

**INVERTEBRADOS CLAVES DEL
SISTEMA INFRALITORAL Y
CIRCALITORAL ROCOSO DE LAS ISLAS
CHAFARINAS:
estudio con vistas a futuras estrategias
de conservación**



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

ORGANISMO
AUTÓNOMO
PARQUES
NACIONALES



CENTRO DE ESTUDIOS
AVANZADOS DE BLANES

CONSEJO SUPERIOR DE
INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



Universidad de Granada

INFORME FINAL DE PROYECTO

Invertebrados claves del sistema infralitoral y circalitoral rocoso de las Islas Chafarinas: estudio con vistas a futuras estrategias de conservación

Nº DE PROYECTO DE INVERSION: 199823101022500

CENTREO RESPONSABLE: CENTRO DE ESTUDIOS AVANZADOS DE BLANES (CSIC)

INVESTIGADOR RESPONSABLE: MANUEL MALDONADO BARAHONA

Autores

Manuel Maldonado Barahona (Centro de Estudios Avanzados de Blanes, CSIC)

Luis Sánchez Tocino (Universidad de Granada)

María López Acosta (Centro de Estudios Avanzados de Blanes, CSIC)

Cèlia Sitjà Poch (Centro de Estudios Avanzados de Blanes, CSIC)

Participantes en las campañas de campo

Manuel Maldonado Barahona (Centro de Estudios Avanzados de Blanes, CSIC)

Luis Sánchez Tocino (Universidad de Granada)

María López Acosta (Centro de Estudios Avanzados de Blanes, CSIC)

Carlos Navarro Barranco (Universidad de Granada)

María Isabel Hermoso (Universidad de Granada)

Juan Carlos Calvin Calvo

María del Sol Lizana Rosas

Agradecimientos

Los autores del presente informe agradecen al Organismo Autónomo de Parques Nacionales y al Refugio Nacional de Caza de Islas Chafarinas los fondos destinados a facilitar el presente estudio del medio marino. Queremos también dar las gracias a Javier Zapata por las diversas gestiones realizadas para facilitar la complicada logística que nuestras actividades submarinas requieren y por su disponibilidad para facilitar nuestra labor en todos los ámbitos de su competencia. Así mismo, queremos agradecer la valiosísima ayuda de dos miembros del personal técnico de apoyo en las islas, Gonzalo Martínez Salcedo y Javier Díaz Navarro, cuya pericia en el manejo de embarcaciones y material de inmersión, y cuyo conocimiento del medio terrestre y submarino de la islas ha facilitado enormemente nuestro trabajo y, en ocasiones, ha hecho factible algunos aspectos que, sin su colaboración, hubieran sido impracticables. Los autores agradecen a todos los participantes en las campañas su ilusión y esfuerzo, que han permitido que las duras tareas de campo se pudieran completar con éxito. Se agradece particularmente la participación de Juan Carlos Calvin Calvo, quien ha aportado un buen número de estupendas fotografías para ilustrar este informe. Queremos también dar las gracias a Alfredo Ruiz Fernández y Angel Díaz Martín por su ayuda en tierra durante las campañas. Finalmente, queremos dar las gracias a los diversos miembros del personal militar destinado en las Islas Chafarinas durante octubre 2010 y septiembre 2011 por su excelente trato humano y por su extraordinaria disponibilidad para ayudarnos a solventar cualquier tipo de contratiempo que pudiera surgir y para el que solicitáramos su ayuda.

INFORME FINAL DE PROYECTO

Invertebrados claves del sistema infralitoral y circalitoral rocoso de las Islas Chafarinas: estudio con vistas a futuras estrategias de conservación

RESUMEN

Durante las campañas realizadas entre 2009 y 2011 en Islas Chafarinas se ha constatado que las comunidades marinas albergan una singular fauna de invertebrados de gran valor ecológico, caracterizada por un alto porcentaje de gorgonias, corales y esponjas. Esta fauna comprende al menos 27 especies de invertebrados catalogados bajo diversas figuras de protección, incluyendo especies en franco peligro de extinción. Se ha constatado experimentalmente que algunas de estas comunidades tienen una aceptable capacidad para recuperarse de pequeñas agresiones y perturbaciones. Se ha constatado también que las mortalidades epidémicas que están afectando a las poblaciones de esponjas, cnidarios y otros invertebrados en diversas zonas del Mediterráneo y otros mares templado-cálidos han tenido, hasta la fecha, escaso impacto en las comunidades infralitorales de Islas Chafarinas. Desafortunadamente, se ha detectado también una extraordinaria proliferación de las actividades pesqueras incontroladas, tanto por parte de pescadores marroquíes como de personal militar español, dentro de la zona marina protegida (zona LIC) de las Islas Chafarinas. Dichas actividades están causando un vertiginoso y dramático deterioro de las comunidades marinas, que se hace patente en una disminución de las tallas grandes de los principales depredadores locales y, particularmente, en una elevada mortalidad en las singulares poblaciones de gorgonias y corales que caracterizan estas islas. En algunos fondos dominados por la emblemática gorgonia gigante *Ellisella paraplexauroides* el balance es trágico: aparece una gorgonia muerta por cada gorgonia viva y, de entre las colonias vivas, la mayor parte (70%) están seriamente dañadas.

Se estima que los daños que se están produciendo actualmente en las comunidades dominadas por gorgonias, corales y esponjas pueden requerir varias décadas para su regeneración. Conversaciones ocasionales con pescadores y personal militar apuntan que ambos colectivos no son conscientes del perjuicio que sus actividades causan en las comunidades submarinas dominadas por gorgonias, corales y esponjas. En vista de los resultados obtenidos y de las informaciones barajadas se hacen varias recomendaciones de actuación: 1) convertir la zona LIC en Zona de Especial Conservación con carácter de urgencia y extremar el celo para hacer efectiva la prohibición de actividades pesqueras dentro de esta zona; 2) concienciar a los colectivos causantes del deterioro medioambiental de las consecuencias negativas de sus actuaciones y de la obligación de pescar sólo en áreas permitidas y empleando técnicas sostenibles adecuadas a la singularidad del entorno de las Islas Chafarinas; 3) considerar en los futuros planes para la protección del medio marino de Islas Chafarinas políticas coordinadas con el Ministerio de Defensa, las autoridades marroquíes competentes en esta materia en la zona y las cofradías de pescadores locales.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	5
2. MATERIAL Y MÉTODOS.....	8
2.1. Logística del trabajo de campo	8
2.2. Estima de la complejidad de las comunidades de invertebrados sésiles en fondos rocosos del infralitoral superior.....	9
3.2.1. Descripción general de las comunidades y localización geográfica	9
3.2.2. Tasas de cambio y resiliencia en las comunidades de paredes rocosas .	9
2.3. Abundancia y distribución de tallas de invertebrados emblemáticos: el caso de la gorgonia gigante <i>Ellisella paraplexauroides</i>	11
2.4. Descripción de nuevas especies en grupos de invertebrados claves	13
2.5. Mortalidad epidémica de esponjas y otros invertebrados sésiles.....	14
3. RESULTADOS	15
3.1. Comunidades de fondos rocosos infralitorales.....	15
3.1.1. Características generales del entorno marino de las Islas Chafarinas ...	15
3.1.2. El piso supralitoral.....	17
3.1.3. El piso mediolitoral.....	18
3.1.4. El piso infralitoral.....	19
3.1.4.1. Transectos fotográficos del piso infralitoral	20
3.1.4.1A. <u>Transecto A: Oeste de Congreso</u>	20
3.1.4.1B. <u>Transecto B: Banco de Congreso “La Laja”</u>	27
3.1.4.1C. <u>Transecto C: Norte de Isabel II</u>	32
3.1.4.1D. <u>Transecto D: Este de la Isla del Rey</u>	36
3.1.4.1E. <u>Transecto E: el “Dique Chico”</u>	41
3.1.4.2. Comunidad de abrigos y grutas semioscuras	43
3.1.4.3. Comunidad infralapidícola	47
3.1.5. Tasas de cambio y resiliencia en las comunidades de paredes.....	48
3.2. Abundancia y distribución de tallas: el caso de la gorgonia gigante <i>Ellisella paraplexauroides</i>	52
3.2.1. Densidad de gorgonias	52
3.2.2. Volumen, altura y número de ramas de las gorgonias	53
3.2.3. Carga de epibiontes y estado de conservación de las gorgonias.....	56
3.3. Nuevas especies de invertebrados para la ciencia	60
3.4. Mortalidad epidémica en las poblaciones de esponjas	61
4. PROBLEMÁTICA MEDIOAMBIENTAL DE LAS COMUNIDADES INFRALITORALES.....	63

4.1. Importancia faunística del ambiente marino de Islas Chafarinas	63
4.2. Impacto medioambiental de actividades perjudiciales en Islas Chafarinas	65
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
6. BIBLIOGRAFÍA.....	80
7. MATERIAL SUPLEMENTARIO	82

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El interés de la comunidad científica por las islas Chafarinas comenzó de forma casual en 1830, unos años antes de la ocupación española de 1848, cuando una comisión científica francesa se refugió en el archipiélago debido a un fuerte temporal. (Las Islas Chafarinas y su problemática medio ambiental. *Revista del Centro Asociado a la UNED de Melilla*, nº13, 1989). Unos 60 años más tarde, Salvador Calderón (1894) presentó el primer estudio español sobre el medio natural en Chafarinas, al que siguió un goteo de investigaciones en diversos campos de la ciencia (geología, arqueología, edafología, faunística, etc) que dieron lugar a un buen número de publicaciones tanto divulgativas como científicas. Sin embargo, muy pocos de estos trabajos estaban relacionados con el medio marino; y si lo estaban, es porque se dirigían hacia algunos emblemáticos vertebrados marinos, como la gaviota de Audouin (*Larus audouinii*) que, mientras entraba en regresión en muchas zonas del Mediterráneo, mantenía en Chafarinas una de sus mayores poblaciones, o como la foca monje (*Monachus monachus*), cuyo único ejemplar en aguas españolas ("Peluso") residió en este archipiélago hasta su muerte, que significó la extinción de la especie en territorio español. Ambas especies dieron a conocer las islas Chafarinas a una gran parte de la población española.

En la actualidad, existe la opinión generalizada de que las comunidades submarinas de estas islas son de especial valor ecológico por su elevada biodiversidad y un supuesto buen estado de conservación. Es bien conocido, por ejemplo, que varios invertebrados del piso supralitoral y mediolitoral, tales como la lapa herrumbrosa (*Patella ferruginea*) y el molusco vermético *Dendropoma petraeum*, que están en peligro de extinción o en seria regresión en el resto de las costas mediterráneas, tienen poblaciones importantes en estas islas. La relevancia en términos de biología de la conservación de estas dos especies ha favorecido que la atención científica se haya focalizado especialmente sobre ellas, de modo que durante los últimos 15 años han recibido numerosos estudios (que se continúan en la actualidad gracias a fondos de OAPN) que las han encumbrado como "organismos estrella" de la conservación del medio marino de las islas Chafarinas (ver por ejemplo, Aparici-Seguer et al. 1995; Templado et al., 2008; Calvo et al., 2009). Desafortunadamente, el notable éxito alcanzado en el estudio de los pisos supra y mediolitoral, no se ha correspondido con un avance similar en el conocimiento de los organismos que habitan en las comunidades sumergidas de la plataforma de estas islas. En la actualidad, la información científica disponible sobre el verdadero estado general de las comunidades marinas sumergidas del archipiélago, es decir en los pisos infralitorales y circalitorales, sigue siendo escasísima, sobre todo en comparación con la información disponible para otros enclaves de similar interés ecológico en el Mediterráneo occidental.

A pesar de que los primeros estudios naturales sobre el medio terrestre de las islas se iniciaron en 1830, la primera descripción de las comunidades marinas sumergidas se postergó unos 130 años, hasta que el Dr. García-Carrascosa y un equipo de investigadores de la Universidad de Valencia realizaron en 1991 series de transectos submarinos repartidos por todo el archipiélago e inventariaron las especies más representativas, proporcionando los primeros datos sobre la composición y extensión de las comunidades entre el piso supralitoral

y el circalitoral. La información obtenida por este trabajo (desafortunadamente nunca publicado como tal) estimuló una serie de estudios posteriores sobre un grupo en particular y siempre con un carácter marcadamente taxonómico: los anélidos poliquetos. Se completaron inicialmente dos Tesis Doctorales sobre la taxonomía de este grupo (López, 1995; Tena, 1996) que dieron lugar a varias publicaciones subsiguientes (López *et al.*, 1996; López y San Martín, 1997; López y Viéitez, 1999; Tena *et al.*, 2000; López y San Martín, 1996; López *et al.* 1997; López y Tena, 1999). En fechas más recientes, Torres-Gavilá (2008) presentó su Tesis Doctoral sobre poliquetos de sustratos blandos de las islas Chafarinas. Por tanto, se puede concluir que los anélidos poliquetos son, con gran diferencia, el grupo de invertebrados marinos más estudiado de la isla, desde el punto de vista taxonómico. Durante este periodo se realizaron también algunos estudios aislados, de nuevo con un marcado carácter taxonómico, sobre otros grupos de invertebrados: descripción de una nueva especie para la ciencia de nemertino (Frutos *et al.* 1998); cita de cuatro especies de foronídeos (Emig *et al.*, 1999); descripción de los picnogónidos litorales (Munilla y Nieto 1999); estudio de los hidroideos bentónicos (Peña-Cantero y García-Carrascosa, 1999); descripción de la fauna de isópodos (Castellanos *et al.* 2003); cita de 3 endoproctos (Sánchez-Tocino y Tierno de Figueroa 2009).

Solo muy recientemente se han comenzado a multiplicar las iniciativas para investigar las comunidades marinas sumergidas de un modo más integrativo (combinando aspectos de taxonomía, ecología, biología reproductiva, etc) y, ello, gracias a un esfuerzo de financiación por parte de OAPN. En este sentido, se ha concluido recientemente un estudio sobre la biología del madreporario *Astroides calycularis* (Machordom *et al.*, 2009) y se han comenzado también investigaciones sobre la biología y la fisiología de macroalgas por parte del equipo de M. Altamirano (Univ. Malaga). Nuestro proyecto se enmarca dentro de esta nueva estrategia puesta en práctica por OAPN.

Una revisión de la información disponible hasta la fecha pone de manifiesto que a pesar de la singularidad y valor ecológico de las comunidades sumergidas de la islas Chafarinas, se carece de un conocimiento suficiente de muchos de sus parámetros ecológicos básicos y de su actual estado de conservación, un conocimiento que aportaría información crucial para establecer planes efectivos de gestión a medio y largo plazo. En el presente estudio se abordan los hábitats esenciales más vulnerables, como son los fondos de grandes gorgonias, la comunidad de paredes verticales y la comunidad de extraplomos y oquedades. Estas comunidades, que son las mejor representadas en la plataforma de las Islas, están dominadas por especies longevas de esponjas y cnidarios. Se trata de organismos creadores de hábitat que estructuran los sistemas. Se ha intentado también que el seguimiento a realizar en las comunidades bentónicas de Islas Chafarinas sirviera, así mismo, para establecer un plan piloto de detección de posibles especies invasoras y brotes de epidemias infecciosas. Desafortunadamente ambos procesos se han vuelto frecuentes en la última década estimulados por el cambio global que sufren los océanos y están teniendo efectos devastadores sobre la biodiversidad de las comunidades marinas en otras zonas del Mediterráneo.

En su conjunto, las investigaciones que se ha realizado han tenido como objetivo fundamental proporcionar información que ayude a mejorar la gestión de las comunidades sumergidas de las Islas Chafarinas.

Mas específicamente:

- 1) Se ha documentado de modo general la composición de las comunidades más emblemáticas del archipiélago, así como su extensión espacial y batimétrica, identificando una nueva especie para la ciencia entre sus miembros. Se ha puesto especial énfasis en los hábitats vulnerables más representativos del infralitoral: 1) los fondos profundos de grandes gorgonias, 2) las comunidades de paredes verticales dominadas por pequeñas gorgonias, madreporarios y macroalgas verdes, y 3) las comunidades esciáfilas de extraplomos y oquedades dominadas por filtradores.
- 2) Se han monitorizado los invertebrados clave susceptibles de sufrir mortalidades epidémicas y se ha cuantificado la incidencia de dichas afecciones cuando se han encontrado.
- 3) Se ha identificado a la gorgonia *Ellisella paraplexauroides* como un miembro esencial y vulnerable de las comunidades infralitorales de Chafarinas y se ha procedido a evaluar la densidad y talla de sus colonias, así como del estado de conservación de sus poblaciones en el archipiélago.
- 4) Se ha evaluado en términos generales el estado de conservación de las comunidades infralitorales y se ha detectado una seria problemática medioambiental que afecta gravemente a la integridad presente y futura de las comunidades dominadas por gorgonias y corales de islas Chafarinas. Se han documentado y discutido las causas de este problema y se ofrecen una serie de recomendaciones de actuación.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Logística del trabajo de campo

La observación y experimentación subacuática empleando escafandra autónoma ha sido la vía principal para la obtención de los datos que fundamentan los resultados y conclusiones que se presentan en este informe de proyecto (Fig. 1A-B). Durante el proyecto se han realizado dos campañas de buceo en Islas Chafarinas. Los miembros del equipo han contabilizado un total de 198 inmersiones con escafandra autónoma de aire comprimido entre 0 y 35 metros de profundidad, visitando prácticamente todos los hábitats marinos representativos de las Islas. Estas actividades han supuesto un total de 214 h de trabajo subacuático por parte del equipo de investigación.

