, 2009); entre los que se encuentran las 78 muestras sedimentológicas obtenidas en el presente proyecto. En total, se han empleado los datos correspondientes a las características granulométricas de 2.323 muestras de sedimento (Figura 3).

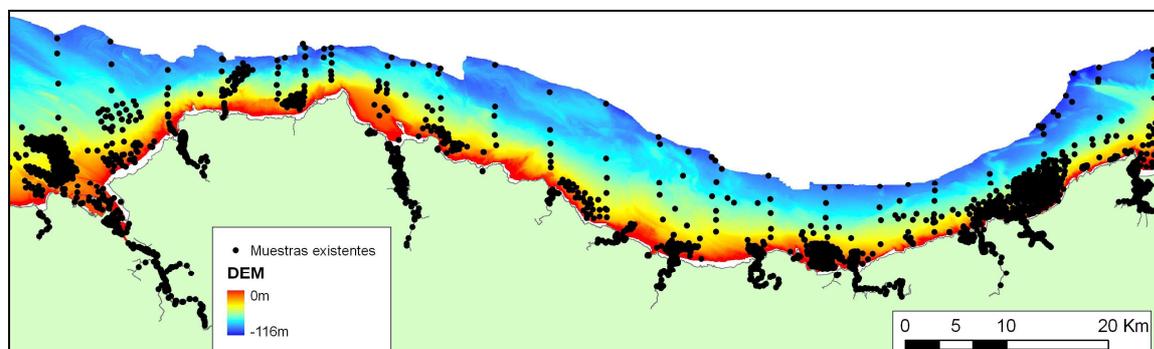


Figura 3. Localización de las muestras de sedimento disponible en la plataforma continental (hasta los 100 m de profundidad) y estuarios de la costa vasca.

Del análisis preliminar en conjunto de los datos disponibles, destacó la falta de información de características sedimentológicas y organismos bentónicos en determinadas áreas de la plataforma (principalmente en las zonas más profundas). Por tanto, la selección de los nuevos puntos de muestreo para el presente proyecto, se basó en el criterio de obtención de muestras de zonas de fondo blando en las cuales no existía ningún tipo de información previa o en aquellas zonas en las que la interpretación de la información obtenida con la sonda multihaz (batimetría, morfología y reflectividad), indicaban variaciones significativas del sustrato y no existía información previa que permitiera caracterizar esos tipos de fondo (Figura 4).

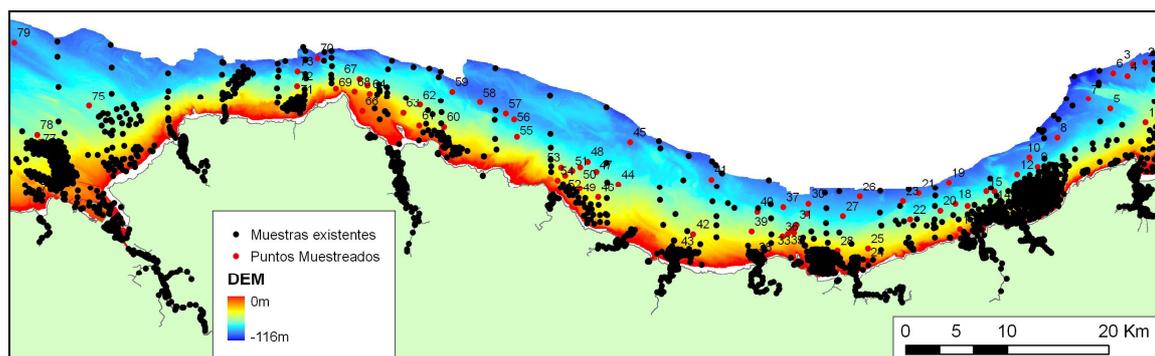


Figura 4. Muestras totales existentes en la costa vasca. Los puntos negros representan la localización de las muestras históricas ; mientras que los puntos rojos, representan la localización de las muestras obtenidas en el presente proyecto.

4.2.2. Embarcación

Dado el gran número de muestras a tomar y que las distancias entre diferentes puntos de muestreo en algunos casos eran grandes, se optó por trabajar con una embarcación de mucha maniobrabilidad, veloz y de poco calado con el fin de agilizar las labores de muestreo. Esta embarcación, propiedad de AZTI-Tecnalia, cuenta con espacio suficiente para la instalación de las dragas y la grúa de muestreo y albergar hasta tres operarios y patrón Figura 5.



Figura 5. Embarcación empleada en los trabajos de campo.

A continuación, se detallan las principales características técnicas de la embarcación:

- Nombre: Aztimar Bat.

- Marca: Starfisher 840.
- Eslora Total (con plataforma): 8,40 m.
- Eslora Casco: 7,98 m.
- Eslora Normativa Española: 7,48 m.
- Manga: 2,98 m.
- Calado: 0,82 m.

4.2.3. Desarrollo de los trabajos de campo

Los muestreos se realizaron entre los días 1 y 12 de junio de 2009. En total, se tomaron 78 muestras de sedimento, de las cuales, en algunas de ellas, se separó una porción del sedimento para la identificación de los organismos bentónicos. La selección de las muestras en las que se realizó la identificación de los organismos fue realizada con el objeto de optimizar el trabajo y no realizar identificaciones de muestras que fueran de características similares.

4.2.4. Toma de muestras sedimentológicas y organismos bentónicos

Se emplearon dos modelos de dragas en función de la profundidad y el tipo de sedimento en la que se tomaría la muestra. Todas aquellas muestras de material sedimentario destinado a la caracterización sedimentológica se tomaron con una draga tipo Shipek (excepto la estación n^o13 que, tras varios intentos, no se pudo tomar debido a las características del material sedimentario). Las muestras bentónicas en cambio, se tomaron con una draga tipo Van Veen, de 0,01 m² (Figura 6). En algunos casos, debido a la profundidad y tipo de sedimento, la draga Van Veen no fue capaz de tomar un volumen de muestra lo suficientemente grande para la identificación de especies y se optó por tomar las muestras con la draga Shipek, de 0,04 m². Las posiciones, los tipos de muestra y el tipo de draga empleada en cada punto de muestreo se muestran en la Tabla 1.



Figura 6. A la izquierda, draga tipo Van Veen; a la derecha, draga tipo Shipek con todos sus componentes asociados.

Tabla 1. Posiciones (en Figura 4, se representan como un punto rojo junto al código del punto de muestreo), tipo de muestra y tipo de draga empleada en cada punto de muestreo.

CÓDIGO DE MUESTRA	LATITUD	LONGITUD	DATUM	MUESTRA DE SEDIMENTO SEDIMENTO	MUESTRA BIOLÓGICA
01	43.42522	-1.77758	WGS84	Si	No
02	43.47913	-1.77727	WGS84	Si	Si (Van Veen)
03	43.47730	-1.79195	WGS84	Si	No
04	43.46690	-1.79900	WGS84	Si	No
05	43.43790	-1.82015	WGS84	Si	Si (Shipek)
06	43.46968	-1.81602	WGS84	Si	No
07	43.44692	-1.84698	WGS84	Si	Si (Shipek)
08	43.41295	-1.88517	WGS84	Si	Si (Shipek)
09	43.38757	-1.90935	WGS84	Si	No
10	43.39575	-1.91938	WGS84	Si	Si (Shipek)
11	43.36633	-1.93312	WGS84	Si	No
12	43.38098	-1.93428	WGS84	Si	No
13	43.39572	-1.94743	WGS84	No	No
14	43.36567	-1.96217	WGS84	Si	No
15	43.36610	-1.97245	WGS84	Si	Si (Shipek)
16	43.35328	-1.99535	WGS84	Si	Si (Shipek)
17	43.33285	-2.00470	WGS84	Si	Si (Van Veen)
18	43.35518	-2.01013	WGS84	Si	No
19	43.37467	-2.01740	WGS84	Si	No
20	43.34953	-2.02848	WGS84	Si	No

CÓDIGO DE MUESTRA	LATITUD	LONGITUD	DATUM	MUESTRA DE SEDIMENTO	MUESTRA BIOLÓGICA
21	43.36527	-2.05410	WGS84	Si	Si (Shipek)
22	43.34192	-2.06495	WGS84	Si	Si (Shipek)
23	43.35830	-2.07372	WGS84	Si	Si (Van Veen)
24	43.30625	-2.11733	WGS84	Si	Si (Van Veen)
25	43.31690	-2.11653	WGS84	Si	Si (Van Veen)
26	43.36280	-2.12612	WGS84	Si	Si (Shipek)
27	43.34552	-2.14652	WGS84	Si	Si (Van Veen)
28	43.31522	-2.15362	WGS84	Si	Si (Van Veen)
29	43.34825	-2.19040	WGS84	Si	No
30	43.35670	-2.18817	WGS84	Si	No
31	43.33837	-2.20285	WGS84	Si	No
32	43.33572	-2.20632	WGS84	Si	No
33	43.33315	-2.20978	WGS84	Si	Si (Van Veen)
34	43.33127	-2.20625	WGS84	Si	Si (Van Veen)
35	43.33032	-2.21378	WGS84	Si	No
36	43.32818	-2.22008	WGS84	Si	No
37	43.35400	-2.21910	WGS84	Si	Si (Shipek)
38	43.31038	-2.25270	WGS84	Si	Si (Shipek)
39	43.33297	-2.25780	WGS84	Si	Si (Van Veen)
40	43.35025	-2.25028	WGS84	Si	Si (Shipek)
41	43.37922	-2.30590	WGS84	Si	Si (Shipek)
42	43.33092	-2.32850	WGS84	Si	Si (Van Veen)
43	43.31610	-2.34740	WGS84	Si	Si (Shipek)
44	43.37567	-2.41885	WGS84	Si	No
45	43.41263	-2.40433	WGS84	Si	Si (Van Veen)
46	43.36423	-2.44370	WGS84	Si	Si (Van Veen)
47	43.38682	-2.44565	WGS84	Si	Si (Van Veen)
48	43.39598	-2.45578	WGS84	Si	No
49	43.37220	-2.46588	WGS84	Si	Si (Van Veen)
50	43.39122	-2.46510	WGS84	Si	Si (Van Veen)
51	43.38783	-2.47467	WGS84	Si	No
52	43.38397	-2.48357	WGS84	Si	Si (Van Veen)
53	43.39103	-2.48838	WGS84	Si	Si (Van Veen)
54	43.37937	-2.49288	WGS84	Si	No
55	43.41808	-2.54160	WGS84	Si	Si (Van Veen)
56	43.43343	-2.54522	WGS84	Si	Si (Van Veen)
57	43.43853	-2.55515	WGS84	Si	No
58	43.44887	-2.58667	WGS84	Si	Si (Van Veen)
59	43.45865	-2.62020	WGS84	Si	Si (Van Veen)
60	43.42725	-2.63025	WGS84	Si	Si (Van Veen)
61	43.42858	-2.66062	WGS84	Si	No
62	43.44697	-2.65935	WGS84	Si	Si (Van Veen)
63	43.43975	-2.67980	WGS84	Si	Si (Van Veen)
64	43.45712	-2.72043	WGS84	Si	No
65	43.46462	-2.72315	WGS84	Si	No
66	43.44147	-2.72938	WGS84	Si	Si (Van Veen)
67	43.47050	-2.73278	WGS84	Si	Si (Van Veen)
68	43.45915	-2.73878	WGS84	Si	Si (Van Veen)
69	43.46180	-2.76163	WGS84	Si	Si (Van Veen)
70	43.48908	-2.78368	WGS84	Si	Si (Shipek)
71	43.45482	-2.80798	WGS84	Si	Si (Van Veen)
72	43.46430	-2.80907	WGS84	Si	Si (Van Veen)
73	43.47732	-2.80823	WGS84	Si	Si (Van Veen)

CÓDIGO DE MUESTRA	LATITUD	LONGITUD	DATUM	MUESTRA DE SEDIMENTO	MUESTRA BIOLÓGICA
74	43.46700	-2.88073	WGS84	Si	Si (Van Veen)
75	43.44638	-3.06197	WGS84	Si	No
76	43.36493	-3.12420	WGS84	Si	Si (Van Veen)
77	43.41468	-3.12132	WGS84	Si	Si (Shipek)
78	43.42067	-3.12483	WGS84	Si	No
79	43.50278	-3.15282	WGS84	Si	No

Las muestras destinadas al análisis granulométrico se conservaron en botes de plástico de 250 cm³. Las muestras de sedimento dirigidas a la identificación de especies se filtraron en la propia embarcación con un tamiz de 1 mm de luz de malla, suficiente como para retener la mayor parte de las especies macrobentónicas (Viétez, 1976; Seapy and Kitting, 1978; Andrade and Fonseca, 1979; Mora, 1982). A continuación, las muestras se introdujeron en botellas de plástico de 500 cm³ con una disolución, en agua de mar, de formol (neutralizado con bórax) al 4%.

4.2.5. Análisis granulométrico

Se emplearon submuestras de 200 g. Las muestras con bajo contenido en limos se analizaron por tamizado en seco, según recomiendan Krumbein y Sloss (1969), Holme y McIntyre (1971) y Folk (1974). Para evitar la presencia de sales que pudieran favorecer la formación de agregados, se realizaron dos lavados previos al tamizado. Cada lavado consistió en la adición de 1 L de agua dulce a cada submuestra seguida de un periodo de decantación de 24 h. El secado se realizó durante un mínimo de 24 h (y hasta 48 h en el caso de muestras muy arcillosas que retuviesen humedad) a 100 °C. El tamizado se realizó en una tamizadora electromecánica RETSCH AS 200 digit durante 15 min y con 50% de amplitud. Se utilizó una batería de 13 tamices de red metálica RETSCH (DIN-ISO 3310/1) de acero inoxidable, con una resolución 1 Φ (*i.e.*, 63, 125, 250, 500, 1.000, 2.000, y 4.000 μ m de tamaño de luz de malla).

Por otro lado, el análisis granulométrico de las muestras con alta presencia de limos, se realizó con un analizador de tamaño de partículas por difracción de láser Beckman-Coulter LSTM 13 320, con un rango de medición de 0,04-2.000 μ m. La fracción superior a 2.000 μ m se analizó por tamizado en seco. Las distintas fracciones de tamaños de partícula se procesaron para la caracterización de la distribución granulométrica según Folk (1974) utilizando el software GRADISTAT versión 4.0 (Blott and Pye, 2001).

4.2.6. Análisis del contenido en materia orgánica

El contenido en materia orgánica se estimó gravimétricamente, determinando la pérdida de peso por calcinación en una alícuota de la muestra. Se tomaron 30 g de sedimento secado previamente a 100-105 °C y convenientemente homogeneizado para evitar agregaciones y heterogeneidad, y se calcinaron a 450 °C durante 5 h. La diferencia entre peso seco y calcinado con respecto al peso inicial se tomó como índice del contenido en materia orgánica del sedimento.

4.2.7. Análisis del potencial redox

Se determinó en el laboratorio, inmediatamente después a la recepción de las muestras, mediante un electrodo de Pt ORION 9778SC, con referencia interna, conectado a un pH-metro/milivoltímetro digital ORION 710A y calibrado con un sistema redox patrón. La resolución de esta medida es de ± 1 mV. Los valores indicados están referidos al electrodo estándar de hidrógeno (Langmuir, 1971).

4.2.8. Análisis de la distribución de tipos sedimentarios

La caracterización sedimentológica fue llevada a cabo a partir de los datos históricos inventariados en el ámbito del Observatorio de la Biodiversidad del Medio Marino de la Costa Vasca (Borja *et al.*, 2008) y los nuevos datos obtenidos en el ámbito del presente proyecto. En total, se dispuso de 2.323 muestras de sedimento, correspondiente a un periodo comprendido entre 1983 hasta las últimas muestras tomadas en verano de 2009. A lo largo de ese tiempo, los análisis sedimentológicos se llevaron a cabo con el método de tamizado en seco y mediante el Analizador de Tamaño de Partícula por Difracción Láser (Laser Diffraction Particle Size Analyser; LDPSA). Con el objeto de homogeneizar ambas series de datos, se aplicó una transformación a los datos obtenido con el LDPSA, para referir todos los datos al método de tamizado en seco (Rodríguez and Uriarte, 2009). Finalmente, todos los datos sedimentológicos fueron integrados en

un GIS. Posteriormente, se seleccionaron únicamente las áreas que fueron identificadas como sustrato sedimentario a partir de los resultados de la sonda multihaz y se aplicó un algoritmo de interpolación de tipo “*spline* con barreras” con el objeto de obtener una capa continua de distribución de tamaño de grano en la zona de estudio.

4.2.9. Análisis de la comunidad del bentos

Una vez en el laboratorio y con el empleo de lupa binocular, las muestras recogidas se separaron, se contaron e identificaron los individuos y se calculó la biomasa. Ésta se determinó mediante peso seco, secando las muestras en estufa a 65°C durante 48 h. Con los datos de los contajes se calcularon los principales parámetros estructurales de la comunidad, como son la densidad total (es decir, el número de individuos de macroinvertebrados bentónicos no coloniales presentes por metro cuadrado), la biomasa total (masa, en peso seco, que suman las especies tanto de macroinvertebrados bentónicos como de macroalgas por cada metro cuadrado), la densidad específica (el número de individuos por especie de macroinvertebrado bentónico no coloniales presentes en un metro cuadrado), la biomasa específica (biomasa que suma cada una de las especies de macroinvertebrado bentónico o de macroalga en un metro cuadrado), la riqueza específica (el número total de especies identificadas), la diversidad específica (el reparto de individuos o biomasa por cada especie respecto del total) mediante el índice de Shannon (Shannon and Weaver, 1963; Wilhm, 1968). También se estimó la diversidad máxima (el valor máximo que teóricamente podría alcanzar la diversidad específica).

Las imágenes del fondo marino son de gran utilidad para la interpretación y la clasificación de hábitats. Este trabajo fue realizado con el objeto de aportar información descriptiva adicional acerca de los hábitats y utilizarlo en la calibración e interpretación de los datos obtenidos mediante las técnicas remotas. A lo largo de 2006 se tomaron 30 fotografías correspondientes a tres transectos perpendiculares a costa entre los 5 m y 15 m de profundidad en el tramo costero entre Orio y Donostia. Las imágenes fueron tomadas por submarinistas con una cámara digital estanca en las mejores condiciones de visibilidad y luminosidad (ver Figura 7). Para cada fotografía se tomó la posición exacta mediante GPS y profundidad. Posteriormente las imágenes fueron georeferenciadas e integradas en un SIG con el objeto de poder ser interpretadas junto

al resto de información. La zona mencionada ya fue cartografiada en 2005 con lo que las imágenes obtenidas en 2006 se emplearon para la interpretación y verificación de la clasificación de tipos de fondo realizada con anterioridad.