La primera campaña se desarrolló entre el 05 y el 20 de Octubre de 2010, con la participación de 4 científicos buceadores: Manuel Maldonado Barahona (CEAB-CSIC; Investigador Principal del Proyecto), María López Acosta (CEAB-CSIC; Estudiante de Doctorado), Carlos Navarro Barranco (Universidad de Granada; Estudiante de Doctorado), y María Isabel Hermoso Beltrán (Universidad de Granada; Estudiante de Doctorado). La segunda campaña se desarrolló entre el 14 y el 28 de Septiembre de 2011, con la participación de 5 buceadores biólogos: Manuel Maldonado Barahona (CEAB-CSIC), Luis Sánchez Tocino (Universidad de Granada; Investigador Co-Principal del Proyecto), María López Acosta (CEAB-CSIC; Estudiante de Doctorado), M^a Soledad (Universidad de Granada), y Juan Carlos Calvín Calvo (Fotógrafo submarino).

Adicionalmente, durante las campañas se contó con el valioso conocimiento del medio local y la amplia experiencia en el manejo de embarcaciones y actividades subacuáticas aportados por 2 técnicos de OAPN: Gonzalo Martínez Salcedo y Javier Díaz Navarro. Así mismo,



en la campaña de 2011, miembros del personal OAPN (Alfredo Ruiz Fernández y Angel Sanz Martín) también proporcionaron su apoyo en tierra.

Las actividades subacuáticas estuvieron dirigidas a realizar censos visuales y fotográficos de invertebrados relevantes, así como a recolectar muestras para determinar taxonómicamente y/o investigar diferentes aspectos biológicos de las especies de interés, de acuerdo con los objetivos del Proyecto. Durante la campaña se realizaron, por tanto, numerosas identificaciones taxonómicas empleando las instalaciones de acuarios y el material de microscopía (Fig. 1C) disponibles en el Laboratorio "El Pirata" de Islas Chafarinas, cuya disponibilidad ha resultado crucial para el adecuado desarrollo de nuestro trabajo.

2.2. Estima de la complejidad de las comunidades de invertebrados sésiles en fondos rocosos del infralitoral superior

2.2.1. Descripción general de las comunidades y localización geográfica

La composición general de las comunidades infralitorales de las islas Chafarinas se ha descrito con bastante detalle en un estudio previo por parte de Carrascosa et al. (1991). Por tanto, este no era un objetivo del presente proyecto. No obstante, hemos considerado necesario dedicar un esfuerzo adicional a describir brevemente las comunidades marinas del entorno de las Islas, dada su riqueza, su singularidad en algunos casos y la problemática medioambiental que algunas de ellas están experimentando en la actualidad. Con esta finalidad, nuestro equipo dedicó una parte del tiempo de inmersión de cada buceo a muestrear e identificar los organismos sésiles más abundantes y representativos del entorno, determinando su distribución espacial y batimétrica, a fin de contribuir a establecer mapas generales de distribución de invertebrados clave, de hábitats singulares y de comunidades típicas de la plataforma infralitoral de Islas Chafarinas. Las observaciones visuales se complementaron con transectos fotográficos, capturando el aspecto global de las diferentes comunidades mediante el uso de objetivos subacuáticos de gran angular.

2.2.2. Tasas de cambio y resiliencia en las comunidades de paredes rocosas

Durante la campaña de octubre 2010 se marcaron 30 cuadrados de referencia (20 x 20 cm) en comunidades rocosas de paredes y extraplomos. Los cuadrados se establecieron en las caras norte de las islas de "El Rey" e "Isabel II" (Fig. 2). En cada uno de estos cuadrados de referencia se identificó la fauna de invertebrados sésiles claves, entendiéndose como tales aquellos que presentan estructuras bidimensionales y/o tridimensionales perennes a lo largo del ciclo anual, contribuyendo al paisaje con una biomasa u ocupación del substrato destacables (Fig. 3). Bajo tal definición, se consideraron en el estudio básicamente esponjas, cnidarios y briozoos. La superficie que cada especie de estos grupos de invertebrados ocupaba sobre el substrato en cada uno de los cuadrados de muestreo se estimó mediante fotografía submarina y posterior análisis morfométrico de las imágenes empleando IMT I-Solution Software.

Tras determinar la composición faunística de los 30 cuadrados, se procedió a eliminar la totalidad de la fauna y vegetación de 15 de los 30 cuadrados, dejando intacta la composición de los 15 cuadrados restantes. Para ellos se emplearon espátulas de acero y cepillos de cerdas metálicas, que permitieron dejar la roca desnuda en las áreas seleccionadas, sin ningún resto de fauna ni vegetación. Tras un año (septiembre 2011) se volvieron a visitar y fotografiar los cuadrados que se habían raspados y los que se habían dejado intactos, a fin de comprobar su evolución.



Mediante este procedimiento se ha pretendido realizar un valoración preliminar de:

- 1) La representatividad espacial de los invertebrados claves en los fondos rocosos de las Islas Chafarinas.
- 2) La tasa anual de cambio promedio de las comunidades debida a "procesos naturales", así como la capacidad de regeneración de las comunidades en caso de que éstas fueran dañadas de manera drástica por perturbaciones locales.

Con esta finalidad, se examinaron las diferencias estadísticas en el porcentaje de recubrimiento y en el índice de diversidad de Shannon de los cuadrados entre 2010 y 2011 y en función de si habían sido raspados o no. Las diferencias estadísticas se determinaron mediante el uso de Análisis de la Varianza, seguido de sus correspondientes tests "a posteriori" (típicamente, tests Student-Newman-Keuls) o por sus equivalentes no paramétricos (Anova de Kruskal-Wallis y tests a posterior de Dunn o SNK).

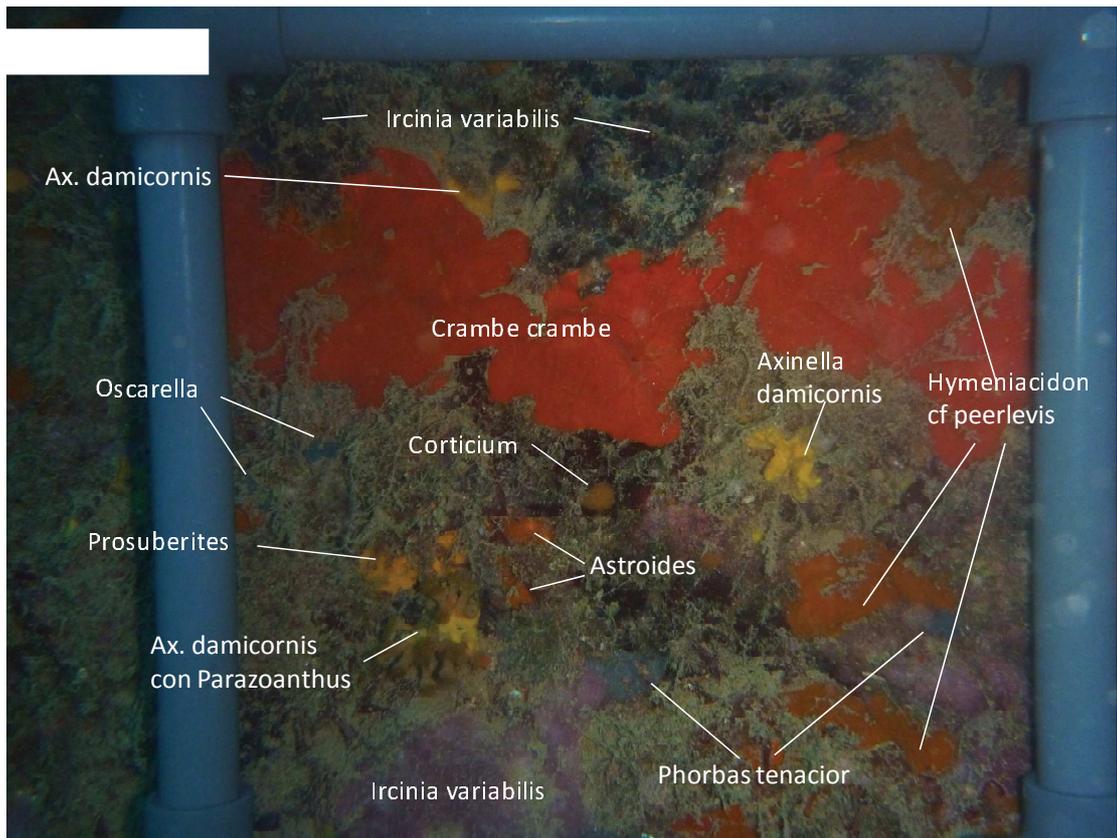


Fig. 2). En total se examinaron un total de 760 cuadrados de muestreo de

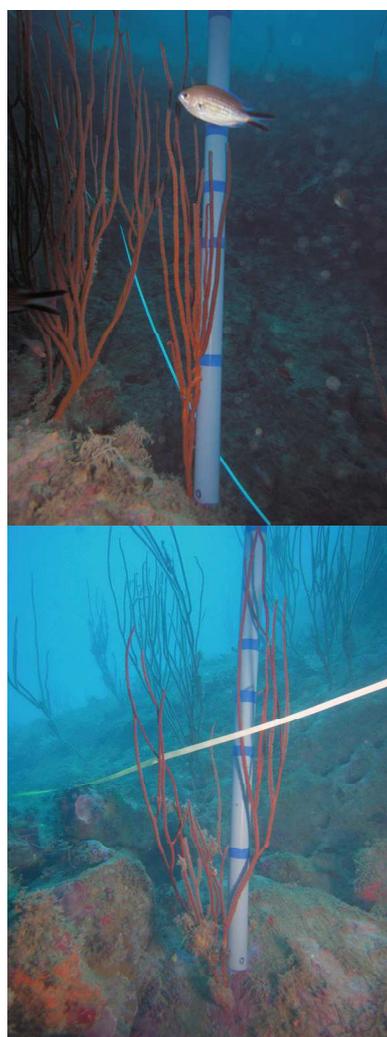


Tabla 1) elegidos al azar, para estimar la abundancia de individuos, el volumen total de cada uno, su altura máxima, su nivel de ramificación (número de puntas) y su carga de epibiontes.

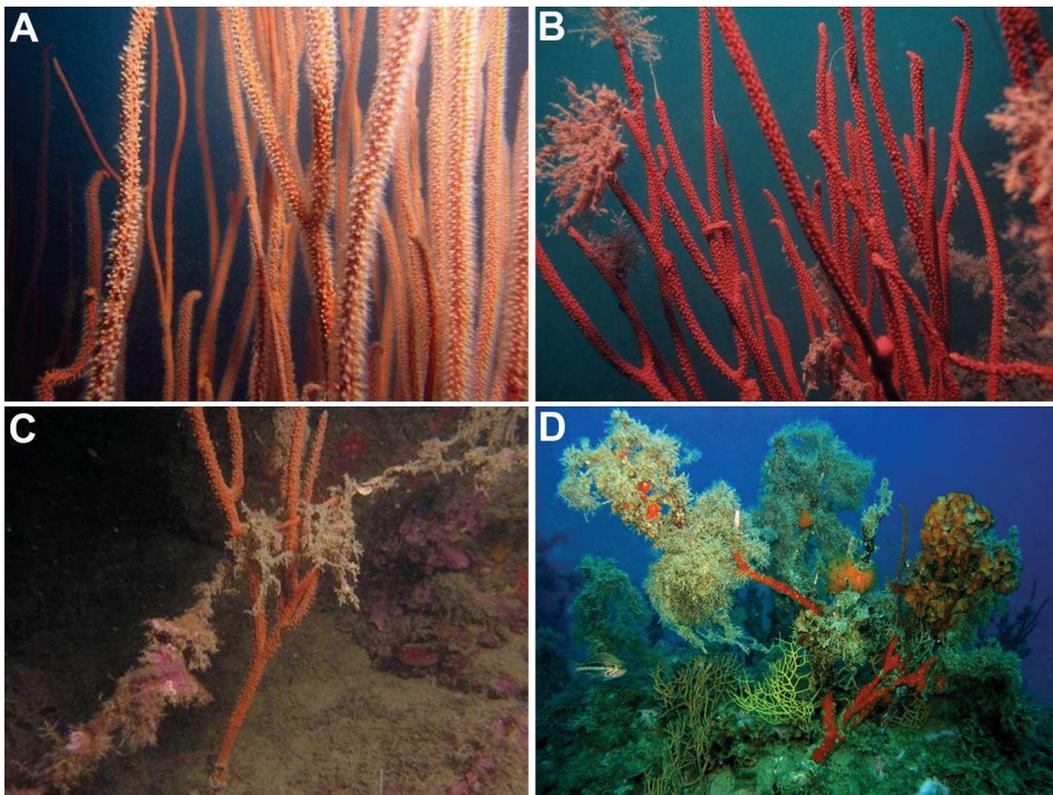
Para estos fines, cada colonia encontrada en los cuadrados de muestreo se fotografió digitalmente junto con una barra escalada (Fig. 4) y posteriormente se procedió a procesar digitalmente las fotografías para obtener el volumen total, la altura, el número de puntas, y el volumen de epibiontes mediante una combinación de programas de análisis de imagen (Adobe Photoshop CS2 software e Image J software). Con los datos obtenidos se obtuvieron valores promedios (\pm desviación estándar) de densidad de gorgonias, altura, número de ramas terminales y volumen de organismos epibiontes para el conjunto del archipiélago, así como para cada una de sus 3 Islas (A, B, C). Se procedió también a investigar la existencia de posibles diferencias en la densidad, volumen individual promedio, altura máxima, número de ramas terminales y carga de organismos epibiontes entre las poblaciones de gorgonias de diferentes islas, empleando para ello Análisis de la Varianza o, en los casos en que los datos no demostraron normalidad y/o homogeneidad de varianzas, una ANOVA Kruskal-Wallis no paramétrica. En caso de que se detectaran diferencias significativas, se realizaron tests "a posteriori" de tipo paramétrico o no paramétrico (según el caso) para indagar qué subpoblaciones en particular eran las responsable de las diferencias encontradas.

Se empleó también análisis de correlación de Pearson para examinar potenciales relaciones entre el volumen, la altura, el número de puntas, la carga de epibiontes y la profundidad a la que las gorgonias viven. Se examinaron estas relaciones entre parámetros para el total de gorgonias muestreadas en el archipiélago, así como para el caso de la población de cada isla en particular.

Se ha prestado especial atención a la carga de epibiontes de las gorgonias, ya que este parámetro parece estar directamente relacionado con el "estado de salud" de los individuos. Las gorgonias generalmente presentan las ramas limpias de epibiontes (Fig. 5A-B). Esto es así porque, en condiciones normales, los tentáculos de los pólipos, cargados de cnidocitos, forman una barrera protectora (Fig. 5A) que evita el asentamiento de las larvas y propágulos dispersivos de otros organismos. Cuando



las ramas de las gorgonias entran en contacto frecuente con líneas de pescas, trasmallos u otro tipo de redes u objetos, los delicados pólipos permanecen cerrados la mayor parte del tiempo (Fig. 5B) o son directamente dañados por la abrasión de estos objetos sobre las ramas. La pérdida de pólipos en un zona o rama no sólo dificulta la alimentación de esa rama, sino que favorece el asentamiento de nuevos epibiontes, que a su vez interfieren negativamente sobre un número mayor de pólipos, favoreciendo el asentamiento de subsiguientes epibiontes, y así sucesivamente (Figs. 5C-D). Por ello, la carga de epibiontes (medida como volumen de epibiontes y volumen de epibiontes relativo al volumen total de la gorgonia) se ha empleado como un indicador de la salud de las poblaciones de gorgonias en cada isla. Se ha investigado la existencia de posibles diferencias en la carga de epibiontes entre zonas (estado de salud de las colonias), así como en la relación entre el número de gorgonias muertas y vivas. Las gorgonias muertas son fácilmente identificables, ya que generalmente quedan reducidas a su pedúnculo, que es una estructura duradera y difícil de degradar. Junto con el pedúnculo muerto a veces se mantienen restos de algunas ramas, casi siempre cubiertas en la totalidad de su superficie por epibiontes (Fig. 5).



2.4. Descripción de nuevas especies en grupos de invertebrados claves

Durante el estudio de las comunidades de invertebrados claves, se ha descubierto la presencia en Islas Chafarinas de una pequeña población de una nueva especie de demoesponja (Filo Porifera). Este hallazgo aumenta la singularidad faunística de las Islas Chafarinas, ya que la

nueva especie pertenece a un género que nunca con anterioridad se había descrito en el Mar Mediterráneo. Los miembros de esta nueva especie se han localizado en sólo tres zonas de las Islas: 1) Las paredes rocosas verticales de "la Laja" entre 15 y 30 m de profundidad; 2) La zona semi-oscura y oscura de la Cueva del Lobo; 3) Las grietas semioscuras que quedan entre los bloques que conforman la cara externa de la escollera del Muelle de Titán.

Hasta la fecha se ha recolectado material de las zonas 1 y 3, preservándolo bien en formol al 4% bien en etanol al 100%, para constituir la serie de material tipo (holotipo, paratipos, etc), que tras su estudio se depositará en el Museo de Ciencias Naturales de Madrid (CSIC). Actualmente se está procediendo a la descripción taxonómica del material, empleando diversas metodologías complementarias entre sí: 1) Descripción del sistema esquelético de la esponja mediante el método tradicional, que consiste en una descripción detallada a la lupa y microscopio óptico; 2) Empleo de dos marcadores moleculares de probada eficiencia (CO1 y 28S) para inferir con mayor seguridad las relaciones filogenéticas del material recolectado, en colaboración con el Dr. Dirk Erpenberck (Universidad de Munich, Alemania); 3) Descripción a nivel citológico y ultraestructural del tejido del animal mediante microscopía electrónica de transmisión. Se espera poder enviar los resultados para su publicación en una revista de ámbito internacional en breve, a fin de dar a conocer la identidad y características de esta nueva especie mediterránea a la comunidad zoológica internacional.

2.5. Mortalidad epidémica de esponjas y otros invertebrados sésiles

Recientes episodios de una infección bacteriana han causado mortalidades extensivas en las poblaciones de las esponjas córneas *Ircinia fasciculata* e *Ircinia variabilis* (Fig. 6A-B) en diferentes regiones del Mediterráneo español (Maldonado et al. 2010). La presencia de tal enfermedad se detectó en Octubre de 2009 en el entorno de Islas Chafarinas, aunque con una tasa baja (<1%) de individuos infectados.



Ante la evidencia de que diversas esponjas del entorno de Islas Chafarinas presentaban síntomas de estar afectadas por la enfermedad epidémica, se inició un proceso de seguimiento de la incidencia poblacional. Como los daños más obvios y graves, se manifiestan en las poblaciones durante los meses de Septiembre y Octubre (probablemente desencadenados por niveles máximos de calentamiento estival del agua en el mes de Agosto; Maldonado et al. 2010), las campañas de seguimiento se realizaron en Octubre 2010 y

Septiembre 2011, cubriendo extensos transectos visuales entre 0 y 15 m de profundidad, que es el rango en el que la especies susceptibles aparecen con mayor abundancia. Durante los transectos visuales se cubrió la práctica totalidad del contorno de las Islas, examinando en detalle el estado de afectación de más de 500 esponjas córneas de los géneros *Ircinia* y *Sarcotragus* (Fig. 6) para evaluar la incidencia poblacional de la enfermedad.

3. RESULTADOS

3.1. Comunidades de fondos rocosos infralitorales

3.1.1. Características generales del entorno marino de las Islas Chafarinas

Las observaciones in situ y los transectos fotográficos han corroborado que la plataforma infralitoral de las Islas entre 0 y 40 m está dominada por paredes rocosas cuasi-verticales, que alojan varias comunidades en función del rango batimétrico. Este patrón de comunidades sólo se modifica en aquellos casos en que aparecen hábitats singulares, tales como abrigo, túneles o cuevas, así como en las zonas entre islas en las que se acumula sedimento y en las que se han establecido comunidades de fondos blandos.



Otra de las peculiaridades del entorno marino de las Islas Chafarinas es que, a menudo, incorpora especies que en otras zonas del Mediterráneo son características de hábitats más profundos. El caso más representativo es el de la gorgonia *Ellisella paraplexauroides* (Fig.7), que aparece comúnmente en estas islas a partir de unos 12 m de profundidad, mientras que en otras zonas del Mediterráneo se encuentra típicamente por debajo de los 50 m y ha sido observada en Canarias a 690m (Arroyo *et al.* 2008). Otros ejemplos destacables son los del madreporario *Dendrophyllia ramea* y el del zoantario *Savaglia savaglia* (Fig. 8). Este último citado normalmente por debajo de 30 m de profundidad y que en Chafarinas aparece a partir de 15 m. Esta especie, que hasta el momento sólo se conocía creciendo sobre la gorgonia *Paramuricea clavata* o sobre el eje esquelético de ésta (Brito y Ocaña, 2004), aparece en Chafarinas desarrollándose sobre *Ellisella paraplexauroides* (Fig. 8) y *Leptogorgia sarmentosa*.

El desplazamiento hacia la superficie del límite batimétrico superior de éstas y otras especies, a falta de estudios detallados, puede estar teóricamente favorecido por una

multiplicidad de factores que podrían actuar de modo alternativo o con sinergias. La turbidez generalizada de las aguas del infralitoral de Chafarinas causada por los elevados aportes de sedimentos terrestres (Figs. 9-10) es similar a la que caracteriza a zonas más profundas de las plataformas continentales y podría contribuir a crear un ambiente más adecuado para la supervivencia de algunas especies de profundidad. Por otra parte, la complicada hidrografía de esta zona del Mar de Alborán (con grandes sistemas de giro ciclónicos y anticiclónicos) pueden ocasionar, por fricción con la pendiente continental, olas oceánicas internas (ondas de Taylor) que ascienden por la pendiente y plataforma continental (Fig. 11), trasportando agua fría rica en nutrientes y en propágulos dispersivos (huevos, larvas, estructuras de reproducción asexual, etc) que facilitarían el reclutamiento y la supervivencia de especies profundas en hábitats someros. Del mismo modo, los temporales de Levante, que originan corrientes ascendentes locales en esta área costera (Fig. 11), podrían contribuir a este proceso.



Figuras 9 y 10. En estas imágenes se puede apreciar como durante los temporales de levante, las corrientes transportan una gran cantidad de sedimento hacia el archipiélago de Chafarinas.

Los diversos aportes de sedimento y material en suspensión que convergen en la zona de Islas Chafarinas dan lugar a que los fondos rocosos infralitorales, excepto en zonas de elevado hidrodinamismo como, por ejemplo, la parte superior del Banco del Congreso (“La Laja”), presenten una capa de sedimento fino que se re-suspende con gran facilidad (Fig. 12).



Figura 11. En la parte inferior izquierda de la imagen se aprecia como asciende (por motivos desconocidos) una masa de agua cargada de sedimento.

Figura 12. Los fondos con poco hidrodinamismo se encuentran cubiertos por una gran cantidad de sedimento que se re-suspende con gran facilidad.

La orografía de la plataforma infralitoral de las islas es otro factor que condiciona la distribución y variedad de las comunidades bentónicas. En la mayor parte del contorno litoral de Chafarinas podemos encontrar paredes verticales que, en algunas zonas, como la cara norte del Banco del Congreso, norte de Isabel II y norte y este de la isla del Rey, superan los 30 m de profundidad. Así mismo, también son frecuentes los fondos rocosos de derrumbe, que pueden alcanzar los 20 m de profundidad (cara oeste del Congreso e Isabel II y a ambos lados del Dique Roto). Por último, la cara sur de las islas se caracterizan por fondos blandos someros con praderas de *Posidonia oceanica* (Fig. 13).

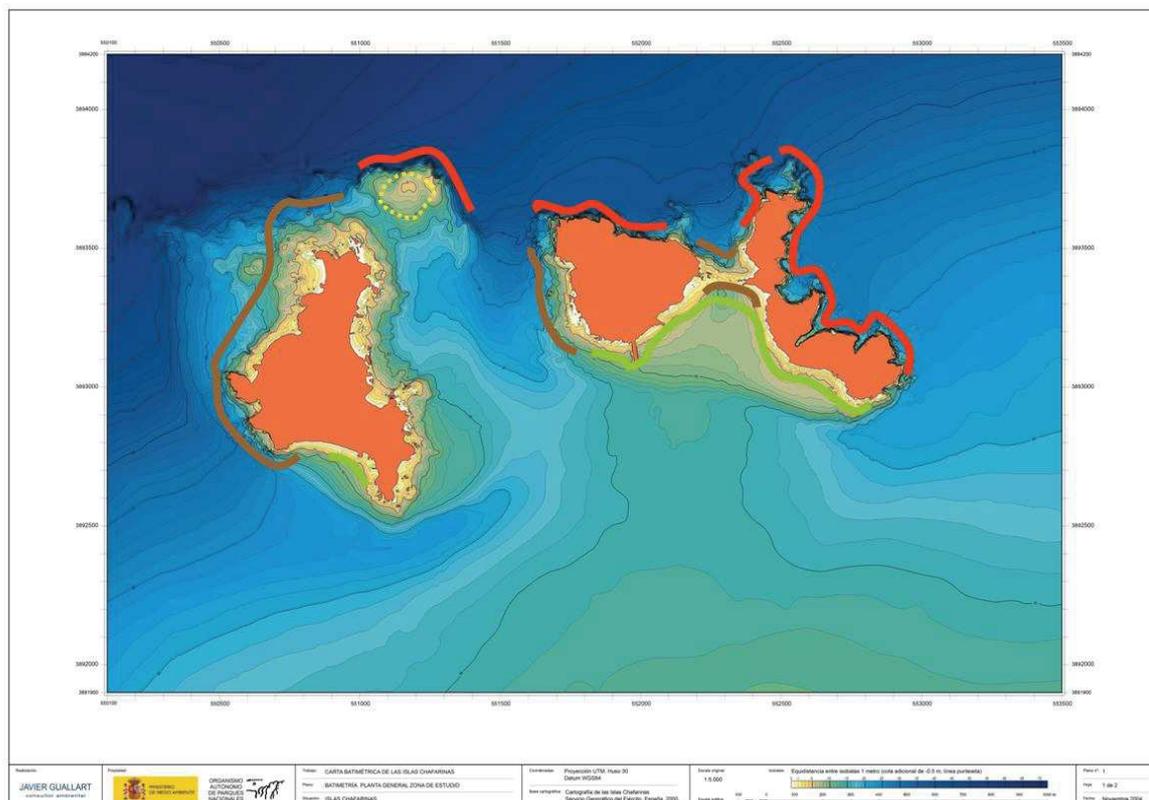


Figura 13. Resumen esquemático de los principales ambientes de la plataforma infralitoral de Islas Chafarinas. Rojo: paredes verticales, subverticales o extraplomadas. Marrón: fondos rocosos de derrumbe. Verde: fondos arenosos típicamente cubiertos por praderas de *Posidonia oceanica*. Amarillo: plataforma rocosa poco profunda (banco rocoso) y sometido a elevado hidrodinamismo.

A continuación se describen e ilustran brevemente las principales comunidades que se desarrollan en las islas, en función de su localización geográfica, el rango batimétrico y el tipo de sustrato.

3.1.2. El piso supralitoral

Comprende la franja del litoral que no está nunca sumergida y en donde la humedad necesaria para la vida marina es proporcionada por las salpicaduras de las olas y la humectación marina. En Chafarinas, la amplitud de la comunidad de la roca supralitoral varía enormemente, alcanzando su máxima expresión en la cara norte del archipiélago, caracterizada por un elevado hidrodinamismo que permite la presencia de ejemplares de *Patella rustica* a cuatro o

cinco metros por encima de la superficie del agua (Fig. 14). Su mínimo desarrollo ocurre en la cara sur del archipiélago, especialmente en la ensenada formada por las islas Isabel II y el Rey, caracterizada por un hidrodinamismo muy atenuado que permite un piso supralitoral de tan solo unos pocos centímetros de amplitud.

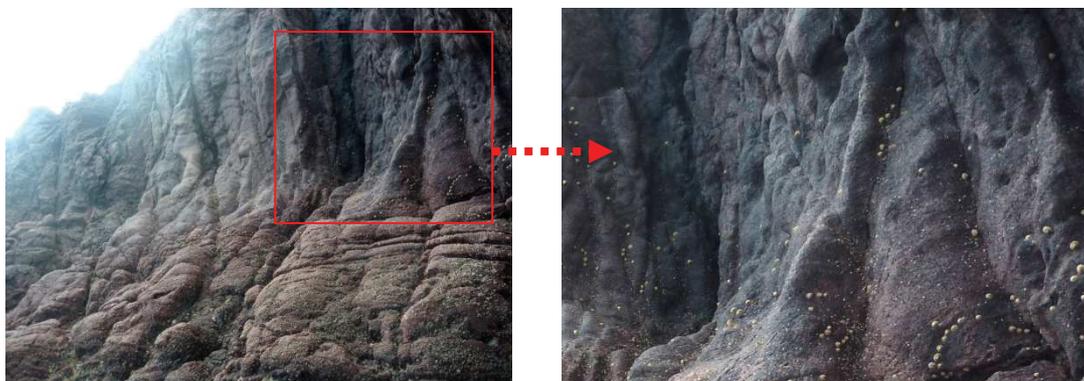


Fig. 14. Piso supralitoral de la cara norte de la Isla del Isabel II. En la foto de detalle de la derecha se observan ejemplares de *Patella rustica* a unos cinco metros por encima del nivel del mar.

3.1.3. El piso mediolitoral

Se define como la franja sometida al efecto directo de las olas y a la acción de las mareas, en él se alternan los periodos de inmersión y emersión. Su amplitud vertical en el Mediterráneo no sobrepasa, normalmente, los 50 cm. Dentro del piso mediolitoral se distinguen dos comunidades en función del nivel de humedad: con un grado de humectación escaso aparece la comunidad de la roca mediolitoral superior y, más cercana al nivel del agua, la comunidad de la roca mediolitoral inferior.

El piso mediolitoral de las islas Chafarinas tiene una gran importancia desde el punto de vista de la conservación, ya que en él se desarrolla una de las mayores poblaciones de la lapa *Patella ferruginea* (Fig. 15), uno de los pocos invertebrados marinos de la fauna española catalogado como “especie en peligro de extinción”. Las estimas más recientes indican que la población de Chafarinas alberga entre 36.000 y 49.000 ejemplares adultos [Estrategia de conservación de la lapa ferrugínea (*Patella ferruginea*) en España]. Otra especie digna de mención, por las formaciones microrrecifales que construye, es el molusco gasterópodo *Dendropoma petraeum* (Fig. 16), cuya población forma un cinturón mediolitoral alrededor de, prácticamente, todo el archipiélago (Templado *et al.*, 2008).

El buen estado de estas comunidades del mediolitoral se puede apreciar en las caras nortes de las islas del Rey e Isabel II, donde existen importantes concentraciones de percebes (*Pollicipes pollicipes*) (Fig. 17), una especie prácticamente desaparecida del resto del litoral español del mar de Alborán.



Fig.15. Ejemplar de *Patella ferruginea*.



Fig. 16.. Microarrecife de *Dendropoma petraeum*.



Fig. 17. Agrupaciones del percebe *Pollicipes pollicipes* en la cara norte de la isla Isabel II.

3.1.4. El piso infralitoral

Las comunidades de este piso fueron estudiadas por Carrascosa et al. (1991), en un estudio que proporciona una amplia descripción de las mismas y de sus especies más características. Para no ser repetitivos, nuestra aportación en este informe se limita a describir fotográficamente una serie de transectos (Fig. 18) representativos de la complejidad de cada comunidades. Se pretende también que este banco de imágenes pueda servir como un “punto de referencia” que facilitará una evaluación visual rápida de la evolución de las comunidades a lo largo del tiempo, facilitando la valoración del alcance de posibles procesos de deterioro generalizado, sustitución de especies claves, extinciones, invasiones, etc.

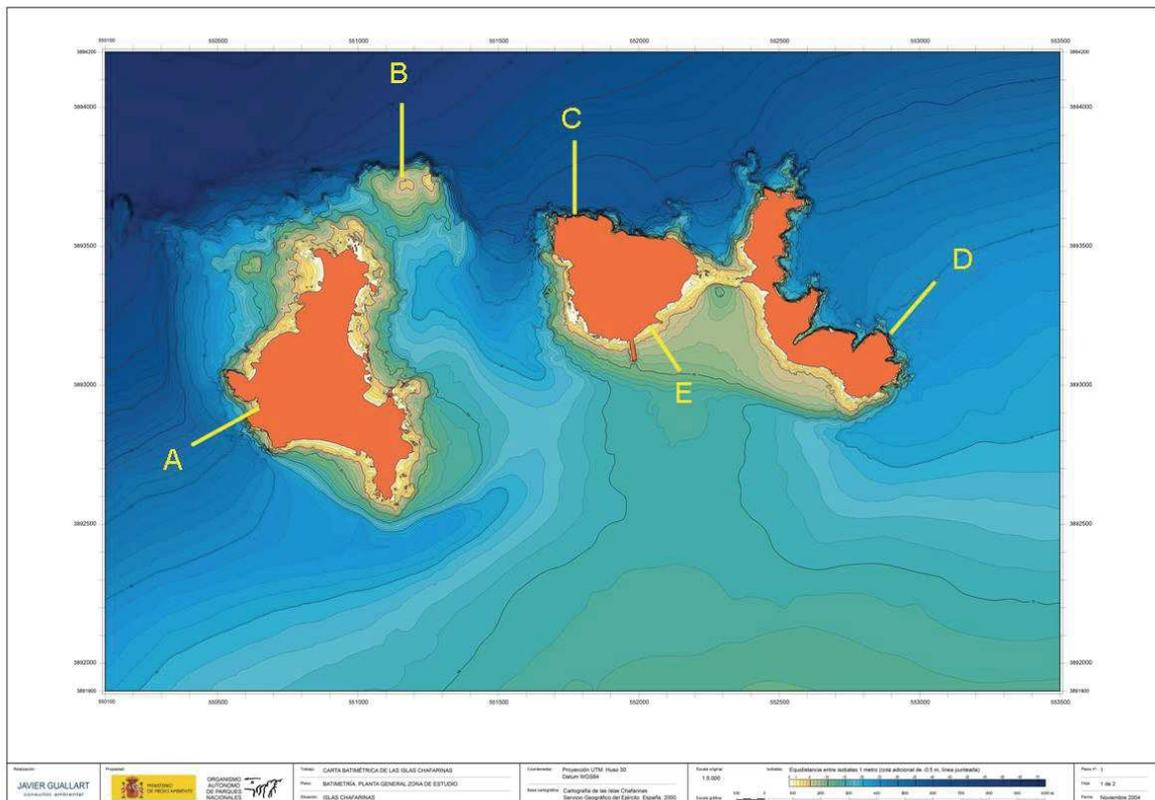


Fig. 18. Transectos fotográficos realizados en el archipiélago de Chafarinas durante septiembre 2010 y octubre 2011.