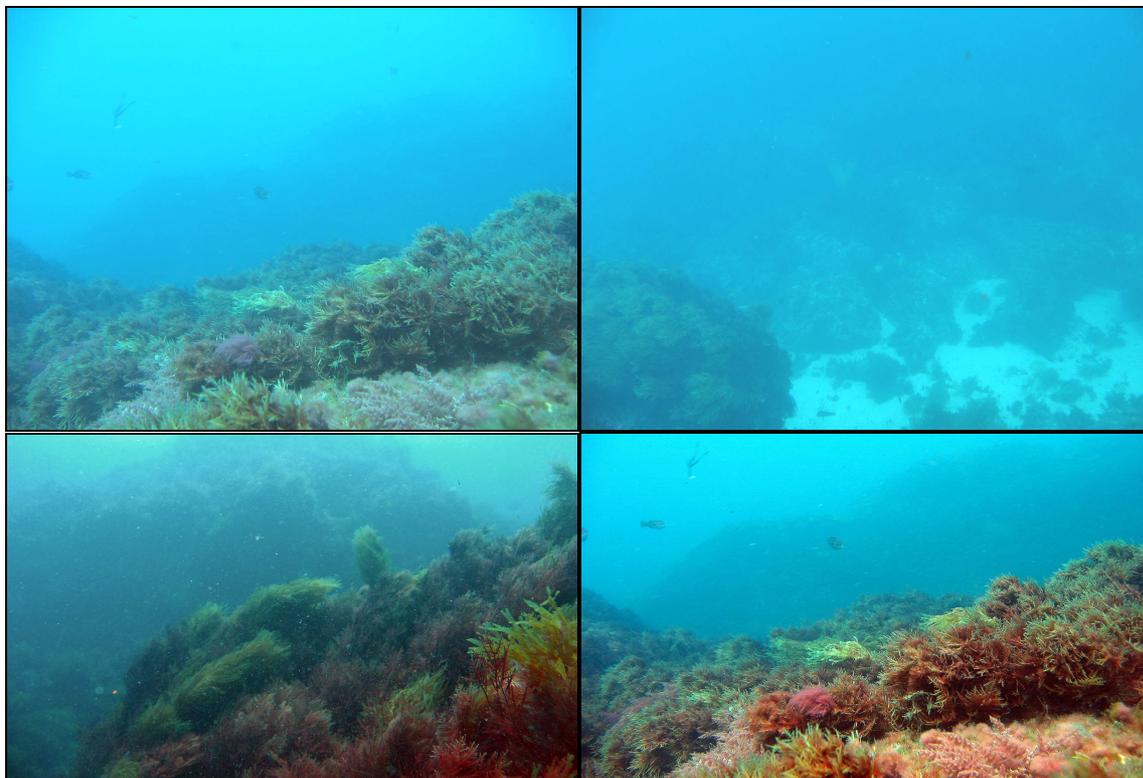


Figura 7. Imágenes submarinas. En la izquierda, una zona rocosa con cobertura de algas. En la derecha zona rocosa con pequeñas zonas arenosas.

En noviembre de 2007 mediante el empleo de escafandra autónoma y vídeo digital, se realizaron 5 inmersiones de 25 m de longitud en las cuales se tomaron en continuo imágenes del fondo marino. La localización de los transectos se definió en función de los resultados obtenidos mediante la cartografía de fondos, de forma que se estudiaron las zonas consideradas de mayor relevancia e interés.

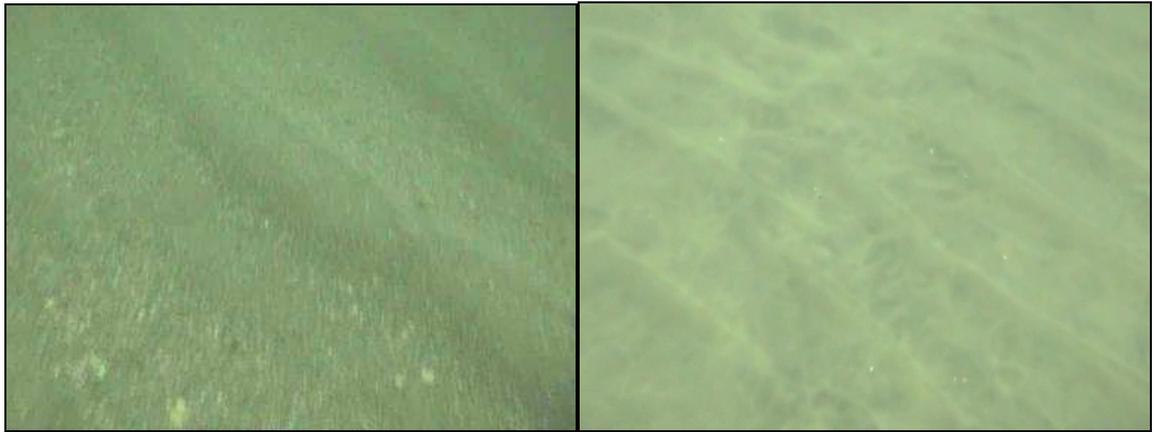


Figura 8. Imágenes submarinas. Imágenes superiores: a la izquierda fondo sedimentario de arenas gruesas con presencia de megaripples; derecha, fondo sedimentario de arenas finas con presencia de ripples.

4.3. Clasificación de hábitats submarinos

En la actualidad, existen varias iniciativas con la intención de clasificar los hábitats marinos (Connor, 1997; Allee *et al.*, 2000; Davies and Moss, 2002). Concretamente, para este trabajo, se ha empleado la clasificación de hábitats EUNIS.

5. RESULTADOS

5.1. Levantamiento batimétrico

En el transcurso de 2009, se finalizó el procesamiento de los datos obtenidos en las campañas de campo completadas en 2008 con una sonda multihaz (Galparsoro *et al.*, 2008). La superficie total cartografiada equivale a 1.053 km² y se cubrió toda la plataforma continental interna y media en el rango de profundidades entre aproximadamente 5 m y 100 m. Dicho trabajo, se realizó entre los años 2005 y 2008, y fueron necesarios 181 días de muestreo. Cabe mencionar, que en algunas zonas no se pudo alcanzar la cota de -5 m debido a la dificultad técnica y aspectos relativos a la seguridad en la navegación en profundidades tan someras.

El procesamiento de los datos de la sonda multihaz consistió en el filtrado y eliminación de las sondas erróneas y la aplicación de la corrección de marea. Finalmente, la información batimétrica se plasmó en un Modelo Digital del Terreno (MDE) a partir del cual, se extrajo el mapa de isóbatas (Figura 9) y el cual se entrega en formato digital como anexo al presente informe.

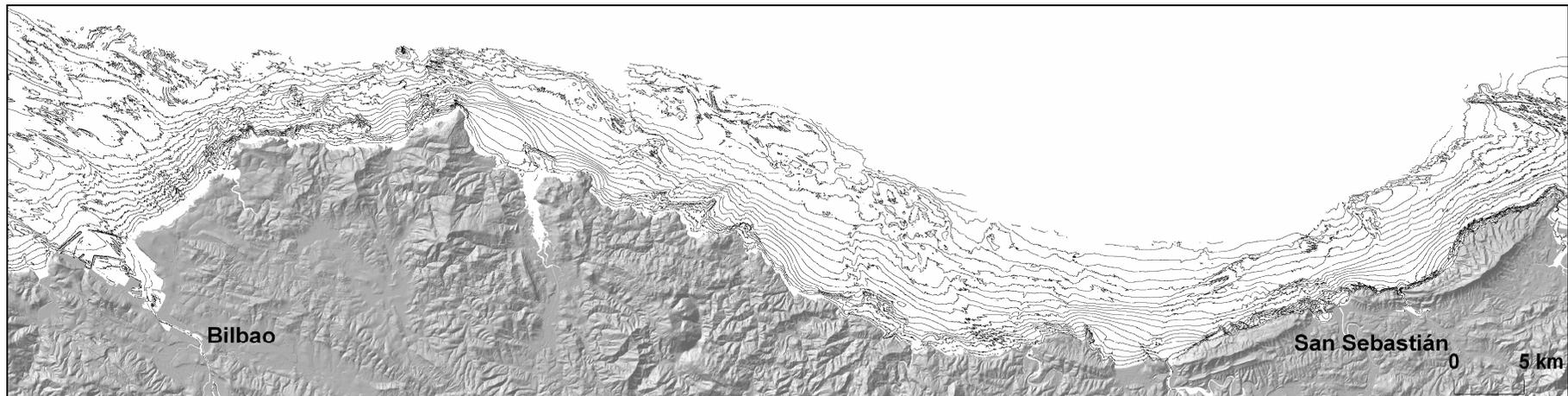
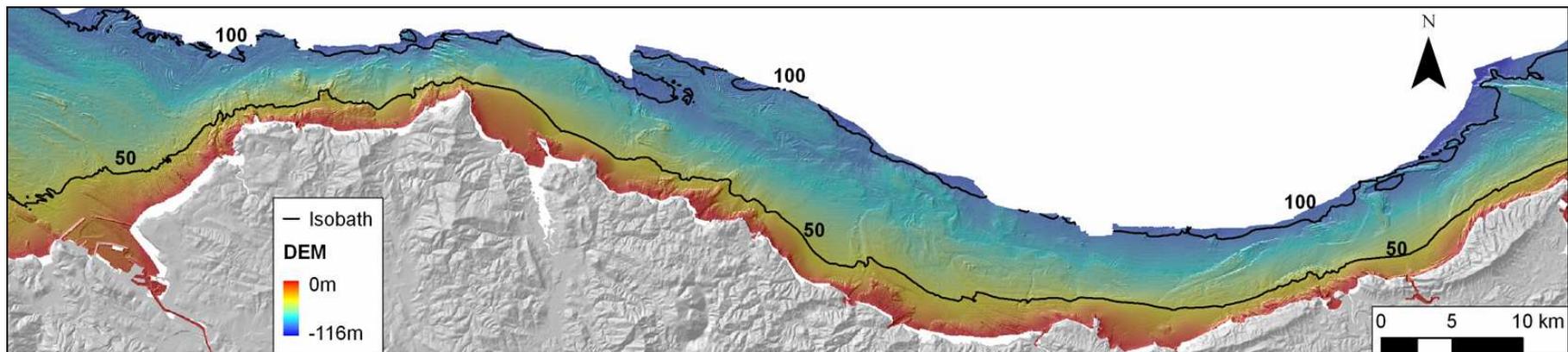


Figura 9. Imagen superior: Modelo Digital de Elevaciones de toda la superficie cartografiada. Imagen inferior: mapa de isóbatas cada 5 m de profundidad obtenido a partir del Modelo Digital de Elevaciones.

5.2. Caracterización del lecho marino

La caracterización del lecho marino consistió en la interpretación de la información disponible para obtener un mapa de tipologías de fondo en el que se consideraron aspectos tales como naturaleza geológica, geomorfología y composición sedimentológica. Para ello, han sido empleados los datos sedimentológicos recopilados en el Observatorio de la Biodiversidad Marina y los nuevos datos obtenidos en las campañas de 2009 realizadas en este proyecto.

5.2.1. Distribución de tipos de fondo

La caracterización y clasificación de fondos se obtuvo a partir de la interpretación de la reflectividad acústica obtenida del registro de la sonda multihaz y de la interpretación de los aspectos morfológicos del lecho marino tales como la pendiente, orientación o rugosidad. A partir de estas dos principales fuentes de información, se generaron firmas de morfologías, esto es, aquellas estructuras características de la plataforma continental que podían ser identificadas de forma unívoca Figura 10, Figura 11 y Figura 12. El resultado final de la clasificación de tipos de fondo puede observarse en la Figura 13. La interpretación resultó en la siguiente clasificación: (i) fondo sedimentario, el cual cubre una superficie de 36%; (ii) fondos mixtos de sustrato sedimentario y rocoso (50%), (iii) fondo rocoso (12%) y (iv) áreas de vertido de material de dragado (2%) y otra serie de estructuras singulares como marcas de dragado e infraestructuras tales como emisarios submarinos, tubos, etc. En la Tabla 2, se muestra la superficie correspondiente a cada tipo de fondo y el porcentaje respecto a la superficie total estudiada.

Tabla 2. Superficie correspondiente a cada tipo de fondo.

Tipo de fondo	Area (km²)	%
Sedimento	375	36
Roca	130	12
Fondo mixto	526	50
Zonas de vertido	22	2
TOTAL	1053	100

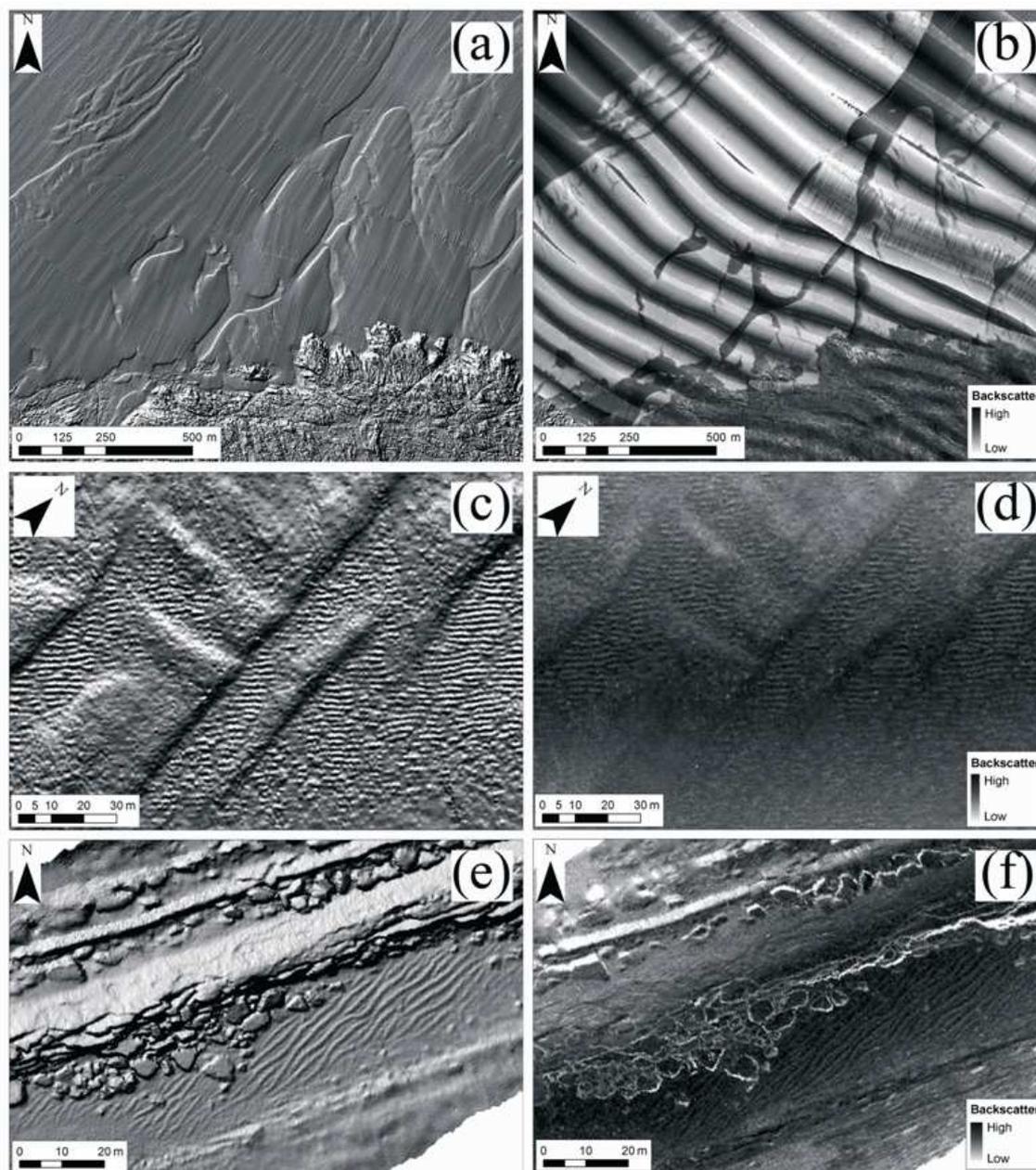


Figura 10. Firmas desarrolladas para cada tipo morfológico de fondo identificado a partir de la integración e interpretación de datos obtenidos de varias técnicas remotas: (a) fondo sedimentario identificado a partir del modelo digital de elevaciones sombreado; pueden identificarse estructuras sedimentarias a partir de la depresión producida en el lecho sedimentario (zona: Mutriku); (b) respuesta acústica de la misma zona. (c) modelo digital de elevaciones donde se observan estructuras de tipo megaripples compuesto de arenas gruesas y medias a una profundidad de 60 m (zona: Cabo Higer-Bahía de Hendaia); (d) respuesta acústica de la misma estructura. (e) modelo digital de elevaciones sombreado donde se observa un fondo mixto de arena y roca a una profundidad de 33 m (zona: Cabo Higer-Bahía de Hendaia); y (f) respuesta acústica de la misma zona.