3.1.4.1. Transectos fotográficos del piso infralitoral

3.1.4.1A. Transecto A: Oeste de Congreso, desde la Cueva del Lobo

Se trata de un fondo de derrumbe formado por grandes bloques de piedra que alcanzan unos 20 m de profundidad (Figs. 18-19), continuando, justo delante de la cueva, con un fondo de cascajo con gran cantidad de sedimento o con fondos de arenas fangosas que se extienden considerablemente hacia el norte y el sur.

Entre la superficie y unos 2 m de profundidad, por debajo de la comunidad de algas fotófilas de modo batido, aparece una comunidad de algas fotófilas de modo calmo, donde el alga predominante es *Stypocaulon scoparium*. En algunas zonas, esta comunidad ha dado paso a una de algas calcáreas (*Lithophyllum* spp.; *Lithothamnium* spp.) y varias especies de erizos (Fig. 20). En las zonas más umbrías, como grietas y extraplomos, abundan *Astroides calycularis* (Fig. 21) y *Leptosamia pruvoti*. La comunidad de algas fotófilas de modo calmo se extiende hasta unos 12 m de profundidad (Figs. 22-23), dando paso a ambientes más esciáfilos en donde predomina, a partir de unos 16 m e incluso a menor profundidad, la comunidad de *Ellisella paraplexauroides* (Fig. 24). Una gran parte de estas grandes gorgonias se encuentran muertas o dañadas por las artes de pesca, siendo aprovechadas por diferentes epibiontes que llegan a recubrirlas totalmente (Figs. 5C-D, 25). Si continuamos el transecto hacia el sur,

podemos observar varios ejemplares del zoantario *Savaglia savaglia* creciendo sobre *Ellisella paraplexauroides* (Fig. 26).

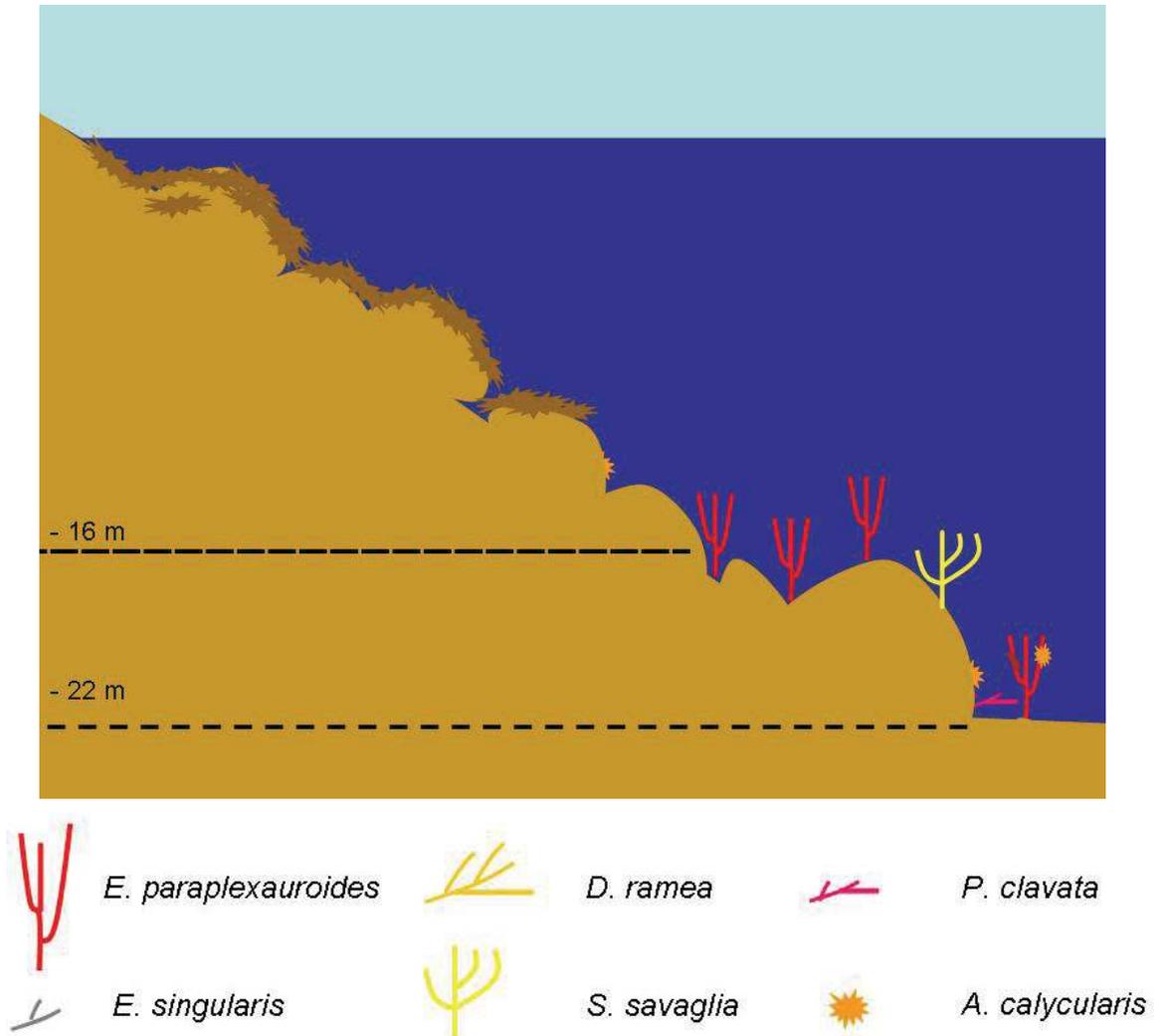


Fig. 19. Perfil del transecto al oeste de Congressos, comenzando desde la entrada en tierra de la Cueva del Lobo (ver Fig. 18).



Fig. 20. Comunidad de algas calcáreas y erizos a 2 m de profundidad. Nótese el efecto depredador de los erizos sobre la cobertura de algas e invertebrados sésiles que, en algunas zonas, son eliminadas por completo, dejando la roca desnuda (blanquizales), excepto por la persistencia de algunas algas calcáreas.



Figura 21. Comunidad de *A. calycularis* aprovechando una zona esciáfila a 5 m de profundidad.



Figura 22. Comunidad de algas fotófilas a -7 m.

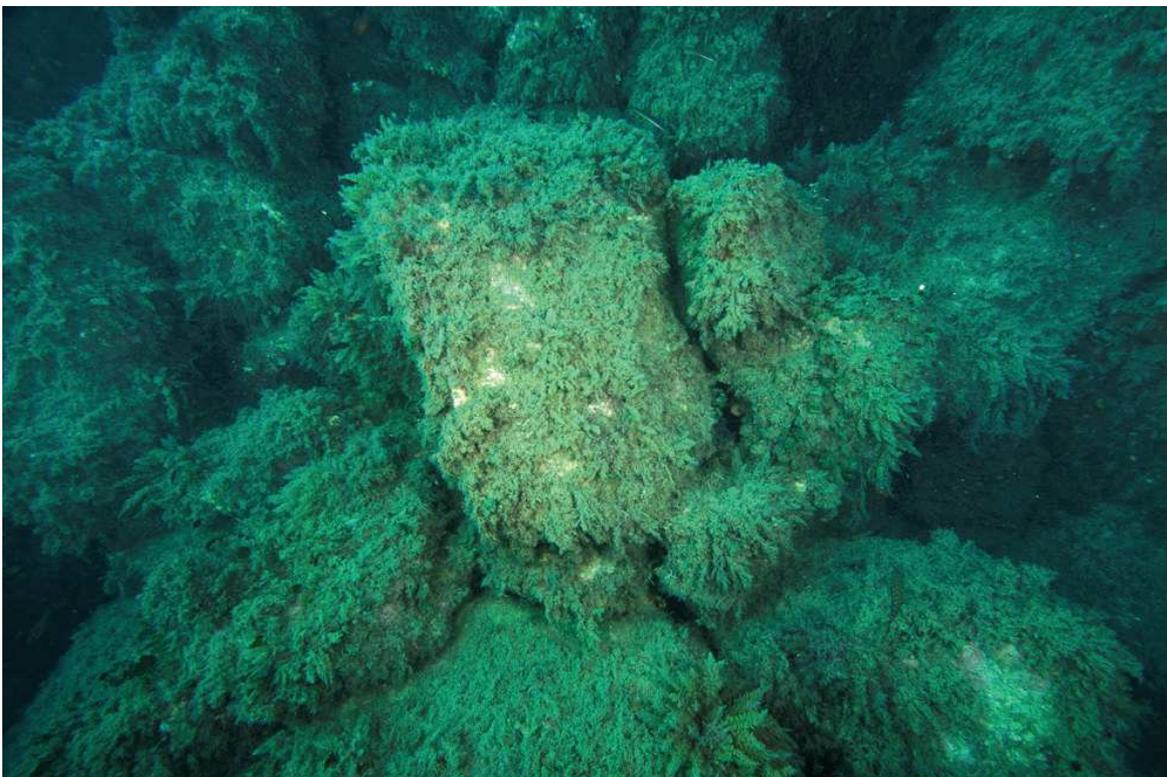


Figura 23. La comunidad de algas fotófilas se extiende por debajo de los 12 m de profundidad.



Figura 24. Colonia de *E. paraplexauroides* a -19 m, mostrando la parte basal notablemente epibiotada.

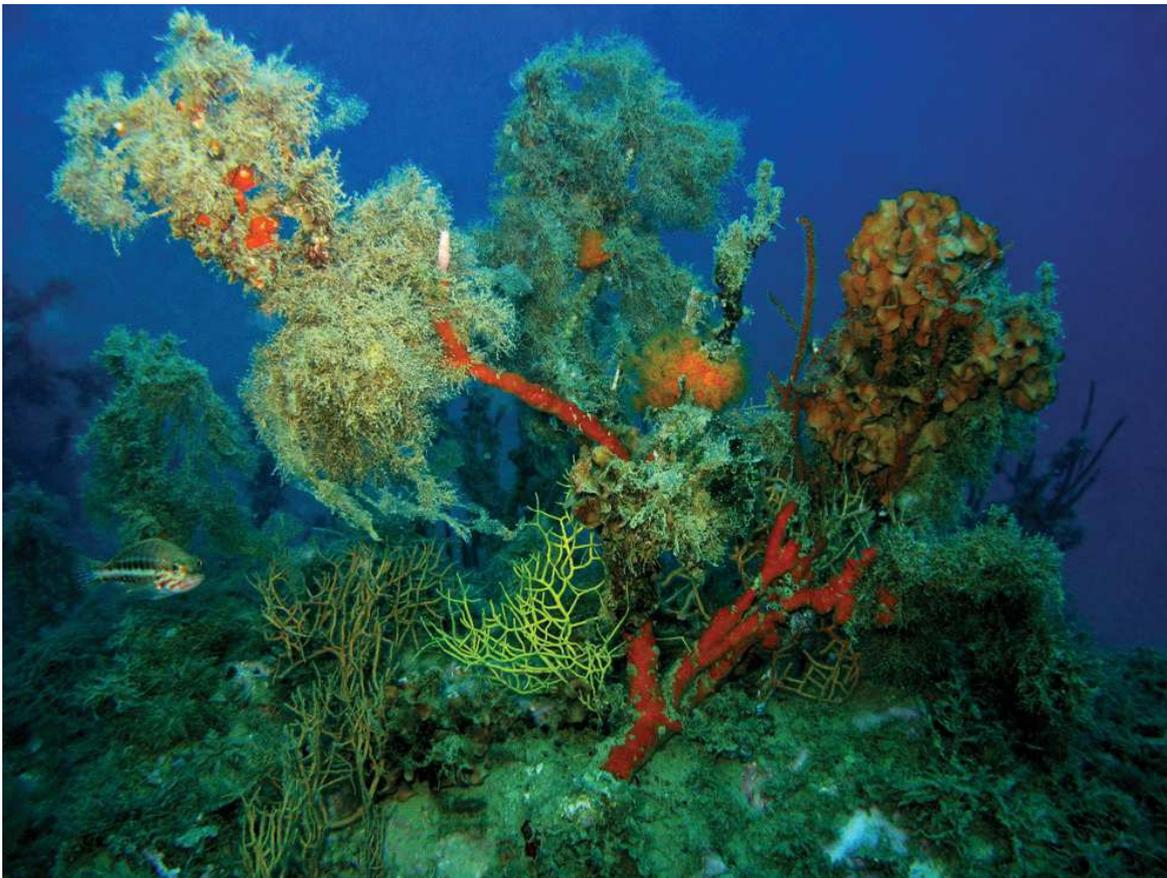


Figura 25. Ejemplar de *E. paraplexauroides* con una notable variedad y cantidad de epibiontes que impiden la normal actividad de los pólipos de la gorgonia (profundidad 20 m).



Figura 26. *Savaglia savaglia* creciendo sobre *Ellisella paraplexauroides* a -19 m.

Hacia el sur, y por debajo de 20m de profundidad, dentro de la comunidad de *E. paraplexauroides*, aparecen varias especies de gorgonias de los géneros *Leptogorgia*, *Eunicella* y *Paramuricea* sobre un fondo rocoso cubierto por una capa de sedimento muy fino (Figs. 27-28).

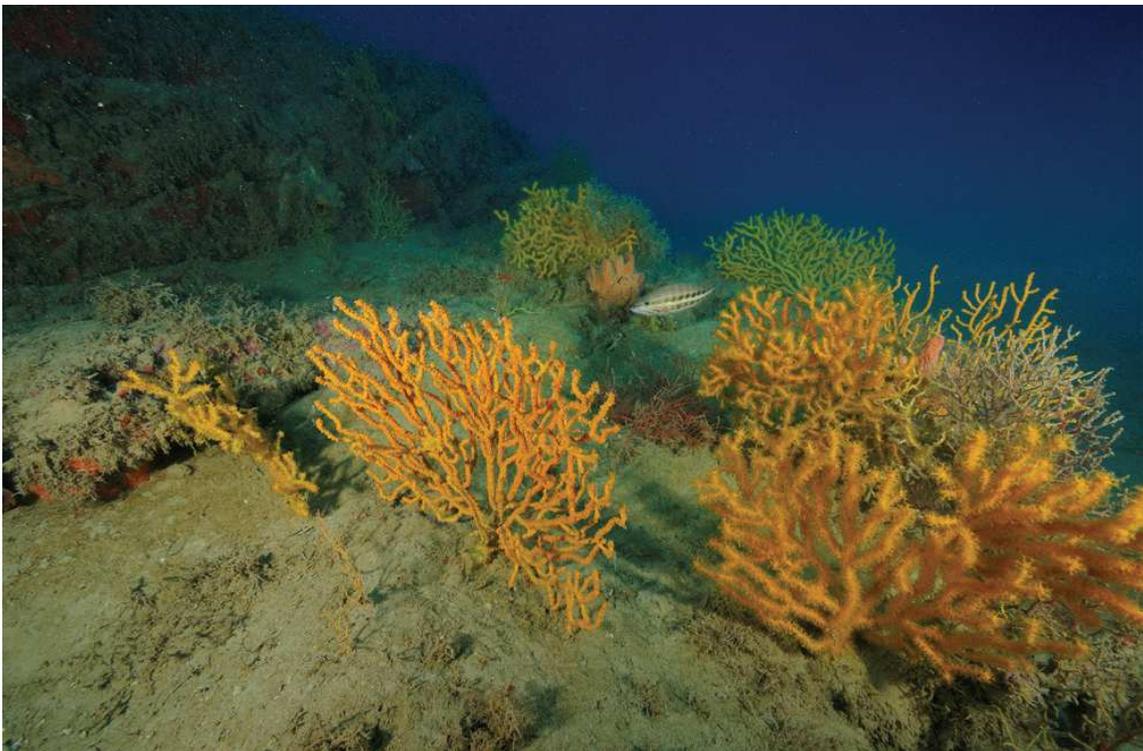


Figura 27. Ejemplares de *Paramuricea clavata* de la variedad amarilla a -20 m.



Figura 28. *Ellisella paraplexauroides*, *Leptogorgia sarmentosa* junto a ejemplares de *Paramuricea clavata* de color amarillo a -22 m.

Hacia el norte, por debajo de 20 m, el lecho originariamente rocoso muestra una suave pendiente y una cobertura de sedimento fino, que lo convierte en un fondo blando mezclado con cascajo. En algunas zonas se ha encontrado una importante cobertura por el alga *Alsidium corallinum* (Figs. 29A-B), con presencia ocasinal de *Codium elongatum*.



3.1.4.1B. Transecto B: Banco de Congreso "La Laja", hacia su cara norte

Se conoce como "Laja" o Banco del Congreso a una plataforma rocosa situada entre la isla del Congreso y la de Isabel II, un poco al norte de ambas, con una profundidad mínima de unos cinco metros y que desciende abruptamente en su cara norte hasta alcanzar unos 40 m. de profundidad, alternándose las paredes a plomo, con extraplomos y pequeñas terrazas (Fig. 30).