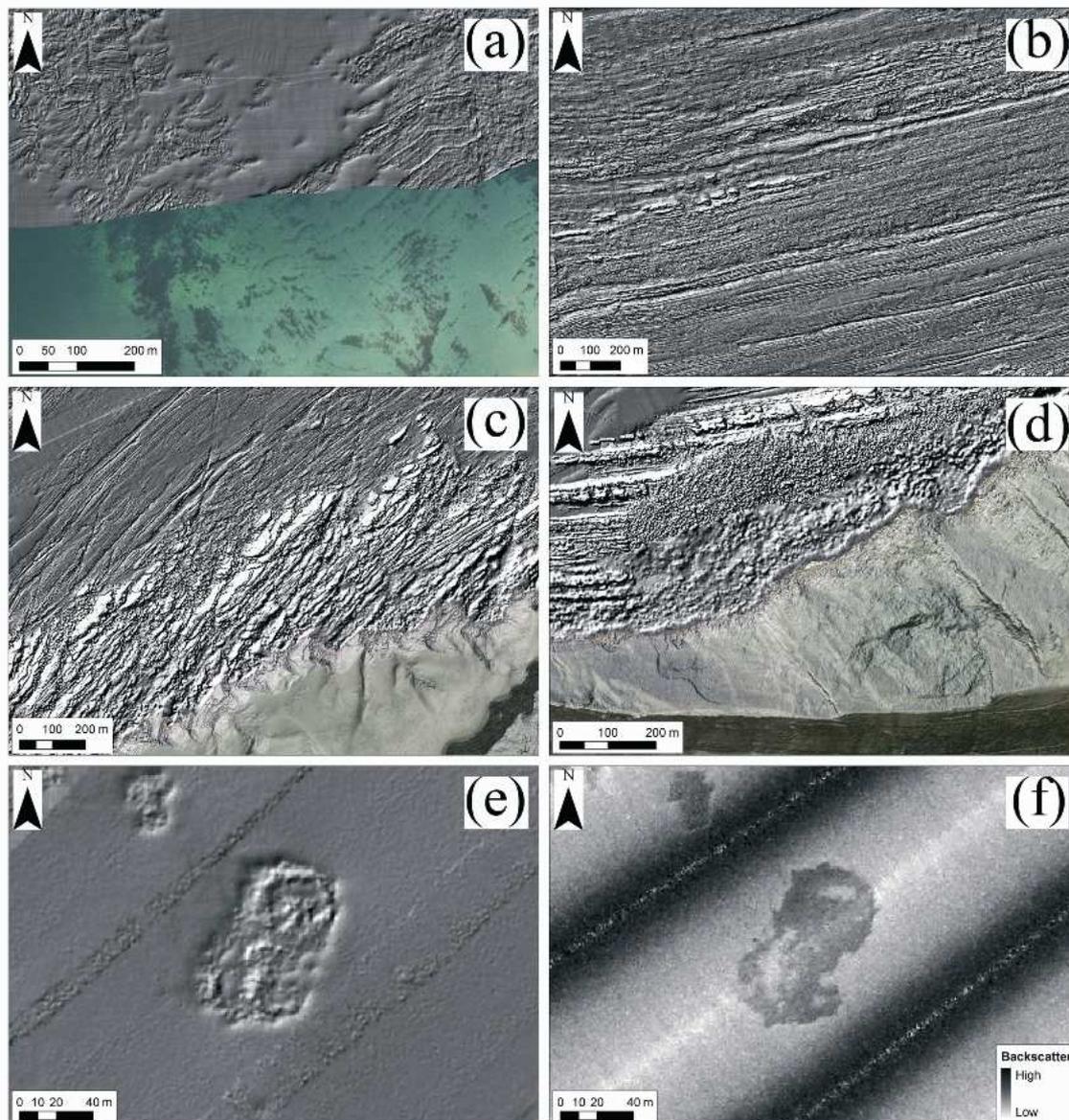


Figura 11. (a) Fondo mixto de arena y roca en aguas muy someras, donde el modelo digital de elevaciones de 1 m de resolución horizontal obtenido con la sonda multihaz solapa con la ortofotografía. Puede identificarse la continuidad de las alineaciones rocosas según el registro de ambas técnicas (zona: playa de Hendaia); (b) fondo rocoso "plano" identificado a partir del modelo digital de elevaciones sombreado (zona: Jaizkibel); (c) Fondo rocoso "rugoso" de zonas de poca profundidad identificado a partir de la integración de los datos provenientes de LiDAR topográfico, LiDAR batimétrico y sonda multihaz (zona: acantilados y zona submareal somero de Jaizkibel); (d) bloques de roca provenientes de la erosión de acantilados costeros sobre fondo rocoso (zona: Jaizkibel); (e) acumulación de material de vertido proveniente de dragado identificado con el modelo digital de elevaciones (zona: cala Asabaratz); (f) mosaico de reflectividad acústica de la misma zona; el material vertido puede identificarse por presentar una reflectividad superior al material sedimentario adyacente.

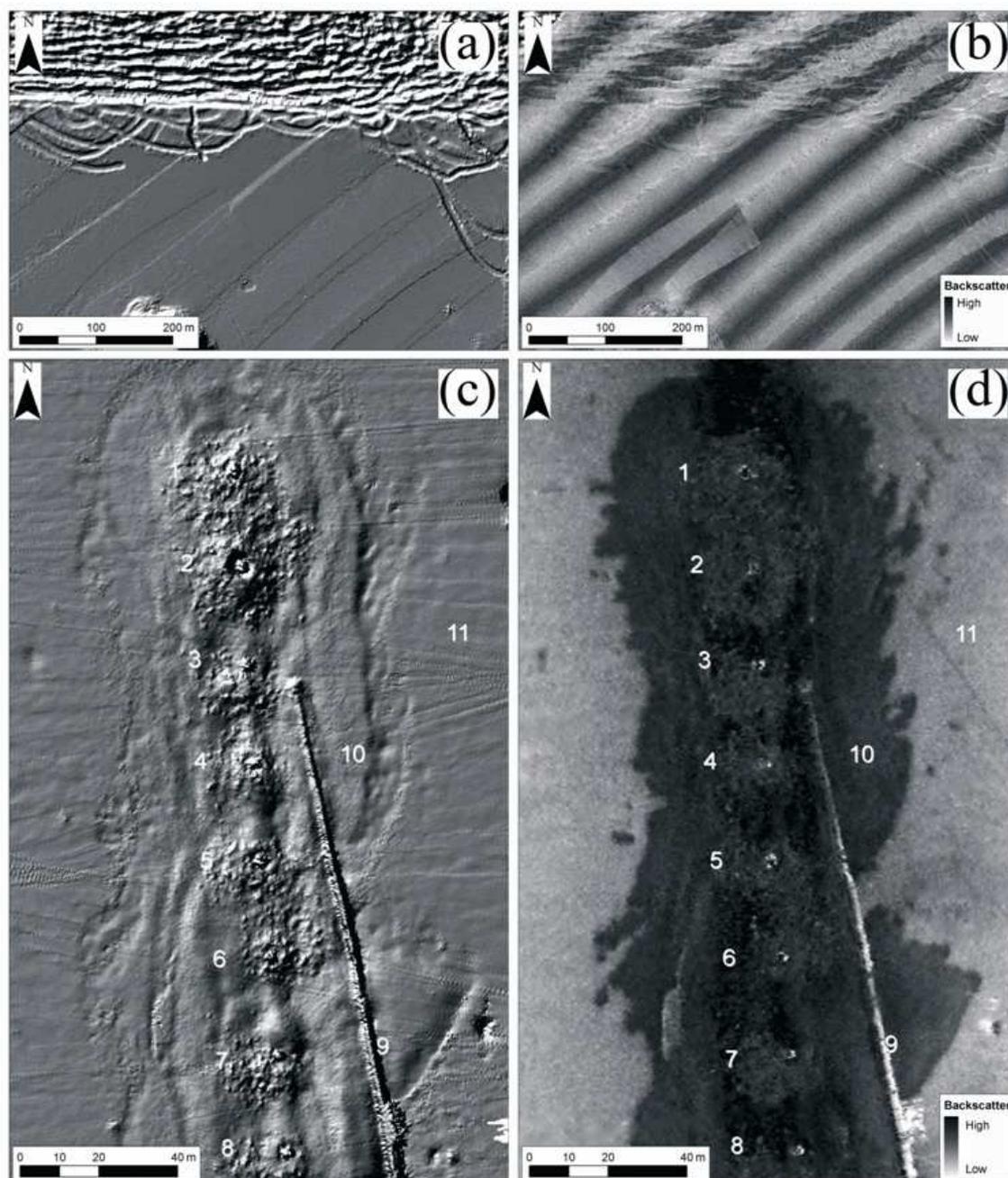


Figura 12. (a) Modelo digital de elevaciones sombreado en la que se observan marcas de dragado de succión (zona: Abra exterior del puerto de Bilbao); (b) respuesta acústica de la misma zona; (c) Caracterización de un emisario submarino a partir del modelo digital de elevaciones; se pueden identificar varias estructuras: (del 1 al 8), difusores, (9) emisario submarino, (10) balasto que cubre y protege el tubo principal y (11) arena fina; (d) Respuesta acústica de la misma zona.

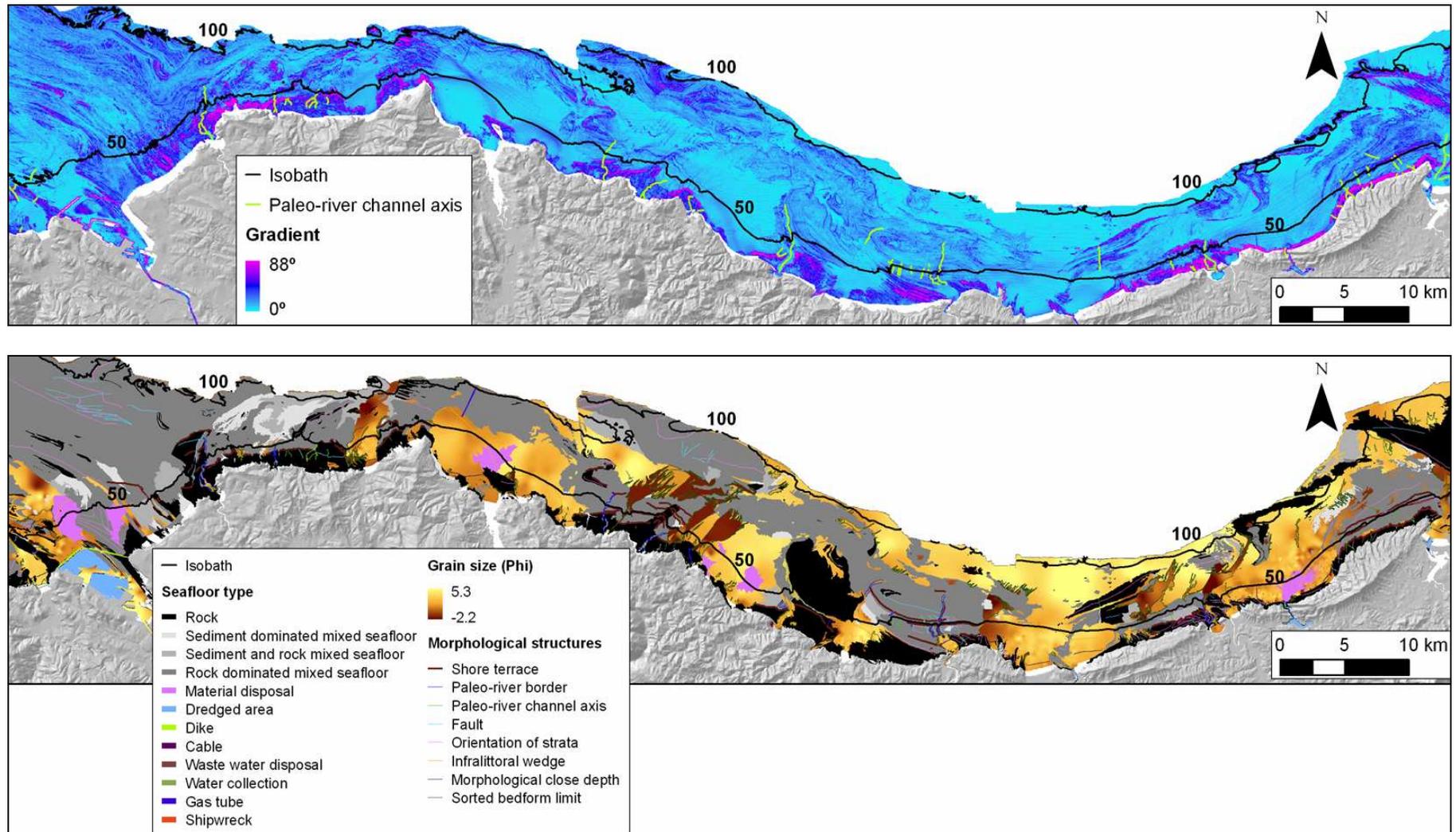


Figura 13. Imagen superior: Modelo de pendientes o gradiente; imagen inferior: mapa morfosedimentario.

5.2.2. Caracterización sedimentológica

Los resultados relativos al análisis granulométrico de las muestras se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados relativos al análisis granulométrico. Los tipos sedimentarios corresponden a los siguientes: AG: arena gruesa; AMG: arena muy gruesa; AM: arena media; AMF: arena muy fina; AF: arena fina; LMG: limo muy grueso; LG: limo grueso.

CÓDIGO DE MUESTRA	MEDIA GRANULOMÉTRICA (ϕ)	TIPO SEDIMENTARIO	GRADO DE SELECCIÓN	% CONTENIDO EN GRAVAS	% CONTENIDO EN ARENAS	% CONTENIDO EN LIMOS	% CONTENIDO EN M.O.	POT. REDOX	MÉTODO DE ANÁLISIS
1	0,48	AG	2,62	46,64	33,59	19,77	1,94	407	TAMIZ
2	2,69	AF	0,66	0,44	94,90	4,66	1,23	419	TAMIZ
3	2,64	AF	0,36	0,10	99,82	0,08	1,02	439	TAMIZ
4	2,61	AF	0,90	3,54	91,93	4,53	1,32	379	TAMIZ
5	2,93	AF	1,04	1,06	79,00	19,94	1,30	395	TAMIZ
6	2,60	AF	0,61	1,55	95,34	3,11	1,32	435	TAMIZ
7	2,82	AF	1,09	0,38	79,83	19,79	1,69	354	TAMIZ
8	3,62	AMF	1,18	0,05	24,04	75,91	3,98	274	TAMIZ
9	2,08	AF	1,81	0,87	77,75	21,38	1,77	115	TAMIZ
10	3,34	AMF	1,41	0,07	31,39	68,54	4,32	180	TAMIZ
11	3,63	AMF	0,63	0,34	67,86	31,80	1,73	367	TAMIZ
12	2,84	AF	1,18	1,65	87,51	10,84	3,24	405	TAMIZ
14	3,32	AMF	0,86	0,86	70,07	29,07	2,70	44	TAMIZ
15	0,37	AG	0,80	5,11	94,45	0,44	2,16	280	TAMIZ
16	-0,18	AMG	0,99	20,39	79,41	0,20	1,99	399	TAMIZ
17	1,88	AM	0,95	0,09	88,28	11,63	1,45	109	TAMIZ
18	3,65	AMF	0,73	0,67	53,87	45,46	3,53	12	TAMIZ
19	3,75	AMF	0,69	0,07	42,33	57,60	2,33	64	TAMIZ
20	3,15	AMF	1,03	1,19	74,03	24,78	3,38	65	TAMIZ
21	3,53	AMF	0,75	0,15	62,42	37,43	2,40	31	TAMIZ
22	-0,15	AMG	0,79	15,42	84,47	0,11	1,23	413	TAMIZ
23	4,82	LMG	1,87	0,32	28,78	70,90	2,43	61	COULTER
24	2,68	AF	0,64	0,22	96,06	3,72	1,09	223	TAMIZ
25	3,23	AMF	1,23	0,08	69,34	30,58	1,89	68	COULTER
26	5,11	LG	1,77	0,17	21,45	78,38	2,41	57	COULTER
27	4,19	LMG	1,84	0,67	43,53	55,80	1,57	104	COULTER
28	3,59	AMF	1,01	0,01	66,78	33,21	1,46	56	COULTER
29	0,08	AG	0,65	5,28	94,54	0,18	2,91	414	TAMIZ
30	3,81	AMF	0,57	0,35	53,34	46,31	2,82	22	TAMIZ
31	0,03	AG	0,69	6,06	93,68	0,26	2,86	448	TAMIZ
32	0,26	AG	0,66	2,96	96,70	0,34	2,36	449	TAMIZ
33	0,46	AG	0,60	2,34	97,55	0,11	1,95	457	TAMIZ
34	2,78	AF	0,46	0,10	98,78	1,12	1,70	315	TAMIZ
35	0,43	AG	0,69	1,88	97,98	0,14	2,09	419	TAMIZ

Cartografía de hábitats y fondos marinos

CÓDIGO DE MUESTRA	MEDIA GRANULOMÉTRICA (ϕ)	TIPO SEDIMENTARIO	GRADO DE SELECCIÓN	% CONTENIDO EN GRAVAS	% CONTENIDO EN ARENAS	% CONTENIDO EN LIMOS	% CONTENIDO EN M.O.	POT. REDOX	MÉTODO DE ANÁLISIS
36	-0,43	AMG	0,76	19,41	80,36	0,23	2,63	442	TAMIZ
37	3,84	AMF	0,60	0,18	49,50	50,32	2,94	53	TAMIZ
38	2,78	AF	0,66	0,08	96,63	3,29	1,66	160	TAMIZ
39	-0,49	AMG	1,00	26,78	73,17	0,05	1,56	448	TAMIZ
40	3,85	AMF	0,54	0,10	49,00	50,90	3,01	57	TAMIZ
41	3,70	AMF	0,67	0,13	56,27	43,60	2,67	47	TAMIZ
42	0,76	AG	0,51	0,09	99,48	0,43	2,36	290	TAMIZ
43	2,89	AF	0,64	0,02	96,06	3,92	1,25	145	TAMIZ
44	3,55	AMF	0,66	0,27	73,40	26,33	1,76	143	TAMIZ
45	2,97	AF	1,23	0,24	70,21	29,55	2,25	182	TAMIZ
46	3,76	AMF	0,57	0,09	58,19	41,72	1,57	99	TAMIZ
47	3,16	AMF	0,86	0,84	80,82	18,34	1,83	99	TAMIZ
48	0,05	AG	0,80	7,57	92,25	0,18	2,06	442	TAMIZ
49	2,82	AF	0,69	0,28	96,40	3,32	1,62	237	TAMIZ
50	0,18	AG	0,78	5,83	93,69	0,48	1,61	420	TAMIZ
51	0,18	AG	1,04	11,61	87,71	0,68	1,81	357	TAMIZ
52	0,12	AG	0,75	9,23	90,71	0,06	1,13	369	TAMIZ
53	1,90	AM	0,64	0,08	99,92	0,00	1,30	254	TAMIZ
54	-0,10	AMG	1,01	15,90	83,83	0,27	0,93	450	TAMIZ
55	0,10	AG	0,73	8,05	91,79	0,16	1,68	460	TAMIZ
56	3,83	AMF	0,58	0,14	47,08	52,78	2,92	84	TAMIZ
57	3,90	AMF	0,54	0,07	39,72	60,21	3,27	63	TAMIZ
58	3,84	AMF	0,61	0,05	42,46	57,49	3,50	45	TAMIZ
59	2,04	AF	0,91	2,06	95,94	2,00	1,76	144	TAMIZ
60	2,71	AF	1,38	0,74	77,52	21,74	1,61	145	COULTER
61	2,90	AF	0,51	0,03	94,73	5,24	0,97	183	TAMIZ
62	3,36	AMF	0,65	0,41	82,29	17,30	1,99	134	TAMIZ
63	3,48	AMF	0,51	0,22	82,14	17,64	1,74	113	TAMIZ
64	2,56	AF	0,61	0,73	92,78	6,49	1,04	157	COULTER
65	1,82	AM	0,36	0,02	99,87	0,11	0,93	276	TAMIZ
66	2,43	AF	0,82	0,01	94,16	5,83	1,29	80	COULTER
67	1,41	AM	0,56	0,46	99,43	0,11	0,88	451	TAMIZ
68	2,45	AF	0,64	0,20	94,79	5,01	1,16	207	COULTER
69	1,53	AM	0,48	0,05	99,85	0,10	0,88	477	TAMIZ
70	0,45	AG	1,29	3,12	90,53	6,35	2,35	66	TAMIZ
71	2,20	AF	0,53	0,01	99,55	0,44	0,92	276	TAMIZ
72	0,96	AG	0,52	0,34	99,54	0,12	1,07	365	TAMIZ
73	-0,34	AMG	0,71	16,22	83,65	0,13	1,37	389	TAMIZ
74	-0,27	AMG	0,86	17,31	82,57	0,12	0,98	409	TAMIZ
75	0,73	AG	0,72	1,07	98,48	0,45	2,56	377	TAMIZ
76	2,94	AF	0,50	0,02	97,73	2,25	3,15	357	TAMIZ
77	4,20	LMG	0,30	0,29	11,81	87,90	5,46	-105	TAMIZ
78	0,32	AG	0,62	2,22	97,19	0,59	2,06	406	TAMIZ
79	0,37	AG	0,83	5,37	93,79	0,84	2,34	320	TAMIZ

Los resultados de la tabla anterior fueron integrados en la base de datos del conjunto de todas las muestras recopiladas. El tamaño de grano predominante fue clasificado como

arena fina (mediana: 2,1 ϕ), mientras que la composición de todas las muestras fue de un 75% de arenas, 18% de fango y 4% de grava (Figura 14). El contenido medio de materia orgánica fue de 4,1%, potencial redox de 161 mV y un 35% de contenido de CO₃. También fueron observadas diferencias granulométricas en diferentes regiones de la plataforma. En la zona más occidental (entre la frontera con Cantabria y el cabo Matxitxako), el tamaño de grano resultó ser de 2,2 ϕ ; en la zona media (entre cabo Matxitxako y Getaria), de 2,3 ϕ ; y de 2,0 ϕ en la zona oriental (entre Getaria y cabo Higuer).

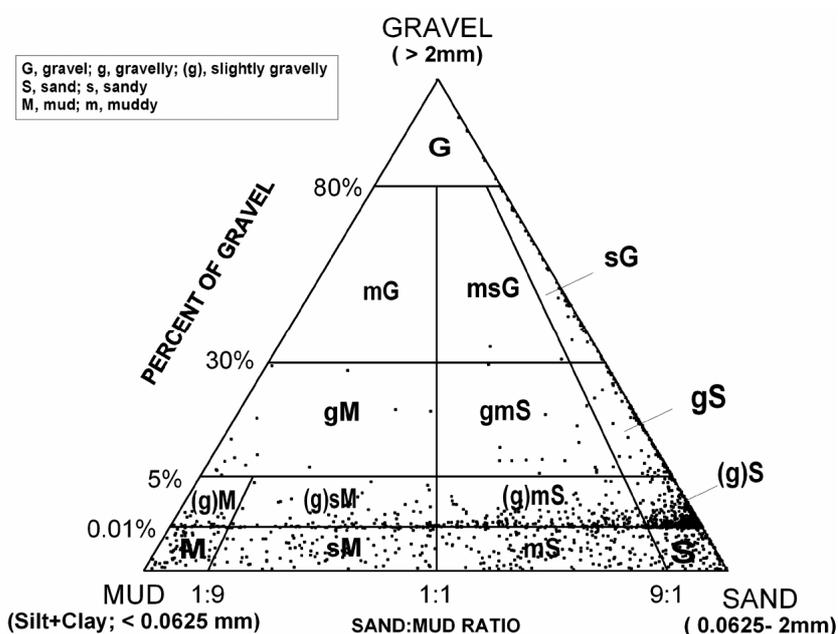


Figura 14. Diagrama de Folk en el que se representa el contenido de grava, arena y fango de todas las muestras sedimentológicas inventariadas.

Finalmente, se generó un mapa de distribución de tipos sedimentarios de toda la plataforma continental hasta los 100 m de profundidad y se determinó la distribución de los tipos sedimentarios (Figura 15).

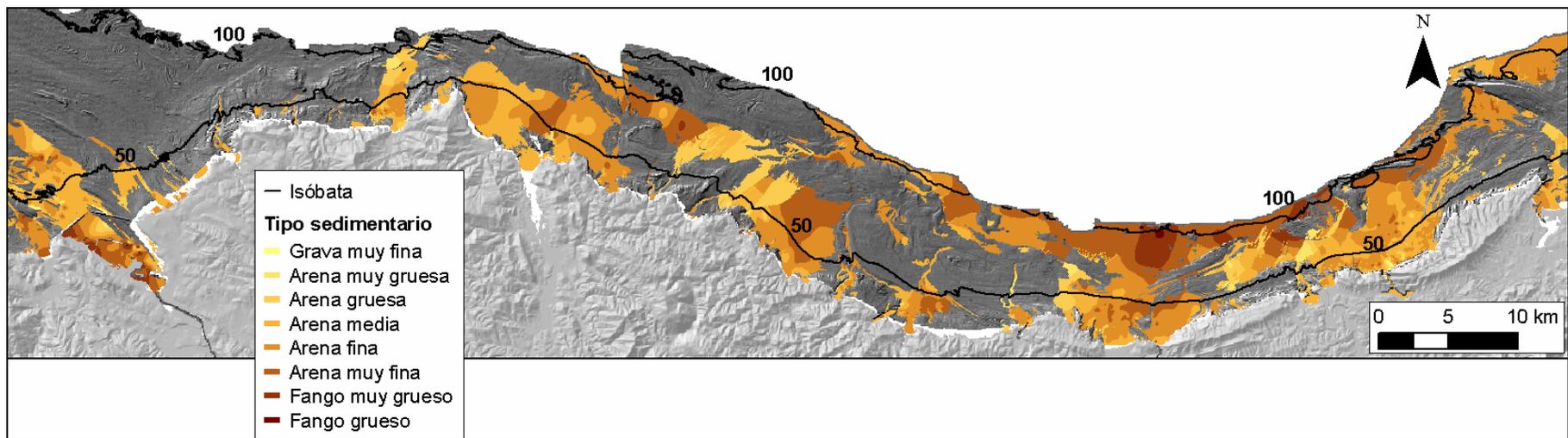


Figura 15. Distribución de tipos sedimentarios según escala de Wentworth en la plataforma continental vasca hasta los 100 m de profundidad.

5.3. Patrones de distribución de hábitats y los factores ambientales que los controlan

Tras un proceso de selección, basado en porcentaje de variabilidad explicada en función de las variables ambientales (prueba de permutación de Monte Carlo), se utilizaron las siguientes variables ambientales para evaluar la variabilidad espacial en la composición de la macrofauna:

- Profundidad
- Características sedimentológicas:
 - Tamaño medio de grano
 - Grado de selección del tamaño de grano
 - Porcentaje de contenido en gravas
 - Porcentaje de contenido en arenas
 - Porcentaje de contenido en limos y arcillas
 - Contenido en materia orgánica
 - Potencial redox (Eh)
- Variables oceanográficas:
 - Concentración de clorofila en primavera en agua adyacente al sedimento (capa de fondo)
 - Rango de variación anual de temperatura en agua adyacente al sedimento (capa de fondo)
 - Temperatura anual media del agua adyacente al sedimento (capa de fondo).

Para evaluar la relación entre los descriptores ambientales y composición de la macrofauna, se emplearon dos tipos de análisis con el software PRIMER-E versión 6: (i) análisis univariante (de las variables ambientales) de identificación de gradientes mediante escalamiento multidimensional (MDS) basado en matrices de similitud de distancia de Bray-Curtis; y (ii) análisis multidimensional BIO-ENV de asignación de variables ambientales características en la variación de la composición del macrobentos

en matrices de similitud de distancia de Bray-Curtis se observa en la Tabla 4. Los parámetros empleados para el análisis son los siguientes:

Método de correlación: Spearman

Método de extracción: BIOENV

Número máximo de variables: 5

Matriz de similitud: Bray-Curtis

Tabla 4. Resultado de análisis BIO-ENV para selección de variables que mejor explican la variabilidad en la composición de la macrofauna. Los códigos de las variables ambientales corresponden a las siguientes: 1-Profundidad; 2-Tamaño medio de grano; 6-Porcentaje de limos.

Número de variables	Correlación	Variables seleccionadas
3	0,500	1;2;6
2	0,492	1;2
2	0,397	1;6
2	0,377	2;6
1	0,368	2
1	0,331	1
1	0,198	6

5.4. Primera fase de caracterización biológica de los fondos de la plataforma vasca

Cabe destacar que la identificación de organismos bentónicos de sustrato sedimentario, ha dado como resultado la presencia de varios ejemplares de poliquetos que no estaban citados anteriormente en la plataforma continental vasca o que se trate de nuevas especies. Se trata de ejemplares de poliquetos pertenecientes a las familias: Syllidae, Spionidae y Cirratulidae deberán ser estudiados con más detalle con objeto de incluirlas en futuras publicaciones científicas.

Por otro lado, los resultados obtenidos en el proceso de identificación de especies, fueron empleados para la caracterización biológica del lecho marino de la plataforma mediante el análisis de agrupaciones de especies o comunidades y la identificación de las especies más características en cada una de ellas. Dicha información, en la medida

de lo posible, se integró en la descripción de los hábitats definidos en la clasificación EUNIS que se presenta en el siguiente apartado.

5.5. Identificación de hábitats bentónicos mediante la clasificación EUNIS

La costa vasca presenta unas características biogeográficas particulares que la diferencian respecto a otras zonas del golfo de Vizcaya. En términos biológicos, estas diferencias están basadas principalmente en la escasez o ausencia de varias especies de algas pardas (fucoides y laminarias), haciendo que esta costa presente un carácter meridional (Borja *et al.*, 2004). Teniendo en cuenta que la clasificación EUNIS se basa en las clasificaciones Paleártica y CORINE, que están centradas en los hábitats y comunidades de zonas norteñas, ha sido necesaria la adaptación de la clasificación a las comunidades y características particulares de la costa vasca. Las nuevas aportaciones para la adaptación de la descripción dan comienzo con la frase: "para la costa vasca..." y, posteriormente, se citan las características y especies particulares. Las descripciones de los hábitats son un compendio entre los nuevos resultados obtenidos en el presente proyecto y otros trabajos anteriores que son citados.

Debe considerarse que algunos de los hábitats que se describen a continuación no han podido ser cartografiados de forma detallada dada la escala de trabajo y escala de los mapas finales. Así pues, los hábitats identificados según la clasificación jerárquica EUNIS, son los siguientes:

A: Hábitats marinos

A.1: Roca litoral* y otros sustratos duros

La roca litoral incluye hábitats rocosos, bloques y cantos presentes en la zona intermareal y en la zona de salpicadura del oleaje. El límite superior está marcado en la costa vasca por la zona de líquenes ([*Verrucaria*, *Lychina*]) y el límite inferior, por la cota de bajamar viva equinoccial, ocupada por algas de gran porte, tipo *Bifurcaria* o

* Este término se emplea para referirse a la zona intermareal.

Gelidium. Hay varias variables físicas que pueden afectar a las comunidades de la costa rocosa tales como: exposición al oleaje, salinidad, temperatura y la emersión e inmersión de la costa en los ciclos de marea. La exposición al oleaje es lo que comúnmente se emplea para la caracterización de la roca litoral y abarca condiciones desde extremadamente expuesto en la costa abierta, hasta extremadamente protegida en las calas cerradas. La costa expuesta tiende a presentar comunidades dominadas por fauna: cirrípedos (balanos, percebes) y mejillones, y algunas algas robustas. Las zonas protegidas, por el contrario, son más notables por su alta densidad de cobertura de algas fucoideas. Entre estos dos extremos de exposición al oleaje, en las zonas de exposición moderada, lo más habitual es encontrar mosaicos de balanos y algas.

A1.1: Roca litoral de alta energía

Roca o bloques rocosos extremadamente o moderadamente expuestos. Se trata de la costa extremadamente expuesta dominada por mejillones y balanos, ocasionalmente con fucoideas robustas o mantos de algas rojas. Se describen tres subtipos biológicos: comunidades roca o bloques de la zona eulitoral superior o media, muy expuesta a moderadamente expuesta dominada en la costa vasca por mejillones [*Mytilus galloprovincialis*], balanos [*Pollicipes pollicipes*, *Chthamalus*] spp. y/o [*Balanus* sp.] y lapas [*Patella*] spp. (A1.11); algas rojas y pardas capaces de tolerar condiciones extremas de costa rocosa expuesta, con el factor de estrés físico ocasionado principalmente por el oleaje (A1.12), y costa barrida por la marea en zonas más protegidas (bocanas de estuarios) con coberturas de fucoideas y comunidades ricas de filtradores (A1.15). Para la costa vasca, Ibáñez et al. (1989) describen la dominancia de el alga calcárea [*Mesophyllum lichenoides*], [*Lithophyllum incrustans*], [*Corallina elongata*] (en la zona eulitoral baja), [*Lithophyllum lichenoides*], [*Fucus spiralis*] var. *nanus* – [*Caulacanthus ustulatus*] (en la zona eulitoral media) y [*Fucus spiralis*] var. *limitaneus* (en la zona eulitoral superior). Más detalles pueden encontrarse en (Borja et al., 2004).

A1.11: Comunidades de mejillón y/o balanos

A1.111: [*Mytilus galloprovincialis*] y balanos en roca eulitoral muy expuesta

En costa rocosa muy expuesta a expuesta de la zona eulitoral, particularmente en la zona media y baja. En la costa vasca está típicamente caracterizado por grupos de pequeños individuos de mejillón [*Mytilus galloprovincialis*]

entremezclado con manchas de balanos [*Chthamalus* spp., *Balanus* sp.], litorinas *Melaraphe neritoides* y lapas [*Patella vulgata*]. Entre los individuos pequeños, pueden aparecer las algas rojas [*Ceramium* spp.], [*Corallina officinalis*] y [*Mastocarpus stellatus*]. Habitualmente, las algas rojas foliosas [*Porphyra umbilicalis*] y [*Palmaria palmata*] se encuentran como epífitas de [*M. galloprovincialis*]. Generalmente, la abundancia de algas rojas aumenta en los niveles más bajos y en la zona baja del eulitoral, donde los mejillones y los balanos son escasos. Cuando [*M. galloprovincialis*] aparece en rocas de mucha pendiente, las algas rojas son escasas y se restringe a la zona más baja. Pueden aparecer unos pocos gasterópodos como [*Littorina* spp.] donde las fracturas o los huecos en la roca les ofrece refugio. Las fucoides generalmente están ausentes, aunque algunas como [*Fucus vesiculosus*] pueden aparecer donde la pendiente es más suave. Este biotopo también aparece en zonas de mucha pendiente o en zonas de exposición moderada. Para más detalles ver Borja et al. (2004).

Variación temporal: las fuertes tormentas de invierno pueden provocar desprendimientos periódicos de las comunidades de mejillón y balanos.

A1.2: Roca litoral de energía moderada

En localizaciones semiexpuestas al oleaje, la zona de [*Chthamalus* sp.] presenta, en su zona más baja, presencia significativa de ostra [*Ostrea edulis*] y [*Crassostrea gigas*]; éstas, aparecen acompañadas de numerosos especímenes de [*Balanus perforatus*]. Por debajo, se desarrolla un horizonte de [*C. elongata*] con abundantes epífitas tales como [*Ulva rigida*], [*Ceramium ciliatum*], y manchas de [*Gelidium pulchellum*], [*Codium fragile*] y [*G. pusillum*]. En zonas rocosas afectadas por la arena, están presentes el alga parda [*C. spongiosus*], [*S. scoparium*] y la anual [*Padina pavonia*] (Borja et al., 2004).

A1.4: Estructuras singulares de roca litoral

A1.41: Comunidades de charcas litorales*

A1.4111: Incrustaciones de coralina y [Corallina officinalis] en charcas eulitorales someras

Pozas pequeñas y someras a lo largo de la zona eulitoral en un amplio rango de exposiciones al oleaje y caracterizado por la cobertura de algas coralinas incrustantes entre las cuales [Corallina officinalis] puede formar una cobertura densa. El fondo de estas pozas puede estar cubierto por grava gruesa y cantos. Estas pozas están dominadas por algas rojas. Las algas rojas foliosas que pueden encontrarse en estas pozas incluyen [Mastocarpus stellatus], [Chondrus crispus] y filamentosas [Ceramium nodulosum]; así como algas verdes efímeras [Cladophora rupestris], [Ulva lactuca] y [Enteromorpha spp.], las cuales pueden aparecer en abundancias altas. Las pozas pueden albergar un gran número de moluscos ramoneadores, en particular [Littorina littorea] (que puede aparecer excepcionalmente, en altas densidades en la parte alta de las pozas), [Patella vulgata] y [Gibbula cineraria]. Los gasterópodos pueden ramonear hasta el punto de eliminar las algas rojas foliosas, y la flora se reduce a las algas coralinas incrustantes y a un gran número de gasterópodos. Las grandes algas marrones están ausentes. Dentro de las pozas, los huecos pueden estar frecuentemente ocupados por anémonas [Actinia equina] y pequeños individuos de mejillón [Mytilus galloprovincialis], mientras que los balanos [Balanus sp.] pueden ser encontrados en la superficie rocosa. Los cambios periódicos del hábitat pueden ocasionar la aparición de algas verdes ([Ulva lactuca]) durante el verano.

A1.4112: Incrustaciones de coralina y erizo de mar [Paracentrotus lividus] en charcas someras eulitorales

Pozas someras y relativamente pequeñas a lo largo de la zona eulitoral en costas expuestas y muy expuestas. Caracterizado por la cobertura de algas coralinas incrustantes, de las cuales [Corallina officinalis], forma una cobertura densa. El fondo de estas pozas puede estar cubierto por grava gruesa y

* Dada la escala de análisis del presente proyecto, este tipo de hábitat no ha podido ser cartografiado o plasmado en la cartografía pero se ha considerado de interés su inclusión en las descripciones de los hábitats.

cantos. Puede estar dominada por el erizo de mar [*Paracentrotus lividus*] y la diversidad de algas es baja debido a la presión del ramoneador [*P. lividus*], [*Gibbula cineraria*] y [*Gibbula umbilicalis*], [*Littorina littorea*]. Dentro de las pozas, los huecos pueden estar ocupados por anémonas como [*Actinia equina*] y [*Anemonia viridis*] y pequeños individuos de mejillón [*Mytilus galloprovincialis*]. El alga verde [*Codium* spp.] puede estar también presente junto a [*Himanthalia elongata*] y el alga parda [*Leathesia difformis*] y el alga roja filamentosa [*Ceramium* spp.]. El balano [*Balanus* sp.] está ausente o aparece en una baja densidad en estas pozas, previsiblemente por la presencia de la presión del ramoneo. Las rocas blandas permiten a [*P. lividus*] realizar agujeros en la roca. Variación temporal: en la época estival pueden aparecer el alga verde efímera [*Enteromorpha intestinalis*] y [*Ulva lactuca*].