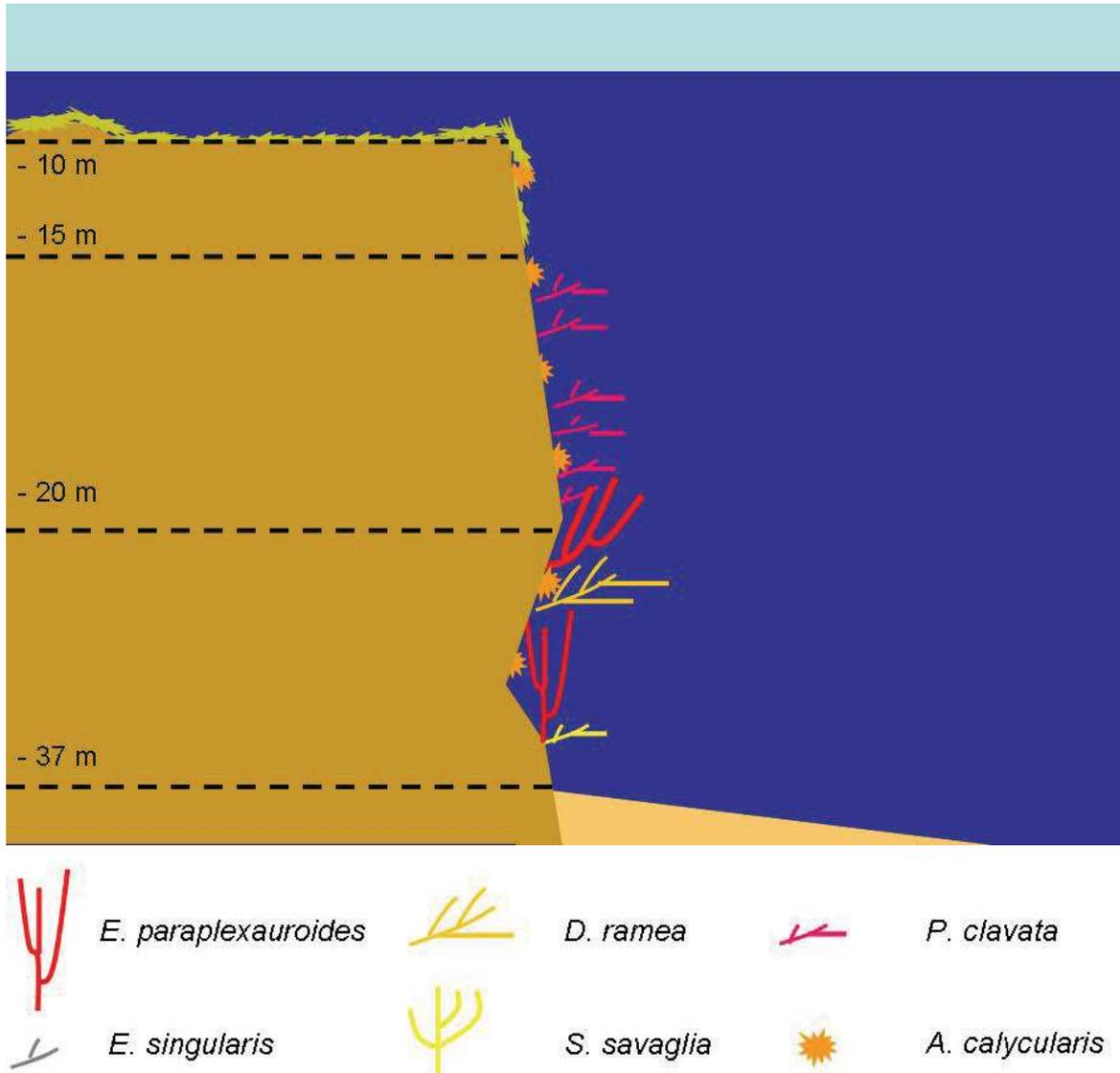


Figura 30. Perfil del transecto del Bajo de Congreso (ver Fig. 18).

El hidrodinamismo, en la parte superior del banco, es muy elevado. Esto es debido a una continua exposición al oleaje tanto de Poniente como de Levante y a las corrientes que habitualmente se producen en el canal que separa las dos islas más occidentales. Por ello, al contrario que en el resto de los fondos infralitorales del archipiélago, la zona somera de la "Laja" está prácticamente libre de sedimento fino. Estas condiciones parecen facilitar la abundancia de una comunidad de algas fotófilas, compuesta principalmente por *Dictyopteris polypodioides* y *Cystoseira cf. spinosa* (Fig. 31). Hacia el borde del acantilado aparecen

bloques de piedra con caras umbrías, donde abundan el madreporario *Astroides calycularis*, algas rojas e incrustante y varias especies de esponjas (Figs. 32-33).



Figura 31. Aspecto que presenta la comunidad de algas fotófilas del Banco del Congreso a 7 m de profundidad y en la que destacan *Dictyopteris polypodioides* y *Cystoseira tamariscifolia*.



Figura 32. *Astroides calycularis* crece en las zonas algo más umbrías, como esta pared vertical de un bloque de piedra situado a - 10 m.



Figura 33. Aspecto del borde norte del Banco de Congreso a -15m, en donde se aprecia como las algas pardas van siendo sustituidas en profundidad por algas rojas e invertebrados.

Con la profundidad, las algas pardas van desapareciendo, siendo sustituidas en las paredes rocosas por varias especies de gorgonias (Fig. 34), entre las que destacan por su abundancia *Paramuricea clavata* y *Leptogorgia sarmentosa*. La disminución del hidrodinamismo con la profundidad favorece la deposición sobre el substrato rocoso de una fina capa de sedimento, una circunstancia habitual en este archipiélago. Sobresaliendo del sedimento, hay numerosos invertebrados sésiles, entre los que destacan por su abundancia y/o tamaño las colonias de *Astroides calycularis*, esponjas de ambientes esciáfilos, como *Axinella polypoides* (Fig. 35) y *Aplysina aerophoba*, el briozoo *Sertella septentrionalis*, etc. Es destacable la casi total ausencia en estas paredes de la gorgonia *Eunicella singularis*, una especie notablemente abundante en la cercana cara norte de las Isla de Isabel II.

Entre 20 y 25 m de profundidad aparecen los primeros ejemplares de *Ellisella paraplexauroides* y, un poco por debajo, en zonas extraplomadas más umbrías, se desarrollan algunas colonias del madreporario *Dendrophyllia ramea* (Fig. 36). Conforme nos acercamos a la base de la pared aumenta la presencia de terrazas en donde, aparte de la omnipresente *Ellisella paraplexauroides*, se incrementa la abundancia de *Astroides calycularis* y ejemplares de la variedad amarilla de *Paramuricea clavata* (Fig. 37). En la base de la pared, cerca ya del fondo horizontal, se encuentra un mayor número de colonias de *Dendrophyllia ramea* (Fig. 38). No obstante, esta especie no llega a alcanzar en Chafarinas las grandes concentraciones que se dan en otras zonas del mar de Alborán.

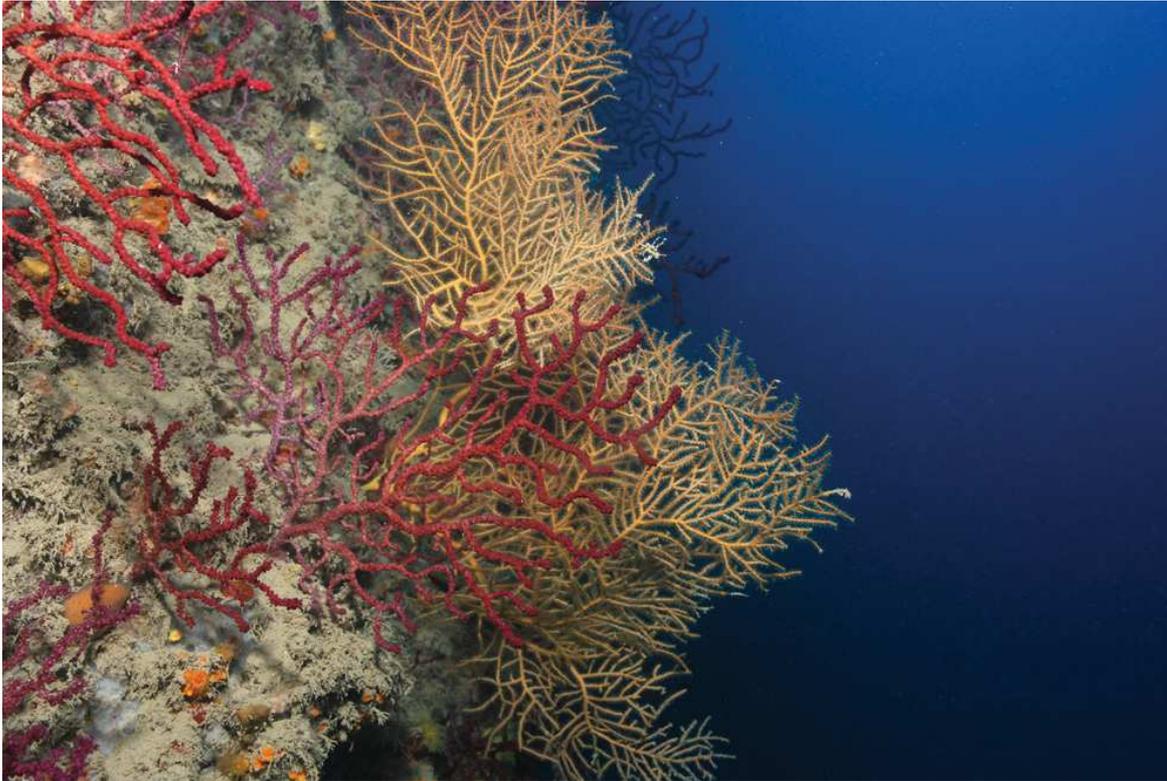


Figura 34. Las gorgonias *Paramuricea clavata*, especialmente, y *Leptogorgia sarmentosa* cubren las paredes del Banco del Congreso a la cota de -20 m de profundidad.



Figura 35. Pequeñas colonias de *Astroides calycularis* que sobresalen de la capa de sedimento fino que cubre las paredes a -25 m de profundidad, junto con varias especies de otros invertebrados, entre la que destaca la esponja *Axinella polypoides*, el briozoo *Sertella septentrionalis* y la gorgonia *Paramuricea clavata*.



Figura 36. Colonias de *Dendrophyllia ramea*, *Paramuricea clavata* y *Ellisella paraplexauroides* creciendo en paredes verticales a 28 m de profundidad.



Figura 37. Terraza del Bajo del Congreso situada a -30 m. Junto a las colonias de *Astroides calycularis* se observan varias de *Paramuricea clavata* de la variedad amarilla, una *Ellisella paraplexauroides* y el briozoo *Pentapora fascialis* var. *foliacea*.



Figura 38. Pared vertical del Banco del Congreso a 37 m de profundidad, en donde se observa una densa cobertura de invertebrados sésiles parcialmente cubiertos por una fina capa de sedimento. Entre estos numerosos organismos sésiles destacan por su tamaño la estrella *Ophidiaster ophidianus*, las gorgonias *Ellisella paraplexauroides*, *Paramuricea clavata*, *Eunicella gazella*, el madreporario *Dendrophyllia ramea*, la esponja anaranjada *Dyctionella* cf. *marsilli* y el briozoo *Pentapora fascialis*.

3.1.4.1C. Transecto C: Norte de Isabel II

Los fondos de la cara norte de la isla Isabel II (Fig. 39) son muy similares a los del Bajo del Congreso, aunque las profundidades que se alcanzan son algo menores que en éste. Por debajo de la comunidad de algas fotófilas de modo batido encontramos una comunidad de algas fotófilas de modo calmo donde la especie predominante es *Stypocaulom scoparium* (Fig. 40). A partir de unos 10 m de profundidad, o incluso menos en puntos umbríos de grietas y extraplomos, comienza la comunidad de *Eunicella singularis*, que se extiende hasta los 20 m (Figs. 41-42). A esta profundidad ya aparecen otras dos especies de gorgonia, *E. paraplexauroides* y *P. clavata*, cuyo número aumenta conforme se desciende (Figs. 43-44). Cerca del fondo, a unos 30 m, se pueden encontrar algunas colonias de *D. ramea*, muchas de ellas claramente dañadas por los artes de pesca (Fig. 45).

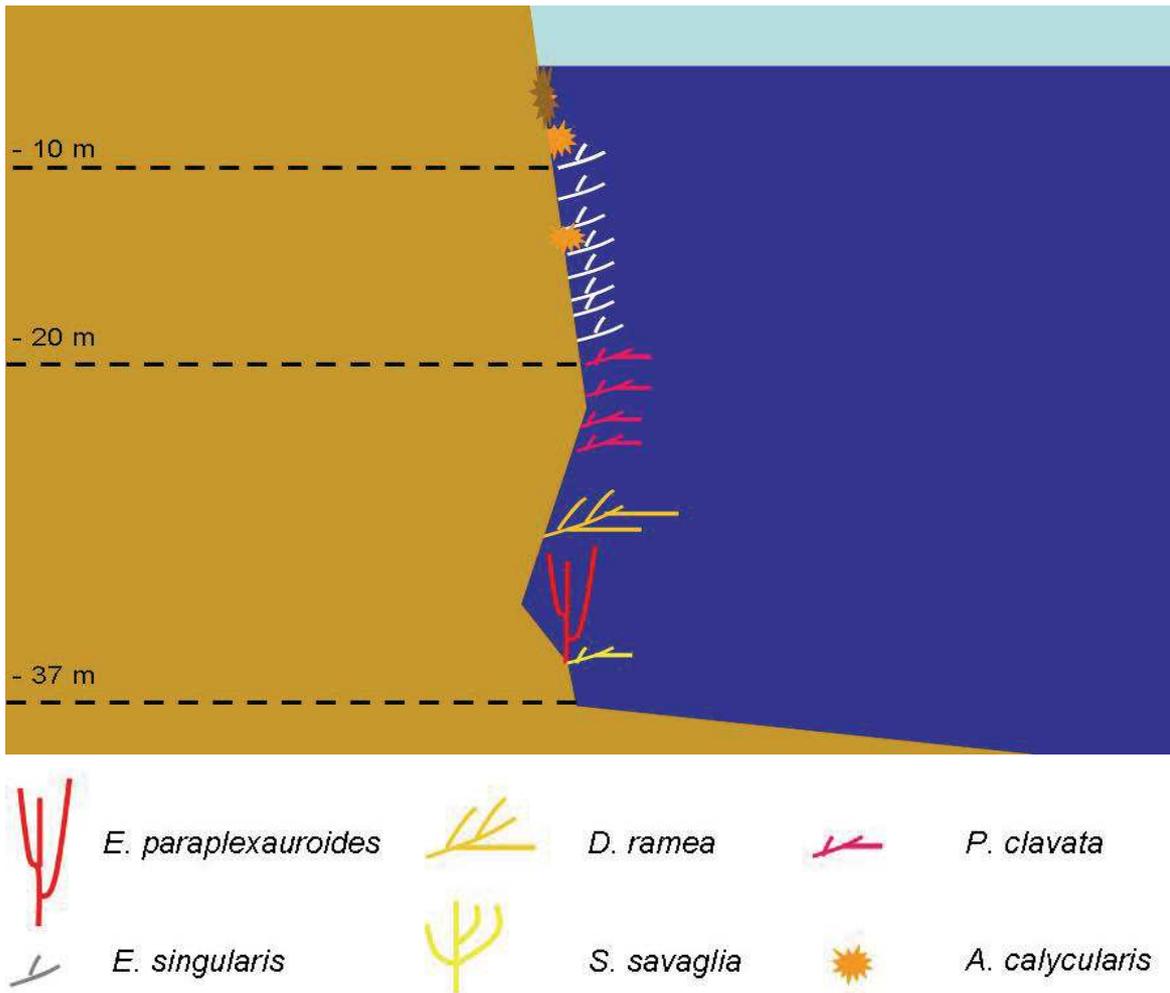


Figura 39. Perfil del transecto de la cara norte de la isla Isabel II (ver Fig. 18).



Figura 40. Comunidad de algas fotófilas de modo calmo en la cara norte de Isabel II, a 5 m de profundidad y dominada por el alga *Styopcaulon scoparium*.



Figura 41. Zona superior de la comunidad de *Eunicella singularis*. En primer término, destaca también la estrella *Echinaster sepositus* y, por detrás, ejemplares de la esponja roja incrustante *Crambe crambe* y colonias de *Astroides calycularis*. Nótese los pequeños blanquiales creados por la alimentación de los erizos *Paracentrotus lividus* y *Arbacia lixula*. Profundidad 10 m



Figura 42. Substratos dominados por *Eunicella singularis* a -15 m.



Figura 43. Fondos a 20 m de profundidad con presencia de *Ellisella paraplexauroides*.



Figura 44. Terraza a 25 m de profundidad en donde coexisten varias especies de gorgonias.