A2: Sedimento litoral

El hábitat de sedimento litoral incluye sustratos de cantos, gravas, arena y fangos o cualquier combinación de las mismas que ocurra en la zona intermareal. El sedimento litoral se define más concretamente, con la descripción del tamaño de grano y por la combinación de contenido de los materiales de diferente granulometría. Los sedimentos litorales presentan comunidades que toleran cierto grado de drenaje en marea y baja; y frecuentemente, sujetas a la variación en temperatura y salinidad reducida en las zonas estuáricas. Los sedimentos muy gruesos presentan escasas especies de macrofauna porque los sedimentos tienden a ser móviles y están sujetos a un alto grado de sequedad cuando quedan expuestos en marea baja. Los sedimentos más finos tienden a ser más estables y retener agua entre las pleamares y por tanto, soportan mayor diversidad de especies. Las costas con arena media y fina generalmente soportan un rango de oligoquetos, poliquetos y crustáceos excavadores y algunas costas de arenas fangosas también presentan especies de bivalvos. Los sedimentos muy finos y cohesivos tienden a presentar una diversidad de especies inferior porque el oxígeno no puede penetrar mucho por debajo de la superficie del sedimento. En estas circunstancias, se desarrolla una capa de sedimento negro anóxico que se puede extender hasta la superficie del sedimento y en el cual, pocas especies pueden sobrevivir. Algunos sedimentos intermareales están dominados por angiospermas ([*Zostera noltii*]) en la zona media y alta de bancales de arena fangosa o en marismas.

Los biotopos sedimentarios se pueden extender hacia tierra (sistema de dunas, marismas) y hacia el mar (sedimento sublitoral). Las costas sedimentarias generalmente se encuentran a lo largo de tramos costeros más protegidos que la costa rocosa. Por otro lado, las costas de fango o arena fangosa, están presentes en las calas muy protegidas y en estuarios, donde la exposición al oleaje es suficientemente baja para permitir que sedimente el sedimento fino. Las costas arenosas o de sedimento grueso (gravas o cantos rodados) se encuentran en áreas sujetas a mayor energía del oleaje.

Variación temporal: los ambientes de sedimento litoral pueden cambiar sustancialmente a lo largo de ciclos estacionales, con sedimentos que son erosionados durante las tormentas y acreciones durante las calmas de verano. La estructura de tamaño de partículas de los sedimentos puede cambiar de fino a más grueso durante los meses de invierno ya que los sedimentos finos son resuspendidos. Esto puede afectar a la infauna del sedimento con algunas especies que sólo están presentes en verano; cuando el sedimento es más estable. Estos cambios, afectan predominantemente a los tramos costeros relativamente abiertos. Las costas fangosas protegidas, son más probables que sean estables a lo largo del año pero pueden tener cobertura de algas verdes durante los periodos de verano, en áreas con un enriquecimiento de nutrientes o donde haya un aporte de agua dulce.

En la costa vasca, en la zona media intermareal, hay varias algas que pueden crecer en el fango o incrustadas a conchas o grava. Entre estas algas, se encuentran: [Gracilaria verrucosa]; [Vaucheria spp.]; [Fucus vesiculosus]; [Fucus ceranoides]; [Bachelotia antillarum]; [Enteromorpha intestinalis]; [Enteromorpha rolifera]; [Ulva spp.]; [Blidingia spp.]; [Monostroma oxyspermum]; [Cladophora spp.]; [Chaetomorpha spp.]; [Rhizoclonium tortuosum] y la cianobacteria [Lyngbya aestuarii]; [Microcoleus chthonoplastes]; y [Oscillatoria bonnemaisonii] (Borja *et al.*, 2004). Otros detalles pueden verse en Rodríguez *et al.* (2003), Rodil y Lastra (2004), Lastra *et al.* (2006).

A2.2 Arena y arena fangosa litoral

A2.221: Arenas gruesas estériles litorales

Playas arenosas, particularmente en la zona media y superior de la costa, con ausencia de comunidades de macrofauna debido a su movilidad. Pueden aparecer en abundancias extremadamente bajas oligoquetos e isópodos [Eurydice pulchra]. En raras ocasiones, pueden aparecer anfípodos

excavadores. Para más detalles puede verse Rodríguez *et al.* (2003); Borja *et al.* (2004); Rodil y Lastra, (2004); Lastra *et al.*, (2006).

A2.6: Sedimentos litorales dominados por angiospermas acuáticas

A2.6.1: Fanerógamas en sedimentos litorales

Dominancia de [*Zostera*] spp. En la costa vasca, la fanerógama marina [*Zostera noltii*] está presente en 3 de los 12 estuarios de la costa vasca (Oka, Lea y Bidasoa) (Uribe-Etxebarria *et al.*, 2006; Otxoa *et al.*, 2007; Garmendia *et al.*, 2008). Los hábitats donde puede establecerse están incluidos en la lista de hábitats naturales de interés comunitario de la Directiva Hábitats (92/43/CEE) y su importancia como elemento biológico en la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) (Borja, 2005). En un estudio realizado por Valle *et al.* (2009) se determinó que las variables con que determinan la presencia de [*Z. noltii*] fueron: media granulométrica, potencial redox, altura topográfica, grado de selección granulométrica del sustrato, pendiente, porcentaje de contenido en gravas e Índice de Posición Topográfica.

A3: Roca infralitoral y otros sustratos duros

La roca infralitoral incluye hábitat de roca, bloques y cantos que ocurren en la zona somera de la zona sublitoral y presenta predominantemente comunidades de algas. En la costa vasca, el límite superior está marcado por la marea baja equinoccial mientras que el límite inferior, está marcado por el límite inferior de crecimiento denso de macroalgas (aproximadamente entre 15 y 25 m de profundidad). La roca infralitoral en el País Vasco está ocupada principalmente por [*Gelidium corneum*], en condiciones de exposición, mientras que en las zonas más protegidas el hábitat es de *Cystoseira baccata* (Limia and Gorostiaga, 1987; Borja *et al.*, 1995; Díez *et al.*, 2000).

En estuarios y otras áreas con aguas turbias, la zona somera submareal puede estar dominada por comunidades animales y con sólo algunas comunidades empobrecidas de algas.

Este hábitat puede correlacionarse con el Habitat de Interés Comunitario:

1170: Arrecifes

A3.1: Roca infralitoral de alta energía

Hábitats rocosos en la zona infralitoral y zonas expuestas o extremadamente expuestas a la acción del oleaje. Generalmente, la roca presenta comunidades de algas frondosas y animales. La profundidad hasta la cual predominan las algas varía en función de la claridad del agua.

A3.12: Comunidades de algas afectadas por el sedimento

Hábitat rocoso infralitoral sujeto a la perturbación (disturbancia) producida por la movilidad de sustrato (bloques y rocas) o abrasión por sedimentos gruesos o materia particulada en suspensión (arena o grava). Las comunidades asociadas pueden ser muy variadas, dependiendo de las condiciones que prevalezcan en el hábitat. Las algas rojas de los hábitats de costa rocosa expuesta (A3.13 y A3.15) están reemplazadas por otras especies más efímeras o tolerantes a la abrasión. Ejemplos de estas comunidades para el País Vasco pueden observarse en la zona que va desde el Abra de Bilbao hasta Plentzia. En estas comunidades desaparece primero [*Gelidium corneum*] y luego [*Cystoseira baccata*], para establecerse *Codium decortatum* en niveles moderados de sedimentación, mientras que [*Zanardinia prototypus*] y [*Aglaothamnion cordatum*] son más abundantes en lugares con altos niveles de sedimentación (Diez *et al.*, 2003).

A3.15: Comunidades de algas frondosas

3.151: [*Cystoseira*] spp. en fondo rocoso y roca infralitoral expuesta

En la costa vasca [*Cystoseira baccata*] tiende a aparecer en zonas moderadamente expuestas (Diez *et al.*, 2003), en profundidades de 3 a 10 m, con baja contaminación. En zonas *expuestas* [*Cystoseira*] aparece sólo a profundidades superiores a los 10 m, llegando en algunos lugares a los 20 m. Otras especies asociadas a esta comunidad son [*Rhodomenia pseudopalmata*], [*Sphaerococcus coronopifolius*] y [*Gelidium corneum*] (éste en baja cantidad) (Borja *et al.*, 2004). Antes se asociaba también a esta comunidad la especie [*Laminaria ochroleuca*], sin embargo, debido al cambio global, esta especie ha desaparecido de la costa vasca, al ser característica de aguas más frías.

A3.152: [Gelidium corneum] en fondo rocoso y rocas infralitorales muy expuestas*

De acuerdo a Borja (1987; 1988), Gorostiaga *et al.* (1998) y Díez *et al.* (2003) la costa vasca, y especialmente su parte oriental (Gipuzkoa), presenta una vegetación homogénea compuesta principalmente de praderas de [Gelidium corneum], que se extiende desde 0 m hasta los 10-15 m de profundidad (en algunos casos alcanza 25 m, mezclada con [Cystoseira baccata]: (Borja *et al.*, 1995; 2000). Esta comunidad está favorecida por la predominancia de lecho rocoso, con poca a moderada sedimentación y alta exposición a la acción del oleaje. Este tipo de vegetación presenta una compleja estratificación, que consiste en una capa bien desarrollada de incrustantes de [Mesophyllum lichenoides] y [Zanardinia prototypus], una capa pobre por debajo de [Pterosiphonia complanata], [Corallina officinalis], [Rhodymenia pseudopalmata] y [Cryptopleura ramosa], una cobertura bien desarrollada de [Gelidium corneum], y una capa pobre de epífitas de [Plocamium cartilagineum] y [Dictyota dichotoma] (bien desarrollada a finales de primavera). La fauna consiste en moluscos tales como [Gastrochaena dubia] y [Aplysia punctata]; esponjas ([Clathrina coriacea] y [Sycon ciliatum]); cnidarios ([Laomedea flexuosa] y [Halicornaria montagu]); crustáceos ([Cymodoce truncata] y [Apherusa jurinei]); briozoos ([Crisia eburnea], etc.) (Borja *et al.*, 1995). En esta comunidad, [Gelidium corneum] y [Mesophyllum lichenoides] representan el 72% de la cobertura total de algas; para el resto, [Plocamium cartilagineum], [Pterosiphonia complanata], [Asparagopsis armata] ([Falkenbergia phase]), [Cystoseira baccata], [Halopitys incurvus], y [Corallina officinalis] son las macrófitas más abundantes (Gorostiaga *et al.*, 1998; Borja *et al.*, 2004).

A3.2: Roca infralitoral de energía moderada

Fondo rocoso sujeto, predominantemente a energía del oleaje moderada. Está presente sobre fondo de roca estable con presencia de comunidades de algas que también están presentes en fondos de mayor energía (A3.13 y A3.15). Como se ha dicho antes, estas zonas suelen estar ocupadas en la costa vasca por [Cystoseira baccata] (Díez *et al.*, 2003), en profundidades de 3 a 10 m, con baja contaminación.

*Este hábitat no existe en la actual clasificación EUNIS. Se describirá de forma más detallada y se propondrá su inclusión en la clasificación a través del Grupo de Trabajo de Cartografía de Hábitats Marinos del Consejo Internacional para la Exploración del Mar.

Otras especies asociadas a esta comunidad son [*Rhodymenia pseudopalmata*], [*Sphaerococcus coronopifolius*] y [*Gelidium corneum*] (éste en baja cantidad) (Borja *et al.*, 2004). Antes se asociaba también a esta comunidad la especie [*Laminaria ochroleuca*], sin embargo, debido al cambio global, esta especie ha desaparecido de la costa vasca, al ser característica de aguas más frías.

A3.3: Roca infralitoral de baja energía

Dadas las características de la costa vasca, se puede considerar que la presencia de este hábitat es muy reducida y se restringe únicamente a fondos rocosos dentro de los puertos (ej. Abra de Bilbao).

A.4: Roca circalitoral y otros fondos duros

La roca circalitoral se caracteriza por la dominancia de comunidades animales (se presenta como la continuación de las comunidades dominadas por algas en la zona infralitoral). A su vez, la zona circalitoral se puede subdividir en dos subzonas: circalitoral superior (con presencia de algas rojas pero sin ser dominantes) y circalitoral inferior (ausencia de algas rojas foliosas). La profundidad a la cual comienza la zona circalitoral es directamente dependiente de la intensidad de la luz que alcanza el lecho marino. En condiciones de gran turbidez, la zona circalitoral puede comenzar justo por debajo del nivel del mar en bajamar viva equinoccial, aunque no es el caso del País Vasco. Los biotopos identificados en campo pueden ser asignados de forma general, a tres categorías de energía del oleaje: alta, moderada y baja. El carácter de la fauna varía enormemente y está afectado principalmente por la acción del oleaje, turbidez, el grado de erosión y la topografía de la roca. Habitualmente, en este tipo de comunidades, no domina una única especie sino que está constituido por un mosaico de especies. Esto, junto con el gran rango de factores ambientales que lo influyen, hace que la roca circalitoral sea un área difícil de clasificar de forma satisfactoria; por lo que se debe tener especial cuidado a la hora de asociar especies y hábitats a la clasificación.

Este hábitat puede correlacionarse con el Hábitat de Interés Comunitario:

1170: Arrecifes

A4.1: Roca circalitoral de alta energía

En términos generales puede decirse que en la plataforma continental vasca existe escasa información biológica de los sustratos rocoso circalitorales principalmente por la dificultad técnica que supone la realización de muestreos. Es por ello, por lo

que la descripciones dadas, son un compendio entre las descripciones originales de la clasificación EUNIS junto con citas bibliográficas de estudios realizados por otros autores.

A4.12: Comunidades de esponjas en roca circalitoral profunda

Este hábitat está presente en zonas profundas (comúnmente por debajo de los 30 m de profundidad), de sustrato duro circalitoral expuesto al oleaje. La componente de esponjas es la predominante, con especies similares de briozoos y esponjas erectas aunque en este caso las esponjas [*Phakellia ventilabrum*], [*Axinella infundibuliformis*], [*Axinella dissimilis*] y [*Stelligera stuposa*] son dominantes. Otras especies de esponjas que se encuentran en costa rocosa expuesta están presentes en abundancia moderada.

A4.13: Cobertura de fauna mixta en roca circalitoral

Para la costa vasca, la comunidad que puede representar este hábitat es la de la macroalga [*Halopteris filicina*] (C14), descrita por Borja *et al.* (2004). Esta comunidad está presente en un rango de profundidades entre los 25 a 50 m (Borja *et al.*, 1995; Borja *et al.*, 2000). Las algas están frecuentemente mezcladas con otras rodófitas tales como [*Phyllophora crispa*] y [*Peyssonnelia rubra*]. La fauna consiste en una cobertura importante del cirrípedo [*Verruca stroemia*], el sipuncúlido [*Aspidosiphon clavatus*], el molusco bivalvo [*Modiolus barbatus*] y el cnidario [*Sertularella ellisi*].

A4.2: Roca circalitoral de energía moderada

Principalmente ocurre en roca y bloques, sujeto a energía del oleaje moderada. Las descripciones dadas por EUNIS son muy limitadas; y concretamente en la plataforma continental vasca no existe información biológica suficiente para poder llegar a niveles superiores de esta clase.

A4.3: Roca circalitoral de baja energía

Ocurre en roca y bloques donde la energía del oleaje es muy reducida. Los biotopos están dominados por algas rojas incrustantes, braquipodos y ascidias. Aunque en la cartografía realizada en el presente proyecto, el sustrato rocoso circalitoral haya sido clasificado para los tres niveles de energía del oleaje, se considera que todos los fondos rocosos hasta los 100 m de profundidad podrían considerarse como de energía alta o moderada.

A4.31: Comunidades de braquiopodos y ascidas en roca circalitoral

Este hábitat ocurre en las zonas de fondos rocosos y bloques del circalitoral donde la energía del oleaje es muy débil. Está caracterizado por las comunidades de braquiopodos y ascidas.

A4.32: Comunidades coralígenas

Concreciones coralígenas que aparecen sobre sustrato rocoso en el que las algas calcáreas pueden generar construcciones biogénicas. Estas comunidades están presentes sobre sustrato duro o construcciones biogénicas hasta los 100 m de profundidad y con baja acción del oleaje.

A4.33: Comunidades de fauna en roca circalitoral de baja energía

No hay descripción de esta clase.

A4.7: Rocas características en la zona circalitoral

A4.71: Comunidades de cuevas circalitorales y rocas sobresalientes

Cuevas o rocas que sobresalen del fondo en la zona circalitoral y alejadas de la acción del oleaje fuerte. En la costa vasca, es previsible que existan hábitats que cumplan con las características de cuevas pero las técnicas empleadas en el presente proyecto no permiten su identificación y no se ha encontrado información relativa a las características de los organismos que están presentes en este tipo de hábitat. En cuanto a las rocas "sobresalientes", se ha considerado como un hábitat de especial interés por la diversidad y comunidades que puedan albergar. Este hábitat puede estar colonizado por una gran variedad de especies con esponjas y otras particularmente características.

Este hábitat puede correlacionarse con los Habitat de Interés Comunitario:

8330: Grutas sumergidas o semi-sumergidas

1170: Arrecifes

A4.72: Comunidades de fauna fouling en el circalitoral

A4.721: Pecios metálicos en zona circalitoral

Colonización de las partes verticales y zonas altas de los pecios. En la costa vasca existen algunos, muy poco significativos y no estudiados desde el punto de vista biológico, por lo que sólo se mencionan, pero sin descripción.

A4.722: Sustratos artificiales

Sustratos artificiales aislados (tales como artes de pesca abandonadas o piezas metálicas sobre fondos limosos). En ocasiones con alto número de ascidias que son capaces de colonizar el sustrato rápidamente.

A5: Sedimento sublitoral

A5.1: Sedimento grueso sublitoral

Sedimento grueso incluyendo arena gruesa, grava, cantos y cascajo que frecuentemente son inestables debido a la acción del oleaje o corriente de marea. Este hábitat, generalmente se encuentra en costa abierta. Presenta bajo contenido de finos y ausencia de algas. Se caracteriza por fauna robusta incluyendo, con frecuencia, bivalvos venéridos.

A5.13: Sedimento grueso infralitoral

Hábitats con exposición moderada de arena gruesa, arena gravosa, cantos y grava en el infralitoral. Está sujeto a disturbancia producida por la corriente y la acción del oleaje. Este hábitat puede encontrarse en costa abierta y en la plataforma continental vasca se caracteriza por fauna robusta de poliquetos infaunales (como [*Polygordius appendiculatus*], [*Protodorvillea kefersteini*] y familia [*Terebellidae*]), oligoquetos del género *Grania*, bivalvos ([*Tellina* (*Moerella*) *donacina*]) y holoturias ([*Leptosynapta inhaerens*]).

Este hábitat es susceptible de ser catalogado como Habitat de Interés Comunitario:

1110: Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina.

A5.135: [*Glycera lapidum*] en arenas y gravas empobrecidas del infralitoral

Este hábitat se da en zonas de arenas mixtas ligeramente gravosas, en costas abiertas y expuestas. En la plataforma vasca, se trata de comunidades empobrecidas caracterizadas por el poliqueto [*Glycera lapidum*]. En raras ocasiones se considera una especie característica pero cuando éste es el caso, se debe a la exclusión de otras especies. Es por ello por lo que se considera que el hábitat que contiene este biotopo puede estar sujeto a una continua o periódica disturbancia del sedimento por la acción del oleaje, lo cual impide el establecimiento de otras comunidades más estables. Otros taxones incluyen poliquetos espionidos como [*Spio martinensis*] y [*Spiophanes bombyx*], [*Nephtys*

spp.] y en algunas áreas el bivalvo [*Spisula elliptica*]. Debido a la variabilidad del régimen sedimentario en estos hábitats, puede haber variaciones estacionales o espaciales dentro de esta comunidad.

A5.14: Sedimento grueso circalitoral

Arena gruesa, grava y cantos afectados por la acción de corrientes u oleaje en profundidades superiores a los 15-20 m. Está presente en costas abiertas expuestas. En la plataforma continental vasca este hábitat está caracterizado por la presencia de nemátodos, así como de [*Polygordius appendiculatus*], nemertinos, [*Pisione remota*], oligoquetos del género *Grania*, [*Sphaerosyllis bulbosa*], [*Glycera lapidum*] y [*Protodorvillea kefersteini*].

A5.2: Arena sublitoral

A5.23: Arena fina infralitoral

Arena limpia que aparece en aguas someras. Generalmente, este hábitat carece de algas y en la plataforma vasca está caracterizado por la presencia del erizo [*Echinocardium cordatum*], del bivalvo [*Macra stultorum*], de los poliquetos [*Magelona johnstoni*], [*Spiophanes bombyx*], [*Mediomastus fragilis*], [*Owenia fusiformis*], y [*Paradoneis armata*], de los anfipodos [*Siphonoecetes kroyeranus*] y [*Hippomedon denticulatus*] y del nemertino [*Tubulanus polymorphus*].

Este hábitat es susceptible de ser catalogado como Hábitat de Interés Comunitario:

1110: Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina.

A5.24: Arena limosa infralitoral

Arena limosa no cohesiva (con contenido de finos entre 5% y 20%) en la zona infralitoral, se extiende desde la zona de la cota de bajamar viva equinoccial hasta la zona más estable del circalitoral (aproximadamente 27 m). En la plataforma vasca el hábitat presenta variedad de comunidades dominadas por animales, particularmente poliquetos ([*Magelona johnstoni*], [*Magelona filiformis*], [*Owenia fusiformis*], [*Paradoneis armata*], género *Scolaricia*, [*Prionospio (Prionospio) steenstrupi*], [*Myriochele danielsseni*], [*Chaetozone gibber*]), bivalvos ([*Tellina fabula*]), gasterópodos ([*Nassarius reticulatus*]), y anfipodos ([*Siphonoecetes kroyeranus*], [*Urothoe pulchella*]).

Este hábitat es susceptible de ser catalogado como Hábitat de Interés Comunitario:

1110: Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina.

A5.25: Arena fina circalitoral

Arena fina "limpia" con contenido de finos inferior al 5% en costa abierta y a una profundidad superior a los 27 m. Este hábitat generalmente es más estable que el homólogo localizado en la zona más somera, y consecuentemente, presenta comunidades de mayor diversidad. En la plataforma vasca está caracterizado por la presencia de copépodos, así como de [Echinocyamus pusillus], [Spiophanes bombyx], [Abra alba], [Lumbrineris cingulata], [Abra prismatica], [Prionospio (Prionospio) steenstrupi], nemertinos, [Magelona filiformis], [Chaetozone gibber], [Ampelisca brevicornis] y [Tubulanus polymorphus].

A5.26: Arena limosa circalitoral

Arena limosa no cohesiva del circalitoral con un contenido de finos entre 5% y 20%. Este hábitat se encuentra en profundidad superior a 27 m y presenta comunidades dominadas por animales. Este hábitat tiende a ser más estable que el del infralitoral y por tanto, presenta una comunidad infaunal más rica. En la plataforma vasca está caracterizado por la presencia de [Echinocardium cordatum], [Mactra stultorum], [Magelona johnstoni], [Spiophanes bombyx], [Mediomastus fragilis], [Owenia fusiformis] y [Siphonoecetes kroyeranus].

A5.3: Limo sublitoral

A5.33: Limo arenoso infralitoral

Arena limosa cohesiva del infralitoral típicamente con un contenido de finos superior al 20% en profundidad superior a los 27 m. Este tipo de hábitat puede ser encontrado en bahías y calas protegidas y en zonas protegidas de costa abierta. En la plataforma vasca, las especies típicas incluyen [Nephtys cirrosa], [Hippomedon denticulatus], [Echinocardium cordatum], [Urothoe brevicornis], [Dispio uncinata], anfípodos del género Hippomedon. También pueden disponer elevada presencia las especies [Gastrosaccus sanctus], [Bathyporeia elegans] y [Scolelepis bonnieri].

A5.34: Limo arcilloso infralitoral

Limo arcilloso sublitoral somero, que se extiende desde la cota de bajamar viva equinoccial hasta profundidad de 27 m. Se trata de zonas que presentan energía baja. Este tipo de hábitat puede estar presente en zonas portuarias. En la plataforma vasca son características de este hábitat las poblaciones de [Notomastus latericeus], [Sternaspis scutata], [Abyssoninoe hibernica], [Nucula sulcata], [Tubulanus polymorphus], [Chaetozone setosa], [Euclymene oerstedii], nemertinos, [Abra alba] y [Nassarius reticulatus]. La extensión de la capa oxidada puede ser muy escasa con algunas áreas que periódicamente o permanentemente son anóxicas. En la superficie del sedimento se puede desarrollar un manto de bacterias.

A5.35: Limo arenoso circalitoral

Limo arenoso circalitoral con contenido de finos superior al 20% en profundidad superior a los 27 m y de baja energía. Este hábitat se encuentra en las áreas más profundas de bahías y calas o en zonas más profundas donde la energía del oleaje es menor. En la plataforma continental vasca, son características de este hábitat las poblaciones de [Lumbrineris cingulata], [Thyasira flexuosa], [Tellina compressa], [Spiophanes bombyx], [Chaetozone gibber], [Ampharete finmarchica], [Prionospio fallax], [Aponuphis bilineata], [Spiophanes kroyeri], [Magelona filiformis], nemertinos, [Chone filicaudata], [Ampelisca tenuicornis], [Myriochele danielssen] y [Ampelisca brevicornis].

A5.36: Limo arcilloso circalitoral

Limo arcilloso circalitoral que se presenta a profundidad superior a los 27 m. En la plataforma vasca en este hábitat es característica la presencia de poliquetos del género [Monticellina] y de las especies [Galathowenia oculata], [Magelona minuta], [Monticellina dorsobranchialis], [Thyasira flexuosa], [Spiophanes kroyeri], [Abyssoninoe hibernica], [Chaetozone setosa], [Ampelisca tenuicornis], [Ampharete finmarchica], [Paradiopatra calliopae], [Maldane glebifex], [Prionospio (Prionospio) ehlersi], [Terebellides stroemi], [Prionospio fallax], [Abra alba] y poliquetos del género Euclymene.

Además de los hábitats descritos anteriormente, existen estudios anteriores en los que se cita la presencia de otras especies de interés naturalístico y que aparecen en la última lista de especies del OSPAR (OSPAR, 2009), Directiva Hábitats

(Comisión Europea, 1992) o que han sido propuestas para su inclusión en el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas. Puede encontrarse más información relativa a especies y hábitats a proteger del país vasco en Uriarte *et al.* (2009) y Castro *et al.* (2006).

En este sentido, cabe destacar que varios de estos hábitats y especies se citan en zonas de mayor profundidad. Por ejemplo, en las profundidades comprendidas entre los 70 y 500 m, la plataforma continental y talud del golfo de Vizcaya, se caracteriza por la presencia de alcionarios (incluyendo las especies [Pennatula phosphorea] (OSPAR, 2009), [Pteroides griseum], [Virgularia mirabilis], [Funiculina quadrangularis]) y escleractinias ([Caryophylla smithii], [Paracyathus striatus]). En este nivel, también está citada la presencia en masa, del coral amarillo [Dendrophyllia cornigera] a lo largo de los márgenes norte y sur del cañón (Borja *et al.*, 2004). A mayor profundidad, entre los 500 y 1.500 m, se caracteriza por la presencia de esponjas hexactinélidas [Pheronema grayi] y [Asconema setubalensis], equinodermos, y el coral blanco compuesto de [Madrepora oculata] y [Lophelia pertusa] (Borja *et al.*, 2004; OSPAR, 2009).

5.6. Generación de mapas de hábitats bentónicos de la zona intermareal y la plataforma continental vasca

La generación de mapas de hábitats se llevó a cabo a través del análisis en conjunto de aquellos factores ambientales considerados en la clasificación de hábitats EUNIS: profundidad en el caso de los hábitats submareales y cota topográfica en el caso del intermareal, exposición al oleaje, tipo de fondo, granulometría y composición sedimentológica. A través de la combinación de dichas capas se generó un mapa de hábitats abiótico. Posteriormente, se incorporaron las clases relativas a asociaciones de especies obtenidas a través del análisis estadístico de los listados de especies, pudiendo así alcanzar niveles superiores de la clasificación. La distribución espacial de cada uno de los hábitats descritos anteriormente se presenta en el mapa de la Figura 17 y se entrega en formato digital como Anexo del presente documento.

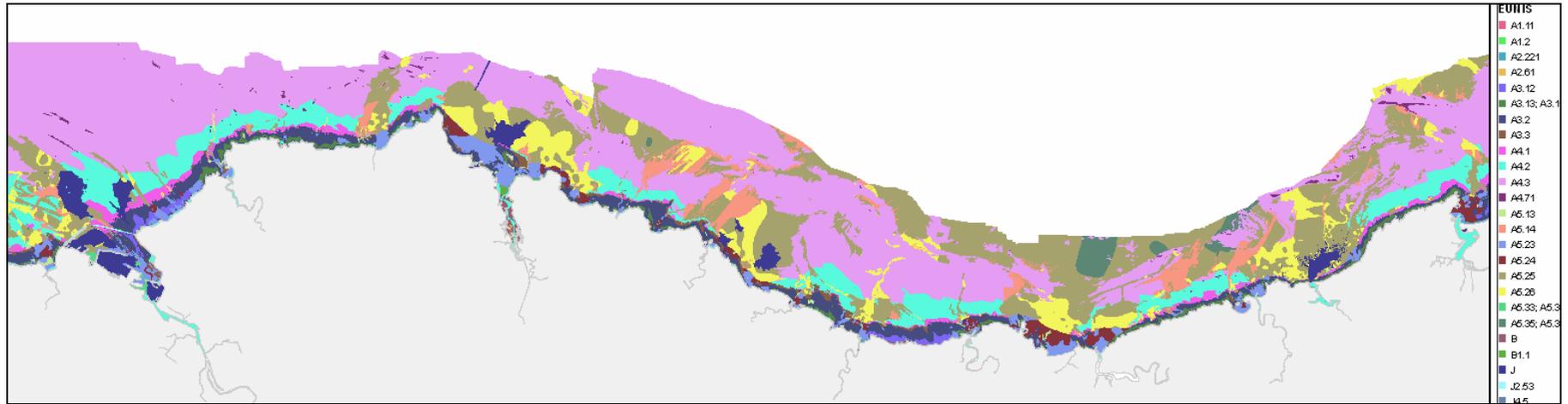


Figura 17. Distribución de hábitats bentónicos de la plataforma continental hasta los 100 m de profundidad según la clasificación EUNIS.

5.7. Localización y delimitación de hábitats de interés

En el informe de 2008 se realizaron fichas de los hábitats identificados. Cada una de las fichas estaba compuesta de una imagen obtenida a partir del registro del sensor remoto: sonda multihaz u ortofotografía, e imágenes *in situ* para las zonas accesibles a pie o imágenes del sedimento. También se incluía su correspondiente código de la clasificación EUNIS y si se trataba de un hábitat de interés comunitario.

En 2009 se han localizado y delimitado los hábitats de la plataforma continental que reúnen una serie de características que los hacen especialmente interesantes por su particularidad. De todos modos, debe tenerse en consideración que éste no es un trabajo exhaustivo de análisis de las zonas más adecuadas o de interés, simplemente se ha empleado la información disponible para su definición.

5.7.1. Sustrato rocoso

A priori, cualquier hábitat de sustrato rocoso o "duro", puede estar catalogado como Hábitat de Interés Comunitario (1170- Arrecifes), dado que los hábitats de sustrato rocoso son los que, en términos generales, albergan una mayor biodiversidad, principalmente debido a la estabilidad del sustrato. Si se tiene esto en consideración, cualquier sustrato rocoso puede ser susceptible de ser de Interés Comunitario. Para la selección de los hábitats de interés de la plataforma continental vasca hasta los 100 m de profundidad, se ha realizado un análisis que ha permitido seleccionar las zonas que cumplen con una serie de características particulares. Principalmente se ha considerado su morfología, seleccionándose las zonas rocosas que sobresalen significativamente del lecho marino. Para destacar estas zonas, se ha partido del Modelo Digital de Elevaciones y se ha aplicado el algoritmo de Índice de Posición Bentónica. Este Índice permite destacar aquellas zonas que sobresalen topográficamente respecto a las zonas aledañas. En la Figura 18, y destacado en color rojo, se representa el resultado de dicho análisis para toda la zona de estudio. Como resultado de dicho análisis caben destacar cuatro zonas:

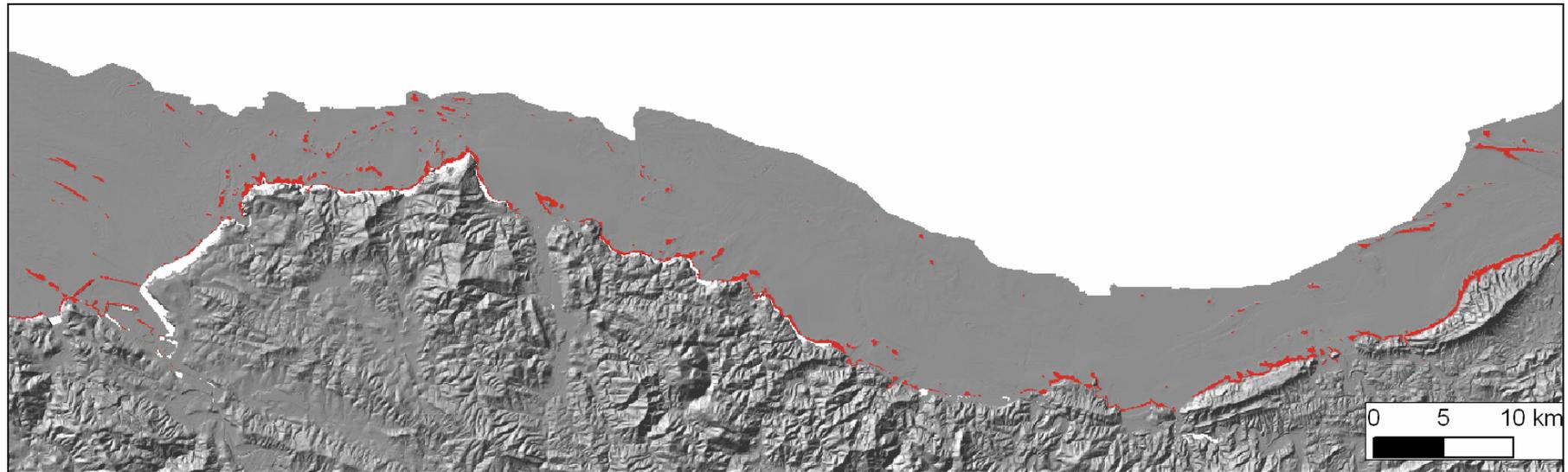


Figura 18. Localización de los fondos rocosos que presentan características morfológicas singulares.

Gatzelugatxe-Cabo Matxitxako

En el tramo costero comprendido entre Plentzia y el cabo Matxitxako, y al menos, hasta los cien metros de profundidad (máxima profundidad alcanzada hasta el momento en la caracterización de fondos), se identifican varios afloramientos rocos que cumplen las características mencionadas anteriorme. Se trata de unidades rocosas que sobresalen significativamente del lecho marino del entorno. Algunas de ellas se elevan 25 m del fondo. Este conjunto de estructuras es el que supone la mayor superficie con estas características de toda la plataforma.

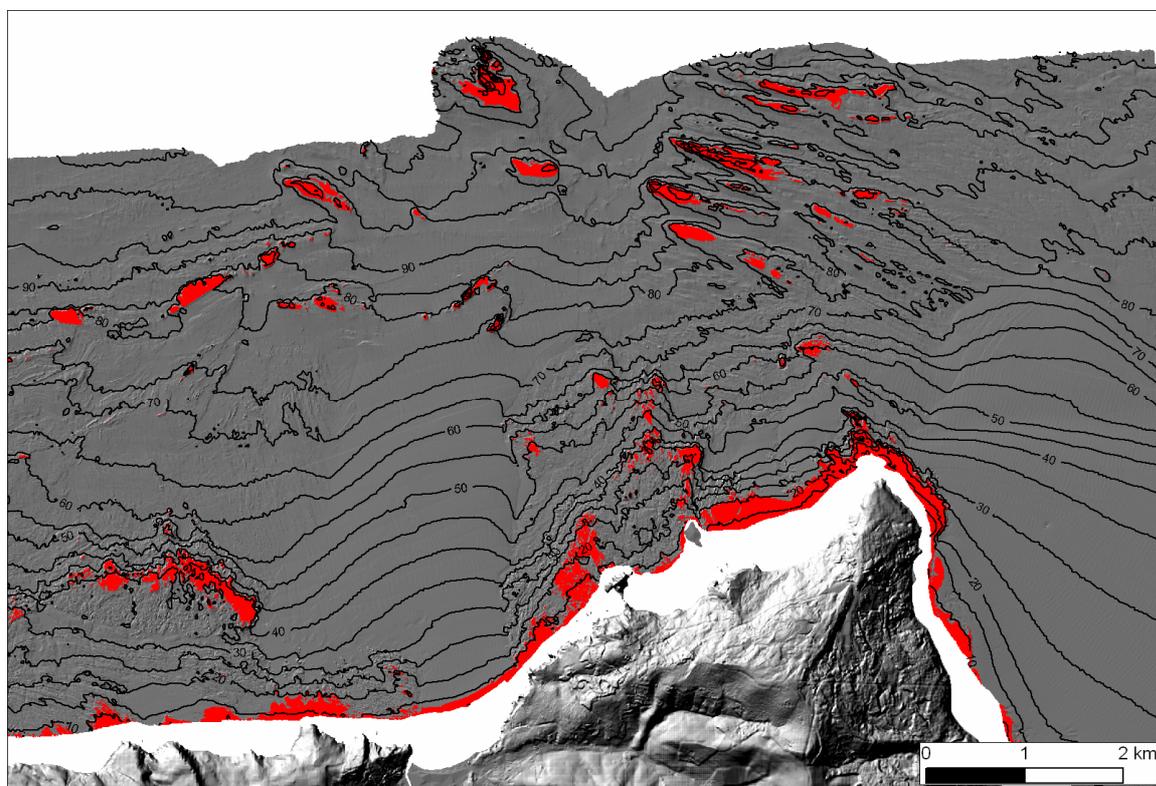


Figura 19. Plataforma continental comprendida entre Bakio-Gatzelugatxe y el cabo Matxitxako. En color rojo, se representan los afloramientos rocosos que se elevan significativamente del fondo marino.