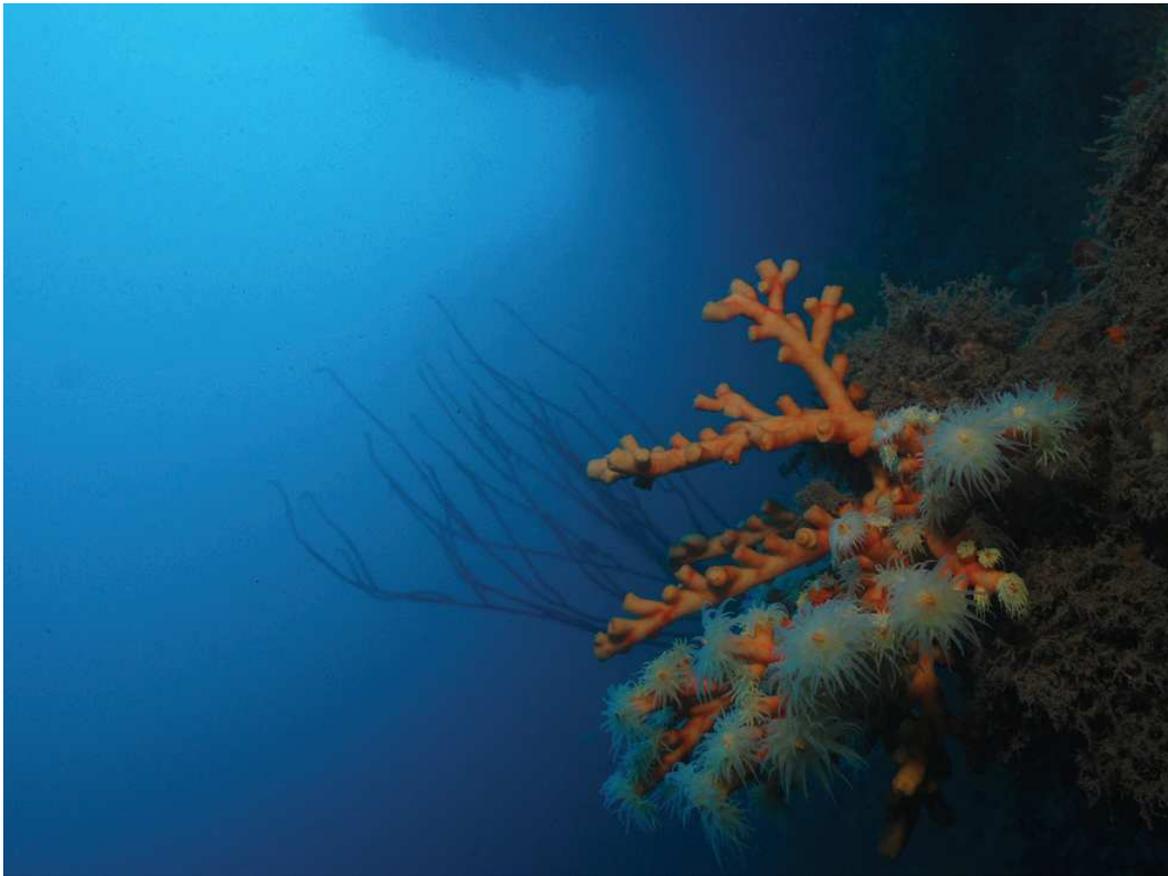


Figura 45. Colonia de *Dendrophyllia ramea* creciendo en un extraplomo a - 30 m. Nótese la presencia en el fondo de un gran ejemplar de *Ellisella paraplexauroides*.

3.1.4.1D. Transecto D: Este de la Isla del Rey

Las comunidades de la cara norte y este de la isla del Rey (Fig. 46) son semejantes a las de la cara norte de la isla Isabel II. Las especies principales que componen la comunidad de algas fotófilas de modo calmo son *Stypocaulon scoparium* y *Corallina elongata* (Fig. 47). En las zonas más umbrías como grietas y extraplomos aparecen colonias del coral naranja *A. calycularis* (Figs. 48-49). A unos 10 metros de profundidad comienza el dominio exuberante de la gorgonia *Eunicella singularis* (Fig. 50), que forma "bosques" que se extienden en profundidad hasta unos 20 m. En la parte inferior de esta comunidad aparecen otras especies de gorgonias: *P. clavata*, *Eunicella gazella* y *Eunicella verrucosa* (Fig. 51), y el zoantario *Savaglia savaglia* (Fig. 52). Al contrario que en la cara norte de Isabel II, la pared de roca no termina directamente en el sedimento, sino en una serie de bloques de piedra que se han desplomado de las paredes. Sobre estos bloques, que presentan una notable recubrimiento de sedimento fino, abundan ejemplares de *E. paraplexauroides* (Figs. 53-54).

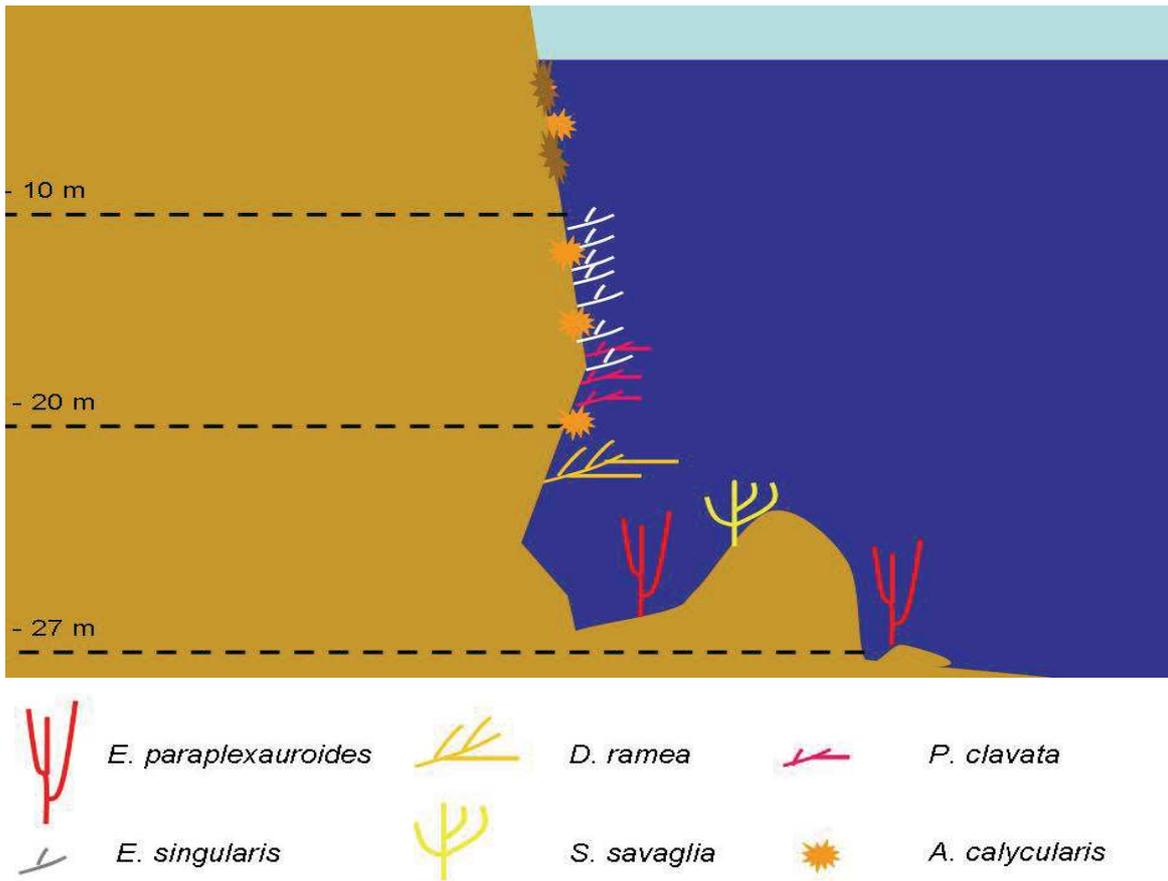


Figura 46. Perfil del transecto de la cara este de la isla del Rey (ver Fig. 18).

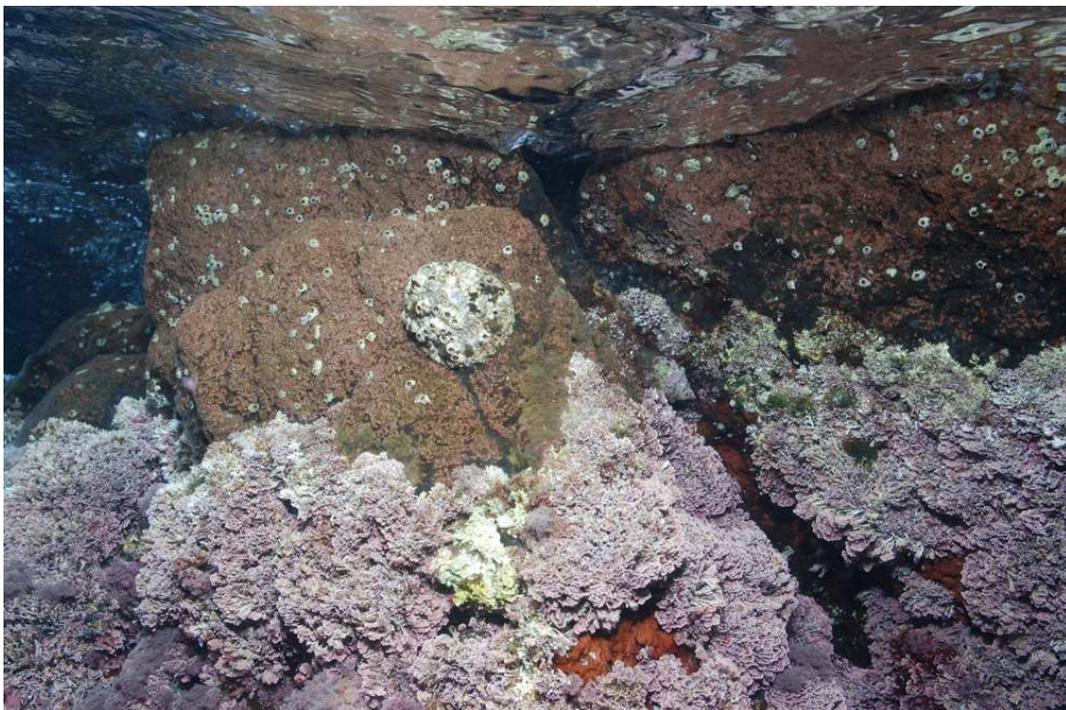


Figura 47. Roca mediolitoral (en este caso sumergida) donde se aprecia una lapa *Patella ferruginea*, numerosos pequeños cirrípedos del género *Chthamalus* y abundancia del alga roja *Corallina elongata*.



Figura 48. Comunidad de algas fotófilas de modo calmo a -2 m, con abundancia de las algas *Stypocaulon scoparium* y *Corallina elongata*. En las grietas destaca el color naranja del madreporario *Astroides calycularis*.



Figure 49. Vista general de la comunidad de algas fotófilas de modo calmo a -6 m.

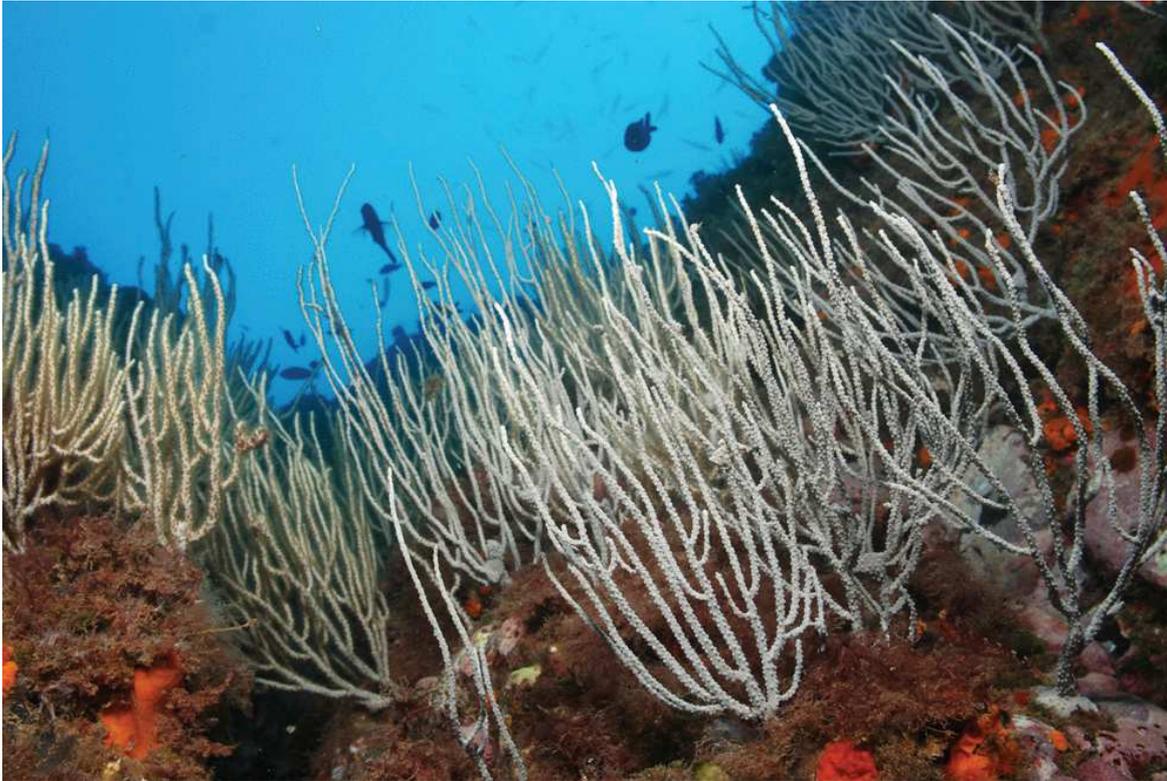


Figura 50. Comunidad de *Eunicella singularis* a – 10 m.



Figura 51. En la parte inferior de la comunidad de *E. singulares* aparecen otras gorgonias, como los ejemplares de *Paramuricea clavata* de la fotografía. Profundidad 18 m.



Figura 52. Colonia de *S. savaglia* creciendo a -19 m entre *Eunicella singularis* y *Paramuricea clavata*.



Figura 53. Ejemplar de *Ellisella paraplexauroides* a -21 m, creciendo sobre un sustrato rocoso donde también abunda la esponja incrustante rojo-anaranjada *Crambe crambe*.



Figura 54. Sobre los bloques de piedra desplomados a pie del acantilado submarino abundan los ejemplares de *Ellisella paraplexauroides*. Profundidad 27 m.

3.1.4.1E. Transecto E: El "Dique Chico", hacia el oeste de Isabel II



Figura 55. Perfil del transecto del Dique Chico (ver Fig.18).

La orografía y el tipo de sustrato en la cara sur de las islas se modifican drásticamente con respecto al típico fondo rocoso que predomina en el resto de la plataforma litoral del

archipiélago. La presencia de rocas visibles se limita, en el caso de este transecto, a los primeros 2 m de profundidad y acoge a una comunidad de algas fotófilas de modo calmo (Fig. 56). Por debajo de esa cota se extiende una densa pradera de *Posidonia oceanica* (Fig. 57), que alcanza hasta unos 15-20m, dependiendo de las zonas, con abundancia de *Pinna* spp.



Figura 56. Comunidad de algas fotófilas de modo calmo a - 1 m.



Figura 57. Ejemplar de *Pinna nobilis* entre *Posidonia oceanica* a - 2 m.

3.1.4.2. Comunidad de abrigos y grutas semioscuras

La comunidad esciáfila que aparece en extraplomos, abrigos, túneles, y cuevas semioscuras de las Islas Chafarinas es una comunidad que hasta la fecha ha sido poco estudiada, a pesar de que presenta gran interés desde el punto de vista de la fauna de invertebrados (Figs. 58-64). En estos hábitats, mucho más protegidos de la abundante sedimentación que el resto de los fondos rocosos de las Islas, se establecen una gran variedad de invertebrados sésiles, ocupando prácticamente el 100% del substrato rocoso disponible. En función de la profundidad dominan grupos de invertebrados diferentes. En enclaves semioscuros profundos dominan filtradores, generalmente esponjas, mientras que en enclaves más superficiales abundan los suspensivos tales como *Astroides calycularis* y *Leptosamia pruvoti*, diversos poliquetos serpúlidos y tunicados.



Figura 58. Una impresionante variedad de coloridas esponjas incrustantes compiten por el substrato libre de sedimento en las paredes de este pequeño abrigo situado en la isla del Rey, al sur de la ensenada conocida como "Tajo de la Sartén". Entre las esponjas identificadas en esta foto aparecen más de 11 especies diferentes: *Ircinia variabilis* (color vino tinto), *Diplastrella bistellata* (naranja brillante), *Phorbas tenacior* (azul), *Dictyonella cf. marsilli* (naranja-amarillento), *Hymedesmia* sp. (naranja óxido), *Eurypon* sp.1 (amarillo), *Eurypon* sp. 2 (rojo sangre), *Disydea avara* (azul rosáceo), *Prosuberites longispinus* (amarillo verdoso), *Oscarella lobularis* (azul violáceo) y *Axinella damicornis* (esponja erecta, amarilla).



Figura 59. Las esponjas constituyen uno de los principales pobladores de las zonas umbrías. (Abrigo situado en la isla del Rey, al sur de La Sartén.)

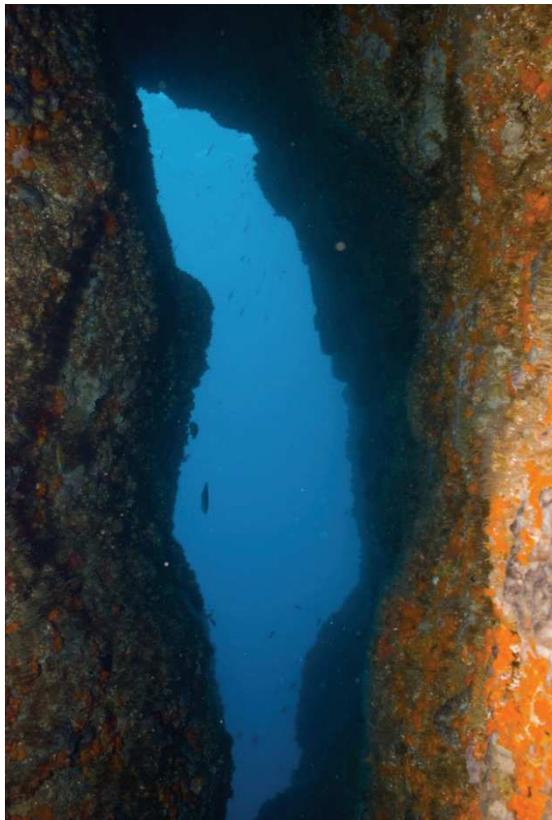


Figura 60. Túnel sumergido, cuyas paredes aparecen casi enteramente cubiertas de *Astroides calycularis*. Cara norte de la ensenada de El Rey conocida como "Tajo del Pirata". Profundidad 5 m.