Roca poco profunda de la costa

Dicho cinturón rocoso se localiza prácticamente a lo largo de toda la costa del País Vasco. Presenta alta rugosidad y se extiende hasta los 40 m de profundidad. En función de la orientación de los estratos respecto a la línea de costa presenta diferente extensión y morfología. Por ejemplo, en la zona oeste, en Sopelana, los estratos son perpendiculares a costa y paralelos a la dirección del oleaje predominante. En esta

zona, la pendiente de la plataforma es suave y el fondo es relativamente homogéneo. Probablemente esta zona esté sujeta a la acción erosiva del transporte sedimentario. En cambio, en el tramo costero comprendido entre Getaria y cabo Higuer, los estratos son paralelos a la línea de costa, presenta una gran pendiente, alcanzándose profundidades superiores a los 40 m a escasa distancia de la línea de costa. Se trata de una zona de alta rugosidad y sometida a una fuerte acción del oleaje debido a su orientación respecto al frente de oleaje más habitual y las profundidades relativamente altas que se alcanzan en zonas próximas a la costa. También cabe destacar la presencia de paleocanales que podrían albergar comunidades de características particulares. Este hábitat se caracteriza por la presencia de *Gelidium*. Por todo ello, se considera que este hábitat es característico de la costa vasca y de especial interés naturalístico.

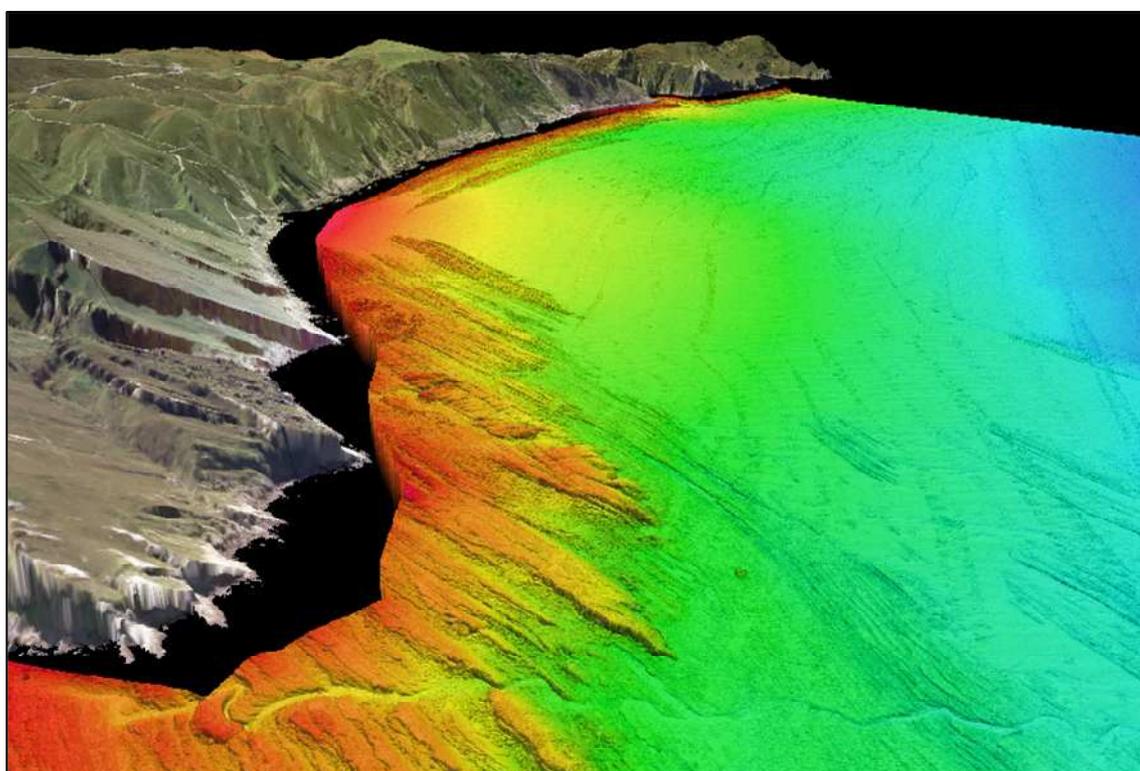


Figura 20. Fondo rocoso somero en el tramo costero entre la cala Asabaratzta y cabo Higuer.

La isla de las lubinas

Se trata de un afloramiento rocoso particular en la costa vasca. A escala geológica, la actual plataforma continental ha estado sumergida y emergida en varias ocasiones, lo que ha provocado que los fondos marinos hayan sido erosionados debido a la acción del oleaje en cada uno de estos estadios. Este factor, junto al hecho de que la litología predominante es erosionable, ha producido un fondo de sustrato rocoso estratificado y

relativamente homogéneo, con predominancia de fondos mixtos de sedimento y roca. En este sentido, la conocida como "Isla de las Lubinas" es un caso excepcional en la plataforma continental vasca dado que se trata de un afloramiento rocoso que parte de 60 m de profundidad y asciende hasta prácticamente 30 m de profundidad. Dicho afloramiento se localiza a aproximadamente 2,5 km de la costa, en las inmediaciones de Armintza. Sus aspectos morfológicos, y la profundidad a la que se localiza, hacen que la roca esté sometida a una energía del oleaje relativamente baja. Por otro lado, el que se dé un gradiente de profundidades tan elevado en un espacio reducido, es previsible que produzca un cambio brusco de comunidades bentónicas en un corto espacio actitudinal, con el consiguiente interés para la biodiversidad.

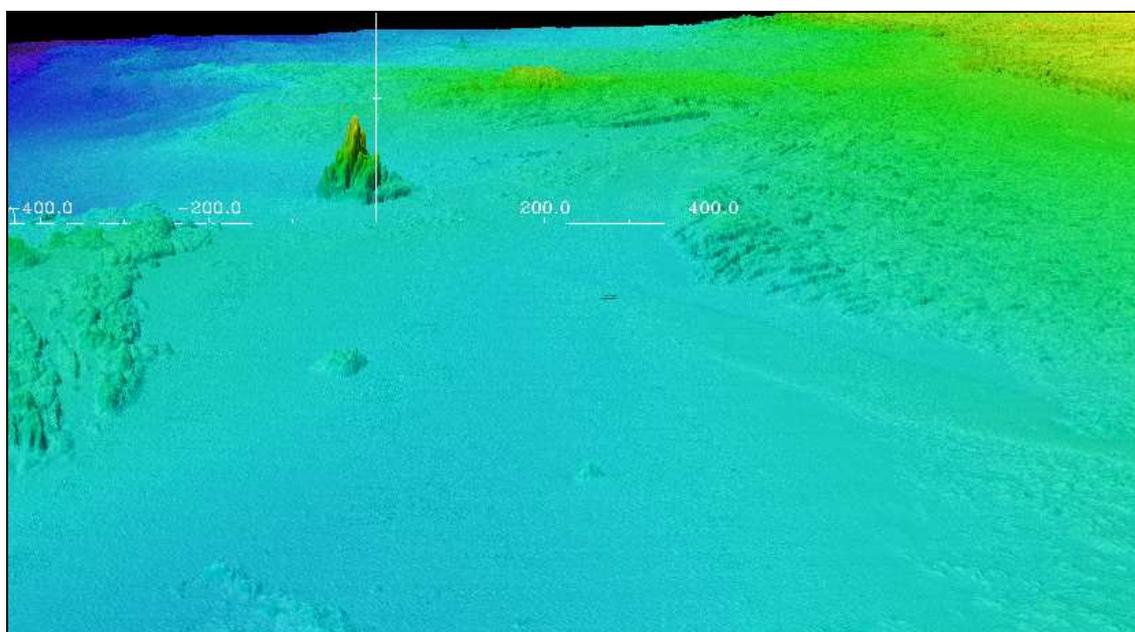


Figura 21. Modelo digital de elevaciones de la zona conocida como la "Isla de las Lubinas".

Zona de Hiquer

Se localiza a 7,5 km de distancia de cabo Hiquer. Se trata de una estructura con una orientación NO-SE. Se eleva desde los 100 m de profundidad hasta los 75 m. Presenta un aspecto de meseta con paredes laterales prácticamente verticales y una zona elevada plana. Debido a su profundidad y paredes escarpadas, no sería de extrañar que esta zona presentara alta biodiversidad y presencia de especies de interés naturalístico como los corales. Además, esta zona se encuentra próxima a la reciente propuesta Francesa para incluir en la Red Natura2000, los fondos rocosos del tramo costero entre

Hendaya y Gethary hasta los 50 m de profundidad y su extensión a alta mar (FR 7200813).

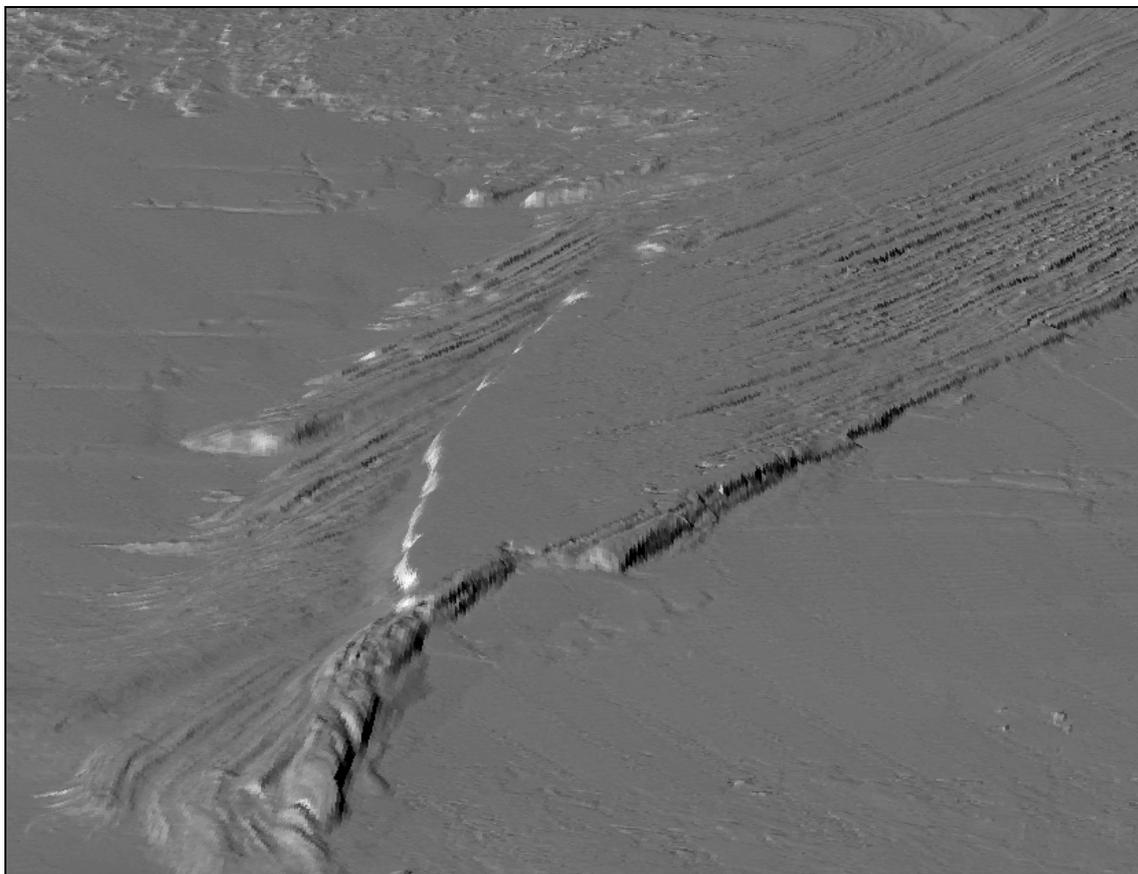


Figura 22. Estructura rocosa localizada a 100 m de profundidad, frente al Cabo Higuer.

5.7.2. Sustrato sedimentario

Según la descripción de Habitat de Interés Comunitario "Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina (Código 1110)", dicho hábitat raramente alcanza los 20 m de profundidad respecto a la bajamar viva equinoccial. Los fondos sedimentarios tienden a albergar menor diversidad que los sustratos duros, principalmente debido a la inestabilidad del sustrato provocada por la dinámica sedimentaria y especialmente en profundidades inferiores a los 20 m. En el caso de la plataforma vasca, se ha integrado la información histórica relativa a datos de biodiversidad en sustrato sedimentario y que se representa en la Figura 23. Una visión general de la distribución espacial de la diversidad indica que, a partir de los 30-50 m de profundidad, la diversidad es mayor,

probablemente debido a que la acción del oleaje es menor y la estabilidad del sustrato favorece la biodiversidad.

Debe tenerse en consideración que en todos los casos, la tarea de delimitación y localización de hábitats de interés ha sido realizada a partir de la interpretación de la información disponible. La localización y delimitación de hábitats de interés requiere estudios específicos que permitan realizar una caracterización exhaustiva de las comunidades presentes.

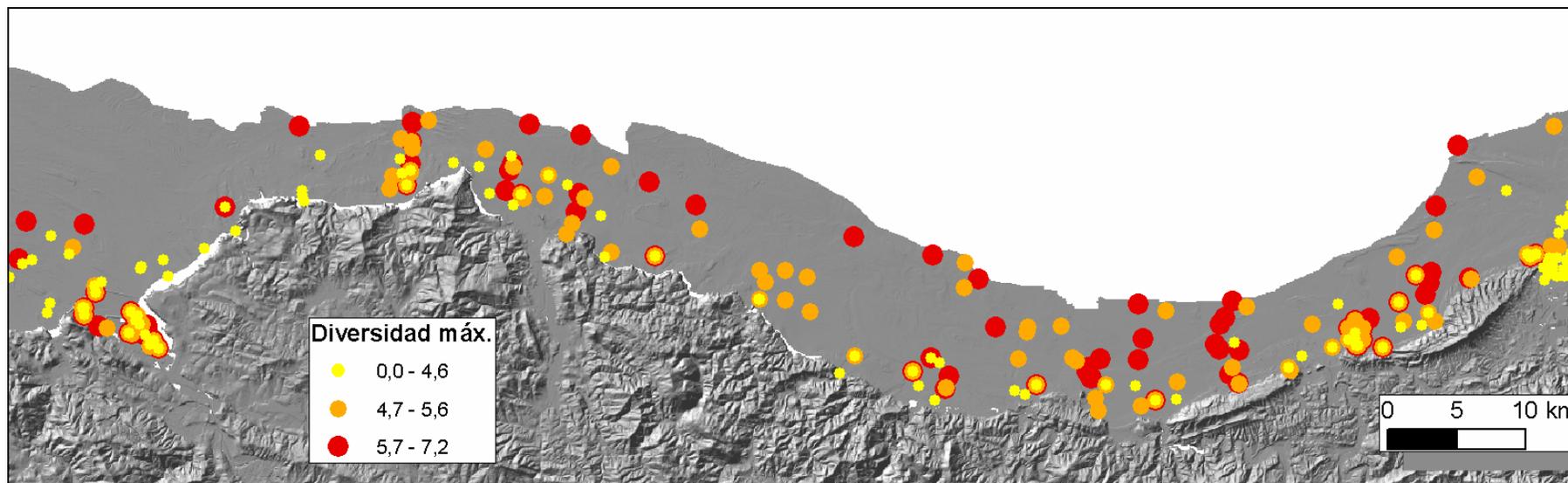


Figura 23. Distribución de la diversidad máxima de organismos bentónicos de sustrato blando en la plataforma continental vasca hasta los 100 m de profundidad.

5.8. Contribución a la difusión de resultados

La difusión de los principales resultados del presente trabajo, se ha realizado tanto en el ámbito científico (académico) como divulgativo. Además, debido al actual interés por el conocimiento de los hábitats y los desarrollos llevados por AZTI-Tecnalia en este ámbito, cada vez somos más invitados a participar en proyectos de investigación europeos en este ámbito, lo que sin duda redundará en un beneficio para el conocimiento de los hábitats de la costa vasca. Entre otros, cabe destacar las siguientes contribuciones:

Publicaciones científicas en revistas internacionales indexadas:

Galparsoro, I., Á. Borja, J. Bald, P. Liria and G. Chust, 2009. Predicting suitable habitat for the European lobster (*Homarus gammarus*), on the Basque continental shelf (Bay of Biscay), using Ecological-Niche Factor Analysis. *Ecological Modelling*. 220, (4), 556-567.

Galparsoro, I., Borja, Á., Legorburu I., Hernández, C., Chust G., Liria P. y Uriarte A, Aceptado. Morphological characteristics of the Basque shelf (Bay of Biscay, northern Spain); and their implications for Integrated Coastal Zone Management. *Geomorphology*.

Chust, G., Á. Borja, P. Liria, I. Galparsoro, M. Marcos, A. Caballero and R. Castro, 2009. Human impacts overwhelm the effects of sea-level rise on Basque coastal habitats (N Spain) between 1954 and 2004. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 84, (4), 453-462.

Congresos internacionales:

Galparsoro, I., Á. Borja, P. Liria, J. Bald, G. Chust. Predicting suitable habitat for the European lobster (*Homarus gammarus*), on the Basque continental shelf (Bay of Biscay), using Ecological-Niche Factor Analysis. Congreso: GeoHab, May 5-8, 2009, Trondheim, Noruega.