Figura 61. Pared sur de la entrada de la Cueva del Lobo, mostrando una combinación de *Astroides calycularis* y numerosas esponjas, junto con algas pardas y rojas.



Figura 62. Masas de *Astroides calycularis*, que junto a una especie de tunicado didémnido (color blanco) y varias especies de esponjas incrustantes (*Phorbis tenacior*, *Oscarella lobularis*, *Crambe crambe*, *Pleraplysilla spinifera*), cubren una gran parte de las paredes semioscuras de la Cueva del Lobo.



Figura 63. Entrada de un pequeño abrigo en la cara norte de la isla de Isabel II a -10 m. Las esponjas y las algas calcáreas son los organismos dominantes.



Figura 64. Diferentes especies de esponjas rojo-anaranjadas (*Crambe crambe*, *Diplastrella bistellata* y *Eurypon* sp) cubren la pared de una cavidad en la cara norte de la Isla de Isabel II, a -10 m.

3.1.4.3. Comunidad infralapidícola

La comunidad infralapidícola del infralitoral de Islas Chafarinas es otra de las comunidades que menos atención ha recibido hasta la fecha, existiendo un casi nulo conocimiento de la fauna que la caracteriza, que parece ser rica en poliquetos, briozoos y poríferos (Fig. 65-66).



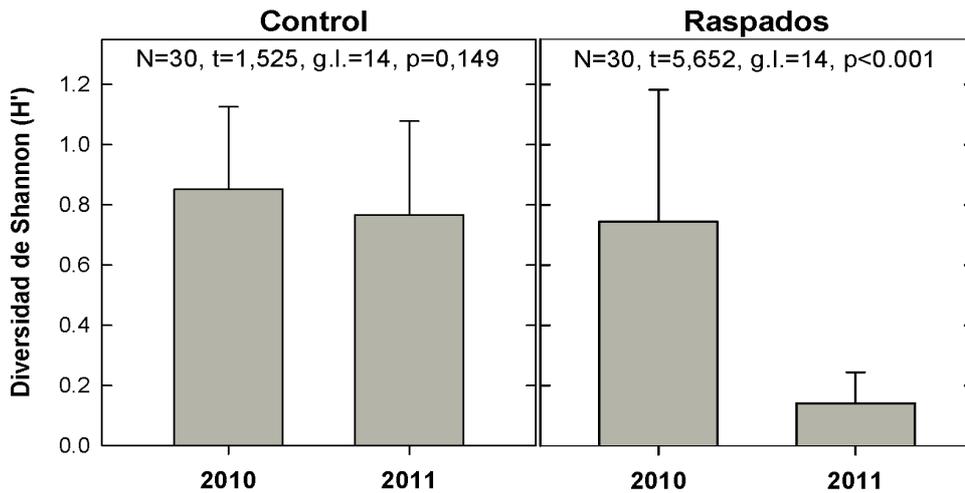
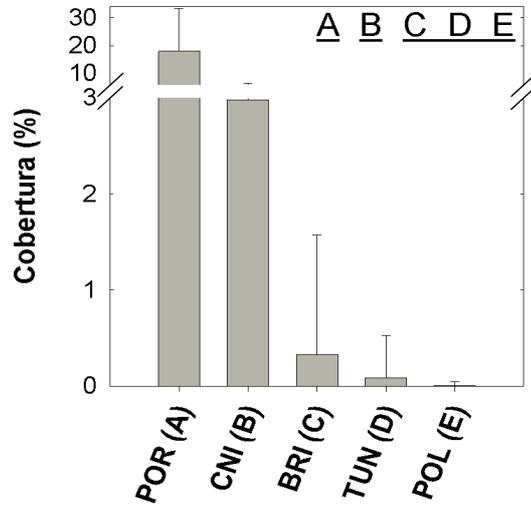
Figura 65. Poliquetos, como este gusano de fuego, frecuentan los ambientes infralapidícolas.



Figura 66. Las esponjas, en este caso un ejemplar dañado de *Haliclona (Chalinula) renieroides*, son otro de los grupos que crecen frecuentemente sobre la cara inferior de piedras. Nótese también la presencia de abundantes poliquetos serpulidos de tipo spirórbido.

4.1.5. Tasas de cambio y resiliencia en las comunidades de paredes

Según los muestreos realizados en los 30 cuadrados de 20 x 20 cm en 2010, los invertebrados sésiles claves considerados en este estudio ocupan, en promedio, el 21.3 ± 14.5 % del sustrato rocoso de las paredes del piso infralitoral (para una lista detallada de taxones y su porcentaje de cobertura consultar la [Tabla suplementaria S1](#)). Por grupo de organismo, los más importantes en ocupación de sustrato son las esponjas (Poríferos) con un 17.9% del área (Fig. 67), seguidos por cnidarios con un 2.9% y, luego, por briozoos, tunicados y poliquetos sésiles, que representan cada uno valores menores del 1%. El ANOVA no paramétrico de Kruskal-Wallis y los tests no paramétricos SNK corroboraron que la cobertura promedio debida a esponjas es significativamente mayor que la de los restantes grupos, seguida de la cobertura por cnidarios, que es significativamente menor que la de esponjas y mayor que la de briozoos, tunicados y poliquetos, que no son significativamente diferentes entre sí.

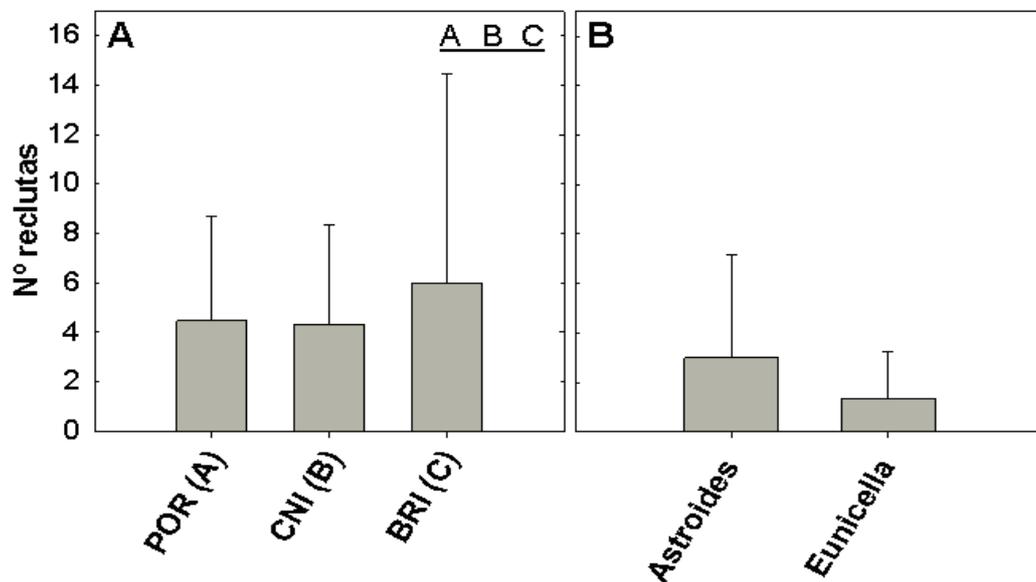
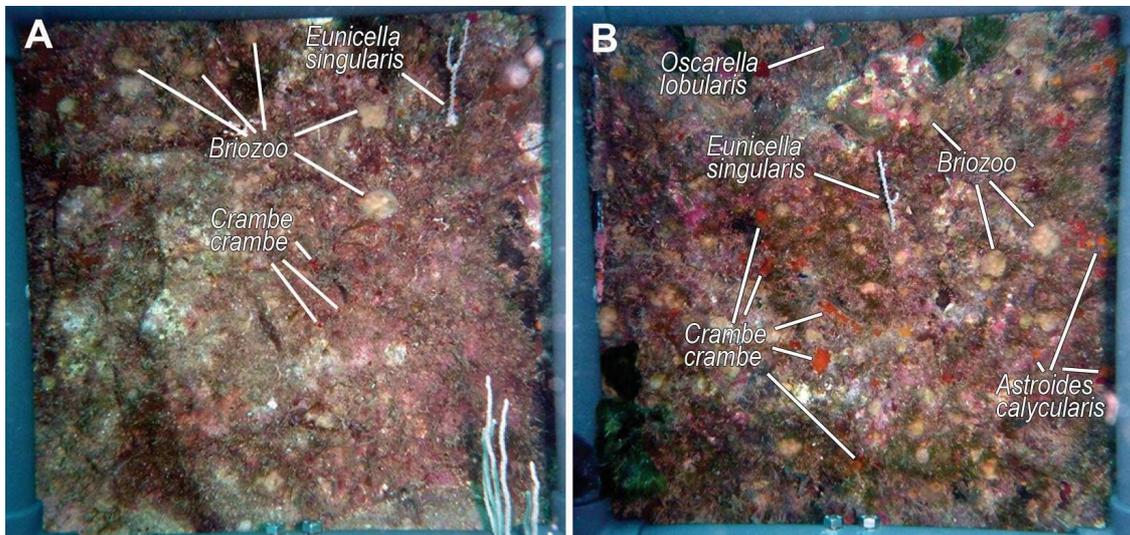


Los datos de diversidad de Shannon (H') por cuadrado de muestreo indican que estos invertebrados sésiles aportan un promedio de diversidad del orden de 0.75-0.85 puntos (Fig. 68; ver "cuadrados control") y que sus abundancias experimentan en las comunidades una tasa de cambio natural promedio anual (reflejada en la Fig. 68 por el cambio en diversidad de los cuadrados control entre 2010 y 2011) muy baja, insuficiente como para que los análisis detecten diferencias estadísticas significativas. No obstante, se han encontrado situaciones particulares en algunos cuadrados, que muestran cambios faunísticos importantes (Fig. 69), típicamente desencadenados por la acción depredadora sobre los organismos sésiles por parte de erizos, estrellas de mar, moluscos, peces y otros organismos vágiles, así como por el efecto de mortalidades de tipo epidémico o por la acción abrasiva del oleaje asociado a grandes tormentas. Dichos procesos de mortalidad contribuyen a hacer accesible para nuevos organismos parte del sustrato que estaba previamente ocupado por otros. Puesto que estas comunidades están típicamente caracterizadas por invertebrados sésiles no estacionales y relativamente longevos, los procesos de mortalidad por depredación u otro tipo de perturbación moderada no antrópica pueden contribuir a incrementar la diversidad de organismos sésiles por unidad de área.



Los resultados del experimento de raspado y posterior regeneración de la fauna de invertebrados sésiles indican que de los valores de cobertura y biodiversidad naturales, que previamente al raspado se situaban en torno al $21.3 \pm 14.5\%$ del sustrato rocoso y a 0.75 puntos de diversidad H', tras un año de recuperación alcanzaron coberturas promedio de $2.4 \pm 2.1\%$, es decir un orden de magnitud menor, y valores de diversidad de tres a cuatro veces más bajos que los precedentes (Fig. 68; cuadrados "raspados"). Por grupos, la cobertura de regeneración más importante se debió fundamentalmente a una única especie de briozoo incrustante de color gris, que se comportó como un colonizador pionero relativamente

importante de la roca raspada, cubriendo el $1.2 \pm 1.5\%$ (Fig. 70), seguido en importancia por las esponjas ($0.9 \pm 1.3\%$) y los cnidarios ($0.2 \pm 0.2\%$). La cobertura de regeneración por esponjas se debió fundamentalmente al reclutamiento de juveniles de la especie *Crambe crambe*, mientras que la de cnidarios se debió mayoritariamente al reclutamiento de juveniles de *Astroides calycularis* y de *Eunicella singularis* (Fig. 70).



Como las gorgonias crecen rápidamente en altura, un análisis de su reclutamiento en base a cobertura podría resultar sesgado frente al de grupos con crecimientos fundamentalmente en superficie, tales como esponjas y briozoos incrustantes. Por ello, los datos de reclutamiento se analizaron también en base al número de organismos/colonias asentados tras un año (Fig. 71). Los resultados muestran el mismo patrón que el reclutamiento por cobertura. Los reclutas de briozoo aparecieron en un promedio de 6 por cuadrado y las esponjas y los cnidarios con un promedio de alrededor de 4 cada uno (Fig. 71A). No obstante, estas aparentes diferencias en el número promedio es sólo orientativa, ya que el ANOVA Kruskal-Wallis no detecta diferencias estadísticamente significativas en el número de reclutas entre grupos. Entre los cnidarios, *Astroides calycularis* estuvo representado por un promedio de 3 reclutas, mientras que *Eunicella singularis* por sólo dos reclutas (Fig. 71B).

Desde los datos de reclutamiento y regeneración obtenidos, se podría inferir (de modo preliminar) que para recuperar en su totalidad los valores iniciales de cobertura (aprox. 21%) y diversidad (aprox. 0.75) en invertebrados sésiles dentro de las pequeñas áreas raspadas experimentalmente se necesitarían periodos de tiempo de entre 3 y 10 años. Estas estimas son sólo tentativas, porque la rapidez del proceso puede estar notablemente afectada por factores que no se han considerado en nuestro estudio experimental, tales como la época del año en que la superficie rocosa queda accesible y la abundancia y el éxito reproductivo de las especies particulares que crecen en las zonas adyacentes. En realidad, el hecho de que tan sólo un año después del raspado, se hayan instalado un número no desdeñable de los organismos longevos que dominan en la comunidad natural, tales como la gorgonia *Eunicella singularis*, el madreporario *Astroides calycularis* y la esponja *Crambe crambe*, sugiere que las comunidades de paredes rocosas de las islas Chafarinas tienen una interesante capacidad de resiliencia, al menos para casos en que las zonas dañadas sean de poca extensión y la composición faunística de la comunidad en los alrededores de la zona afectada se mantengan "saludable". Por otra parte, esta relativa capacidad de recuperación antes los raspados experimentales no debería resultar demasiado sorprendente, si se considera que el tipo de daño simulado mediante los raspados experimentales y la extensión espacial de tales daños son equivalentes a los que causan los erizos de mar que habitualmente deambulan y se alimentan en estas comunidades (ver Fig. 41). Por tanto, es esperable que los organismos sésiles dominantes se hayan adaptado, mediante un proceso de coevolución, a compensar con relativa facilidad el efecto de las "abrasiones" parciales que sufren sus poblaciones. Es también destacable que no se observó reclutamiento significativo de grupos como poliquetos serpúlidos, crustáceos balánidos y tunicados, que generalmente se describen como invertebrados pioneros (fouling) y que rápidamente colonizan superficies experimentales sumergidas en puertos y otros ambientes con influencia antrópica.

3.2. Abundancia y distribución de tallas: el caso de la gorgonia gigante *Ellisella paraplexauroides*

3.2.1. Densidad de gorgonias

En los 760 cuadrados de muestreo se contaron un total de 613 gorgonias (Tabla 2), con una densidad promedio de 0.81 ± 1.29 colonias por metro cuadrado. No obstante, un elevado porcentaje (27.41%) de estas gorgonias examinadas estaban muertas, quedando reducidas al pedúnculo basal, o presentando la mayor parte de sus ramas sin pólipos y cubiertas por epibiontes (Fig. 72). Por tanto, la densidad promedio de gorgonias vivas (N= 445) en el infralitoral superior (hasta 32 metros de profundidad) es de 0.58 ± 0.97 colonias por metro cuadrado. La densidad de gorgonias muertas resulta tan elevada como 0.22 ± 0.63 colonias m^2 . Por tanto, los estadísticos que se presentan a continuación sobre densidad de colonias y distribución de tamaño se basan exclusivamente en medidas inferidas para gorgonias vivas.