Chust, G., M. Grande, R. Moncho, I. Galparsoro. Capacidades del LIDAR batimétrico Hawk Eye MK II. XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección "Agua y Desarrollo sostenible", Calatayud, 23-26 de septiembre de 2009. pp. 493-496.

Chust, G., P. Liria, I. Galparsoro, Á. Borja. Habitat changes during the second half of the 20th century within the Basque coast: anthropogenic versus climate change impacts. Comunicación oral en: 10th International Coastal Symposium, Lisboa, Portugal, 13-18 April 2009.

Estancias en centros de investigación extranjeros especializados en el tema:

Durante el mes de Junio de 2009, Ibon Galparsoro, realizó una estancia de un mes de duración en el Geological Survey of Canada con el objeto de intercambiar conocimiento relativo a la modelización de hábitats bentónicos basado en procesos oceanográficos. Dicha colaboración se traducirá en la publicación de un artículo científico en una revista indexada y la posibilidad de colaboración entre ambos centros.

Tesis doctoral:

En el transcurso de 2009, se ha podido realizar un avance importante en la Tesis doctoral de Ibon Galparsoro. Los resultados obtenidos en dicha Tesis, servirán para desarrollar otra Tesis doctoral relativa a la Valorización de Bienes y Servicios Marinos.

Participación en grupos de trabajo internacionales de expertos:

Galparsoro, I. Predicting suitable habitat for the European lobster (*Homarus gammarus*), on the Basque continental shelf (Bay of Biscay), using Ecological-Niche Factor Analysis. In the Section Mapping strategies and survey techniques. Working Group on Marine Habitat Mapping del ICES. Copenhagen, Dinamarca 21-24 de abril 2009.

Jornadas técnicas:

Galparsoro, I., Borja Á., Legorburu I., Hernández C., Uriarte A. Levantamiento batimétrico y caracterización de los fondos marinos de la plataforma continental vasca. X Jornadas Españolas de Costas y Puertos. Santander, 27 y 28 de mayo 2009.

Galparsoro, I., Hábitats submarinos de la costa Vasca: cartografía y observación de fondos. I Jornadas Técnicas del Golfo de Vizcaya. Bilbao, 16-18 de octubre, 2009.

Seminarios:

Galparsoro, I., Á. Borja, G. Chust, I. Legorburu, M. Pascual, C. Hernández, J. Bald y G. Rodríguez, Hábitats bentónicos de la plataforma continental vasca: cartografía y caracterización. Seminario INDEMARCO 09. Pasaia, 30 de octubre 2009. El objeto de dicho seminario fue el reunir a representantes de varias instituciones nacionales y Francia con intereses comunes en la caracterización de hábitats de la zona del cañón

de Cap Breton y la posibilidad de establecer un marco de colaboración para el estudio de esta zona para su valoración y posible propuesta como Área Marina Protegida según la Red NATURA2000.

Curso de Master:

Se impartió el curso:

Galparsoro, I. Hábitats bentónicos de la costa Vasca: cartografía y caracterización. Máster en Biodiversidad, Paisajes y Gestión Sostenible. Facultad de Ciencias Universidad de Navarra. Pasaia, 9 de noviembre 2009.

Propuestas de proyectos en convocatorias Europeas:

En la segunda convocatoria Interreg, ha sido aprobado el proyecto MESH Atlantic Area (Mapping European Seabed Habitats in the Atlantic Area), proyecto Europeo basado en la aplicación de protocolos internacionales para el mapeado de hábitats marinos y el desarrollo de la clasificación de hábitats EUNIS en el área sur de Europa.

Por otro lado, a finales de 2009 dio comienzo el proyecto del VII Programa Marco Europeo MESMA; acrónimo de Monitoring and Evaluation of Spatially Managed Areas. Se propondrá la costa vasca como un caso de estudio para el desarrollo de metodologías orientadas a la gestión espacial del medio marino. La cartografía de hábitats obtenido en este proyecto, será una información clave para este trabajo.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el transcurso de 2009 se finalizó el procesamiento de la información batimétrica obtenida con sonda multihaz de alta resolución y se generó un modelo digital de elevaciones y mapas de isóbatas de la plataforma continental vasca hasta los 100 m de profundidad.

La información batimétrica y reflectividad acústica, han sido la base para desarrollar un catálogo de tipologías de fondo característicos de la plataforma continental vasca. Dicha información, junto al inventario de muestras de sedimento recopiladas de varios proyectos y las muestras obtenidas en 2009, ha sido interpretada de forma conjunta y se ha generado el mapa morfosedimentario. Dicha información es clave para el estudio de procesos oceanográficos que acaecen en el fondo marino, la identificación y localización de hábitats; así como para la gestión integrada de la zona costera.

A la vista de los resultados obtenidos en la identificación de los organismos bentónicos de sustrato sedimentario, cabe destacar la presencia de varios ejemplares de poliquetos de notable interés científico; ya sea porque no existían citas previas de su presencia en la plataforma continental vasca o bien, por tratarse nuevas especies. Dicho resultado es de gran relevancia científica y se plasmará en artículos científicos.

Han sido integradas todas las capas de información ambiental requeridas para la clasificación de hábitats bentónicos según la clasificación EUNIS. Los factores considerados han sido: oceanográficos, profundidad y características sedimentológicas. A partir de los listados de especies bentónicas de sustrato sedimentario, se han obtenido las agrupaciones de especies y las especies más representativas de cada comunidad. Posteriormente, esta información fue empleada para la adaptación de las descripciones de los hábitats de la clasificación EUNIS. Además, se ha realizado una primera descripción del hábitat A3.152: [*Gelidium corneum*] en fondo rocoso y rocas infralitorales muy expuestas. Dicho hábitat se propondrá para su inclusión en la

clasificación EUNIS a través de grupos de expertos internacionales. Además, se ha ampliado la descripción correspondiente al hábitat A2.61: Fanerógamas en sedimentos litorales, en el que se ha incluido la caracterización del hábitat de *Zostera noltii*, dado su interés naturalístico en nuestra región. Por otro lado también han sido identificados los Hábitats de Interés Comunitario. Toda esta información ha sido plasmada en un mapa en formato GIS y entregado como anexo del presente documento.

Se ha realizado un primer análisis de localización y delimitación de los hábitats de interés de la plataforma continental vasca en función de aspectos morfológicos y características particulares. En caso del sustrato rocoso, han sido identificadas cuatro localizaciones con hábitats característicos.

Tramo costero entre Plentzia y el cabo Matxitxako: Formaciones rocosas con la mayor extensión de toda la plataforma. Resultaría interesante la realización de estudios específicos en esta zona en caso de ampliación del actual biotopo protegido de Gaztelugatxe.

Roca poco profunda de la costa. Representa un hábitat característico y particular de la costa vasca que alberga el hábitat del *Gelidium*.

"Isla de las lubinas": Afloramiento rocoso muy particular de la costa vasca

Zona de Higuier: Formación rocosa cercana a la frontera con Francia y aledaña a la propuesta de la Red NATURA2000.

Cabe destacar que existe una limitada información biológica relativa a los hábitats de sustrato rocoso y zonas profundas; por lo que se considera interesante la caracterización de este tipo de hábitats aún considerando la dificultad técnica que conlleva.

La difusión de los principales resultados del presente trabajo, se ha realizado tanto en el ámbito científico, académico como divulgativo. Tanto la comunidad científica como el público en general, han mostrado gran interés por los resultados obtenidos. Lo cual ha conllevado a la propuesta de proyectos europeos que han sido aprobados recientemente.

7. BIBLIOGRAFÍA

Allee, R. J., M. Dethier, D. Brown, L. Deegan, R. G. Ford, T. F. Hourigan, J. Maragos, C. Schoch, K. Sealey, R. Twilley, M. P. Weinstein and M. M. Yoklavich, 2000. Marine and Estuarine Ecosystem and Habitat Classification. NOAA Technical Memorandum NMFS-F/SPO-43, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service.

Andrade, F. and L. C. d. Fonseca, 1979. Estratgia de amostragem num ecossistema bentónico estaurino visando a análise numérica de sus estructura e volução (estuário do Sado, Portugal). S. S. Actas del 1er Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino. 873-888.

Blott, S. J. and K. Pye, 2001. GRADISTAT: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*. 26, (11.), 1237-1248.

Borja, A., 2005. The European Water Framework Directive: a challenge for nearshore, coastal and continental shelf research. *Continental Shelf Research*. 25, (14), 1768-1783.

Borja, Á. 1987. Cartografía, evaluación de la biomasa y arribazones del alga *Gelidium sesquipedale* (Clem.) Born. et Thur. en la costa guipuzcoana (N España). *Investigación Pesquera*. 51, 199-224.

Borja, Á. 1988. Cartografía y evaluación de la biomasa del alga *Gelidium sesquipedale* (Clem.) Born. et Thur. 1876 en la costa vizcaína (N. de España). *Investigación Pesquera*. 52, 85-107.

Borja, Á., F. Aguirrezabalaga, J. Martínez, J. C. Sola, L. García-Arberas and J. M. Gorostiaga, 2004. Chapter 18 Benthic communities, biogeography and resources management. *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country*. Á. Borja and M. Collins (Eds.). Elsevier, 455-492.

Borja, A., I. Galparsoro and Y. Sagarmínaga, 2008. Observatorio de la Biodiversidad del Medio Marino de la Costa Vasca: indicadores medioambientales marinos. Informe inédito de AZTI-Tecnalia para la Dirección de Biodiversidad, Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. 115 pp.

Borja, Á., V. Valencia, R. Castro, J. Franco, J. Bald, A. Uriarte, M. Mendizabal and F. Aguirrezabalaga, 2000. Establecimiento de las bases técnicas de conocimiento del área de San Juan de Gaztelugatxe con vistas a su posible declaración como reserva marina. *Informes Técnicos*. G. V. Departamento de Agricultura y Pesca. Vitoria. 152 pp.

Borja, Á., V. Valencia, L. García and A. Arresti, 1995. Las comunidades bentónicas intermareales y submareales de San Sebastián - Pasajes (Guipúzcoa, norte de España). *Actas del IV Coloquio Internacional de Oceanografía del Golfo de Vizcaya*. 165-181.

Castro, R., A. Uriarte, J. Franco, A. Uriarte, Á. Borja, M. González, V. Valencia, I. Quincoces, O. Solaun and I. Galpasoro, 2006. Bizkaiko Golkoko itsas biodibertsitatearen gida / Guía de la biodiversidad marina del golfo de Bizkaia. Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia / Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz. 204.

Comisión Europea 1992. EU Habitats Directive (92/43/EEC). Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora.

Connor, D. W., 1997. Classification of benthic marine biotypes of the north-east Atlantic. Proceedings of the second BioMar-Life Workshop. 10th September, 1995, Dublin, Ireland. Unpublished. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, UK.

Davies, C. E. and D. Moss, 2002. EUNIS Habitat Classification. European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity, Paris.

Diez, I., A. Santolaria and J. M. Gorostiaga, 2003. The relationship of environmental factors to the structure and distribution of subtidal seaweed vegetation of the western Basque coast (N Spain). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 56, (5-6), 1041-1054.

Díez, I., A. Santolaria, A. Secilla and J. M. Gorostiaga, Eds. (2000). Comunidades fitobentónicas submareales de la zona exterior de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. Consideraciones sobre su estado ecológico. Investigación aplicada a la reserva de la Biosfera de Urdaibai. Vitoria, Gobierno Vasco (Ed.). 151-157 pp.

Ercilla, G., D. Casas, F. Estrada, J. T. Vazquez, J. Iglesias, M. Garcia, M. Gomez, J. Acosta, J. Gallart and A. Maestro-Gonzalez, 2008. Morphosedimentary features and recent depositional architectural model of the Cantabrian continental margin. *Marine Geology*. 247, (1-2), 61-83.

EVE, 2003. Mapa geológico del País Vasco. Mapa, memoria y bases de datos. Escala 1/25.000. Ente Vasco de la Energía. ISBN: 84-8129-054-8.

Ferrer, L., A. Fontán, J. Mader, G. Chust, M. González, V. Valencia, A. Uriarte and M. B. Collins, 2009. Low-salinity plumes in the oceanic region of the Basque Country. *Continental Shelf Research*. 100 Years of Research within the Bay of Biscay - XI International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay. 29, (8), 970-984.

Fontán, A., M. González, N. Wells, M. Collins, J. Mader, L. Ferrer, G. Esnaola and A. Uriarte, 2009. Tidal and wind-induced circulation within the Southeastern limit of the Bay of Biscay: Pasaia Bay, Basque Coast. *Continental Shelf Research*. In Press, Corrected Proof,

Galpasoro, I., G. Chust, A. Borja, C. Hernández and A. Uriarte, 2008. Elaboración de mapas de hábitats y caracterización de fondos marinos de la plataforma continental vasca. Informe inédito de AZTI-Tecnalia para la Dirección de Biodiversidad, Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. Informe inédito. 139 pp.

Garmendia, J. M., Á. Borja and J. Franco, 2008. Trabajos de restauración de *Zostera noltii* en la costa vasca. Informe elaborado por AZTI-Tecnalia para la Agencia Vasca del Agua. 94 pp.

González, M., A. Uriarte, A. Fontán, J. Mader and P. Gyssels, 2004. Chapter 6. Marine Dynamics. Elsevier Oceanography Series. *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country*. Á. Borja and M. Collins (Eds.). Elsevier, 133-157.

Gorostiaga, J. M., A. Santolaria, A. Secilla and I. Díez, 1998. Sublittoral benthic vegetation of the eastern Basque coast (N. Spain): structure and environmental factors. *Botanica Marina*. 41, 455-465.

Ibáñez, M., 1989. Implicaciones biogeográficas de la continentalización de la costa vasca. *Lurralde*. 12, 71-101.

Langmuir, D., 1971. Eh-pH determination. En: Carver, R.E. (ed.), *Sedimentary petrology*. John Wiley & Sons, New York: 597-634.(Eds.).

Lastra, M., R. d. L. Huz, A. G. Sanchez-Mata, I. F. Rodil, K. Aerts, S. Beloso and J. Lopez, 2006. Ecology of exposed sandy beaches in northern Spain: Environmental factors controlling macrofauna communities. *Journal of Sea Research*. 55, 128-140.

Limia, J. M. and J. M. Gorostiaga, 1987. Flora marina bentónica sublitoral del tramo de costa comprendido entre Pta. Covaron y Pta. Muskes (Vizcaya, N. España). *Actas del VI Simposio Nacional de Botánica Criptogámica*. 81-88.

Mora, J., 1982. Consideraciones generales sobre la macrofauna bentónica de la ría de Arosa. *Ecología Acuática*. 6, 41-50.

OSPAR, 2009. DRAFT Quality Status Report 2010.

Otxoa, E., T. Oyanarte, S. Patino, J. Valencia, E. Miguel, A. Prieto and J. Elorza, 2007. Cartografiado a escala 1:5000 de las poblaciones vizcaínas de plantas incluidas en el catálogo vasco de especies amenazadas. Departamento de Botánica, Sociedad de Ciencias Naturales de Sestao. 71 pp.

Pascual, A., A. Cearreta, J. Rodríguez-Lázaro and A. Uriarte, 2004. Chapter 3 Geology and Palaeoceanography. Elsevier Oceanography Series. Oceanography and Marine Environment of the Basque Country. Á. Borja and M. Collins (Eds.). Elsevier, 53-73.

Portero, G., A. Salazar, M. H. Pascual, I. Ortega and A. Olivé, 1991. Puntos de interés geológico de Gipuzkoa. San Sebastián, 167 pp.

REDMAR, 2005. Resumen de parámetros relacionados con el nivel del mar y la marea que afectan a las condiciones de diseño y explotación portuaria. Puertos del Estado. <http://www.puertos.es>. 19 pp.

Rey, J. J. and T. Medialdea, 1988. Los sedimentos cuaternarios superficiales del margen continental español. *Publ. Espc. Ist. Esp. Oceanogr.* 3,

Rodil, I. F. and M. Lastra, 2004. Environmental factors affecting benthic macrofauna along a gradient of intermediate sandy beaches in northern Spain. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 61, 37-44.

Rodríguez, J. G., M. Lastra and J. López, 2003. Meiofauna distribution along a gradient of sandy beaches in northern Spain. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 58S, 63-69.

Rodríguez, J. G. and A. Uriarte, 2009. Laser Diffraction and Dry-Sieving Grain Size Analyses Undertaken on Fine- and Medium-Grained Sandy Marine Sediments: A Note. *Journal of Coastal Research*. 25, (1), 257–264.

Seapy, R. R. and C. L. Kitting, 1978. Spatial structure of an intertidal molluscan assemblage on a sheltered sandy beach. *Marine Biology*. 46, 137-145.

Shannon, C. E. and W. Weaver, 1963. *The mathematical theory of communication*. Urbana University Press, Illinois. 117-127.

Solaun, O., I. Galparsoro, Á. Borja and I. Zorita, 2009. Observatorio de la Biodiversidad del Medio Marino de la Costa Vasca. Informe para Dirección de Biodiversidad de la Viceconsejería de Medio Ambiente. Gobierno Vasco. 45 pp.

Uriarte, A., 1998. Sediment Dynamics on the Inner Continental Shelf of the Basque Country (N. Spain). PhD. Thesis. University of Southampton. 302 pp.

Uriarte, A., Á. Borja, R. Castro and J. Franco, 2009. Fase II de la propuesta del catálogo vasco de especies amenazadas. Informe inédito elaborado por AZTI-Tecnalia para Dirección de Biodiversidad, Dpto. Medio Ambiente, Planificación Territorial y Agricultura y Pesca, Eusko Jaurlaritza - Gobierno Vasco. 75 pp.

Uriarte, A., M. Collins, A. Cearreta, J. Bald and G. Evans, 2004. Chapter 5 Sediment supply, transport and deposition: contemporary and Late Quaternary evolution. Elsevier Oceanography Series. Oceanography and Marine Environment of the Basque Country. Á. Borja and M. Collins (Eds.). Elsevier, 97-131.

Uribe-Etxebarria, P. M., J. A. Campos, I. Zorrakin and A. Dominguez, 2006. Flora vascular amenazada en la Comunidad Autónoma del País Vasco. 389 pp.

Valle, M., Á. Borja, I. Galparsoro, J. M. Garmendia and G. Chust, 2009. Estudio de hábitat idóneo para *Zostera noltii* Hornem, y su modificación bajo un escenario de cambio climático, en el estuario del Oka. Revista de Investigación Marina. Enviado, 29.

Viétez, J. M., 1976. Ecología de poliquetos y moluscos de la playa de Meira (ría de Vigo). Investigación Pesquera. 40., (1), 223-248.

Wilhm, J. L., 1968. Use of biomass units in Shannon's formule. Ecology. 49, (1), 153-156.