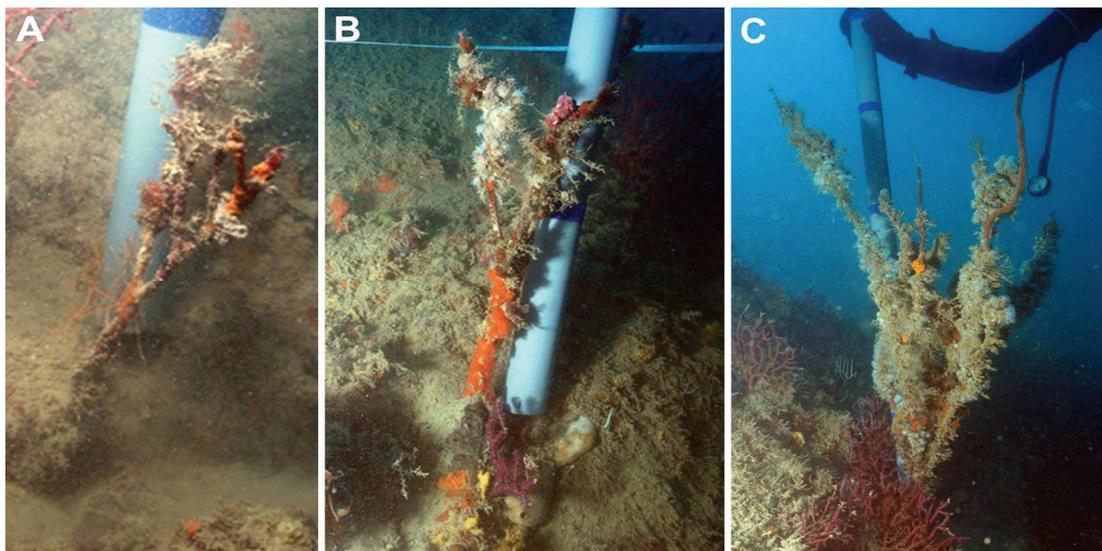
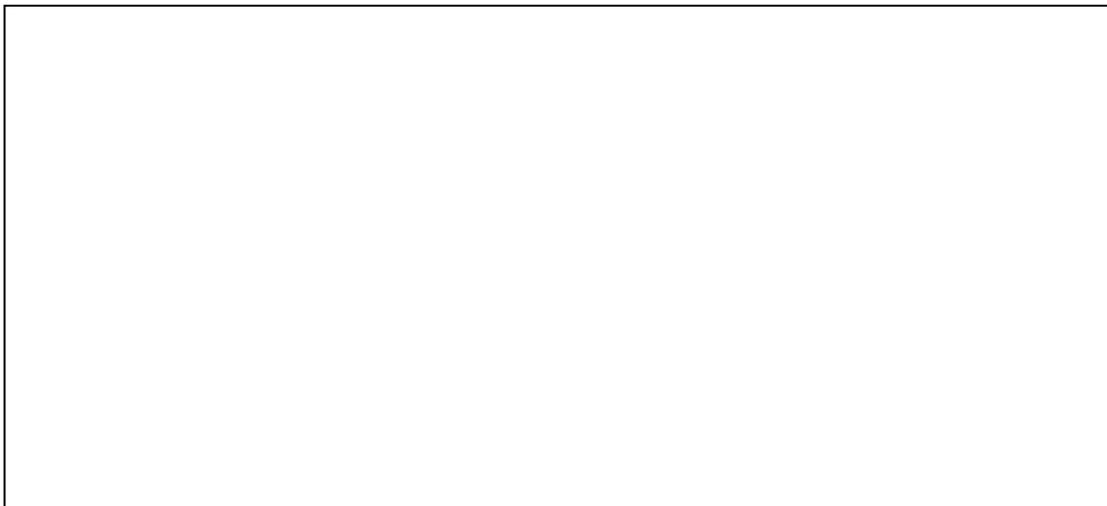
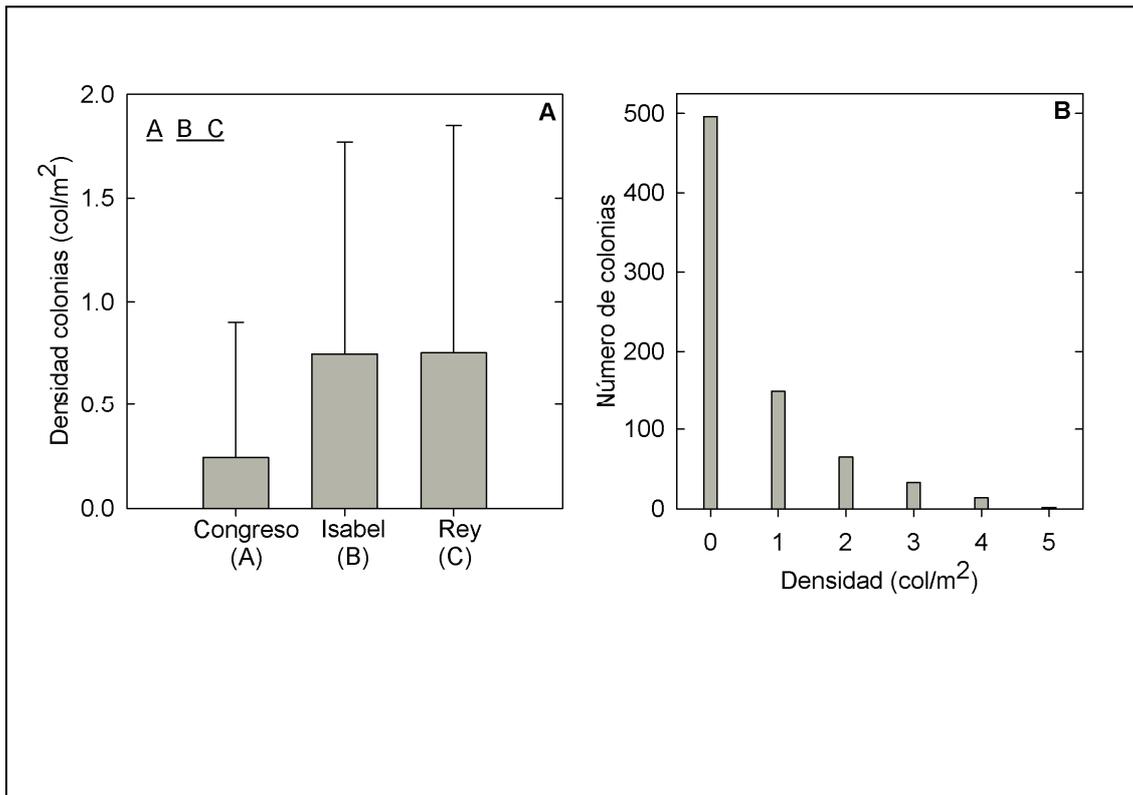


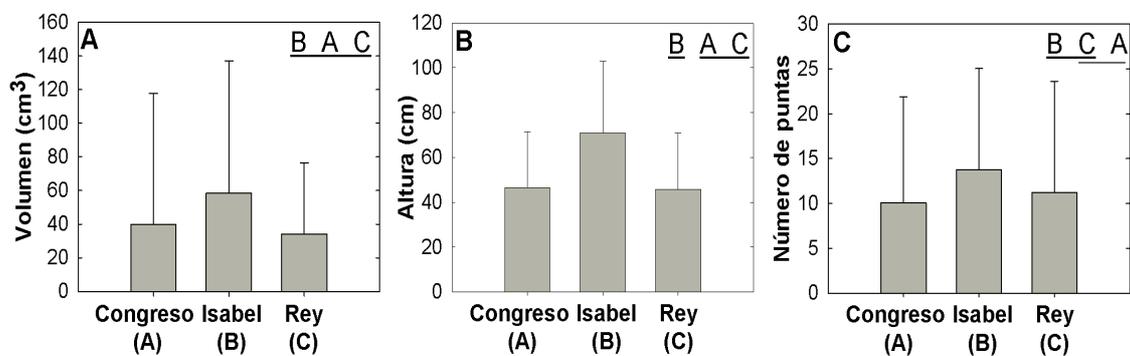
Tabla 2), siendo el promedio en la plataforma de la Isla de Congreso (0.24 ± 0.65) unas tres veces menor que las densidades que se encuentran en Isabel II (0.75 ± 1.02) y El Rey (0.75 ± 1.09), que no resultan significativamente diferentes entre sí (Fig. 73A). La distribución del número de colonias por cuadrado de muestreo ($1 \times 1\text{m}$) sigue un patrón exponencial ($N= 760$, $r^2= 0.899$, $p<0.001$), es decir, la mayor parte de los cuadrados aparecen vacíos ($N= 496$), en algunos ($N= 150$) aparece una única gorgonia, y en una minoría de cuadrados ($N=114$) aparecen de 2 a 5 gorgonias (Fig. 73B).



Cuando se investigó mediante análisis de correlación y regresión si la densidad de gorgonias por m^2 de sustrato, analizada para cada isla en particular como para el conjunto del archipiélago, estaba influenciada por el factor profundidad, en todos los casos se encontró que no existe una relación significativa entre la densidad de gorgonias y la profundidad, al menos dentro del rango batimétrico muestreado (0-32 m).

3.2.2. Volumen, altura y número de ramas de las gorgonias

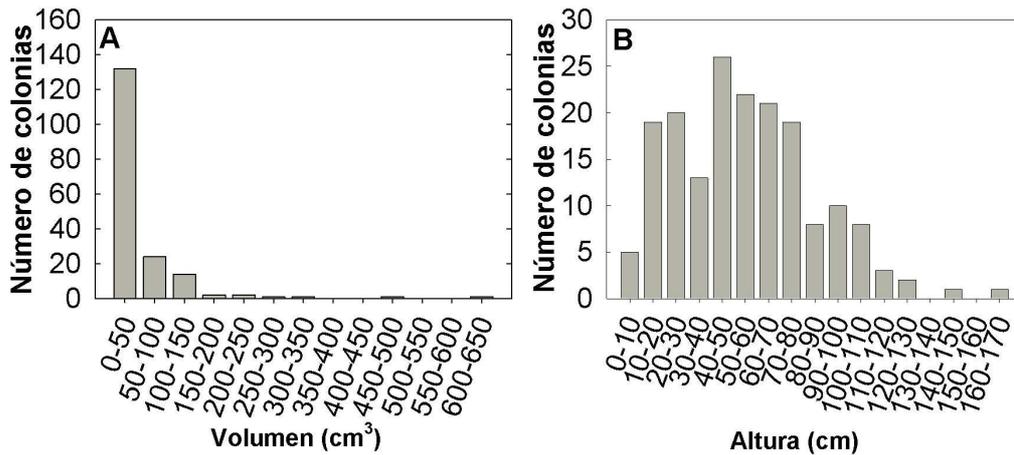
Los datos de biomasa, altura máxima y número de ramas que se presentan en este informe son tendencias poblacionales preliminares, que se ajustarán en un futuro análisis. Esta situación se debe a que los datos que presentamos actualmente se basan sólo en un total de 178 colonias de gorgonias, un número menor que el total investigado en el conjunto de las campañas de 2010 y 2011. La gran mayoría de los datos recolectados durante la campaña de septiembre de 2011 están aún en fase de elaboración y análisis, dado el complejo proceso de



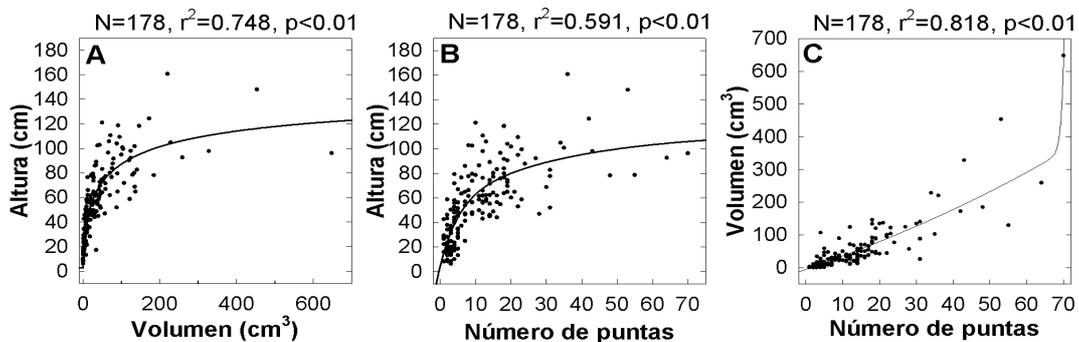
(Tabla 3). La ANOVA de Kruskal-Wallis seguida de los test a posteriori de Dunn indica que no existen diferencias en la biomasa promedio (volumen) que las colonias presentan en las diferentes islas (Fig. 74A). También indican que las colonias de los fondos de Isabel II son más altas en promedio (71 cm) que las de Congreso y El Rey que promedian entorno a 45.5 cm (Fig. 74B; Tabla 3). El análisis estadístico también indica que las colonias del Isabel II tienen un mayor número de puntas terminales que las de Congreso, que son las menos ramificadas; las gorgonias de El Rey presentan un número de puntas intermedio entre ambos extremos, cuya significación estadística varía en función de lo más o menos conservador que sea el test estadístico (Fig. 74C; Tabla 3).

El tamaño máximo (en términos de volumen) medido en la población de gorgonias fue de 647 cm³. No obstante, estas tallas máximas son infrecuentes entre la población infralitoral, en donde la distribución de tamaños (Fig. 75A) se ajusta a una función exponencial decreciente (N= 178, r²= 0.994, p<0.001), es decir, la mayoría de las gorgonias (N= 132) son relativamente

Fig. 75B).



Las relaciones entre el volumen, altura y número de puntas nos proporcionan información interesante sobre el patrón de crecimiento de las gorgonias (Fig. 76). El volumen se relaciona con la altura mediante una función exponencial que tiende a una asíntota en el valor de altura 120 cm (Fig. 76A). Este patrón sugiere que las gorgonias crecen inicialmente más rápido en altura que en volumen y que cuando alcanzan la cota de 80-100 cm, el crecimiento en altura se ralentiza, incrementándose en volumen, debido a la producción de un mayor número de ramas y/o ramas más gruesas. En realidad, la Figura 76B nos confirma dicha tendencia, ya que a partir de los 80-100 cm de altura, las gorgonias aumentan considerablemente el número de ramas terminales. Del mismo modo, la Figura 76C indica que el incremento de volumen se dispara exponencialmente con el aumento del número de ramas.

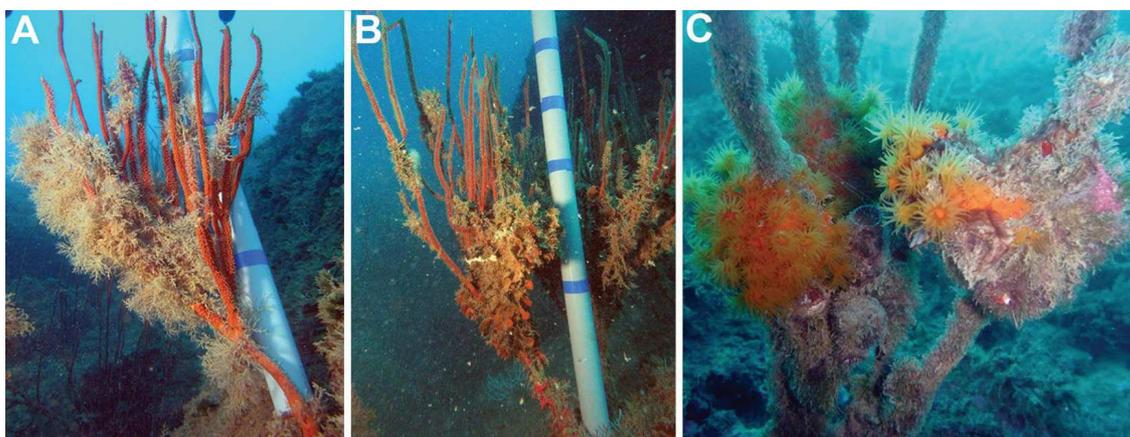


El análisis estadístico también revela que ninguno de los parámetros morfométricos (volumen, altura, número de ramas terminales) presenta una correlación significativa con la profundidad, al menos en el rango de profundidades investigado (0 - 32 m).

Dado que el número de gorgonias analizadas hasta la fecha para la isla de El Rey (zona C) es significativamente menor que el número analizado para las otras dos zonas, los valores promedio, desviaciones y otros estadísticos aquí presentados para esta isla podrían diferir ligeramente de los valores obtenidos cuando se haya procesado la totalidad del material.

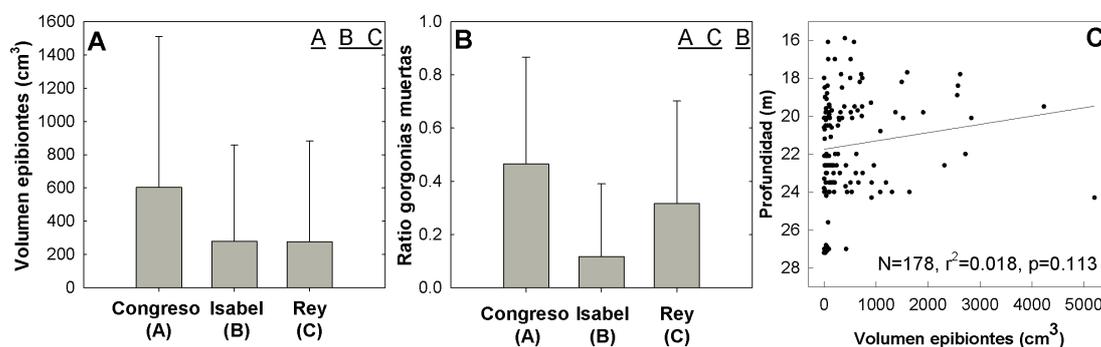
3.2.3. Carga de epibiontes y estado de conservación de las gorgonias

Como ya se ha mencionado en el "Material y Métodos", la carga de epibiontes es un claro indicador del "estado de salud" de la colonia *E. paraplexauroides*. Aproximadamente, el 77.56% de las gorgonias investigadas se caracterizaron por presentar su superficie cubierta en mayor o menor grado por organismos epibiontes (Fig. 77), un síntoma de que la población tiene problemas, tal y como indican los resultados que se exponen a continuación. En un 27.41% de las gorgonias investigadas, el porcentaje de recubrimiento por epibiosis era prácticamente mayor del 80% de la superficie, de modo que las colonias estaban bien muertas, bien a punto de perecer por carecer de superficie suficiente para que sus pólipos desarrollen una actividad normal (Figs. 72, 77). Existen fundadas sospechas (ver la sección de "5. Problemática medioambiental de las comunidades infralitorales") que el elevado porcentaje de epibiosis detectado en las colonias de *Ellisella paraplexauroides* de las islas Chafarinas es la consecuencia de perturbaciones antrópicas. Más concretamente, es el resultado de las erosiones producidas en las ramas de las colonias por el uso continuado sobre estos fondos rocosos de redes de arrastre, trasmallos, y sedales de pesca operados desde tierra o embarcaciones. Esta hipótesis encaja bien con los resultados del análisis de la carga de epibiontes en función de las islas, así como del análisis de la distribución de las gorgonias muertas.



Cuando se analizó la carga de epibiontes promedio sobre las gorgonias en función de las islas, el ANOVA de Kruskal-Wallis y los subsiguientes tests de Dunn (Fig. 78A) confirmaron

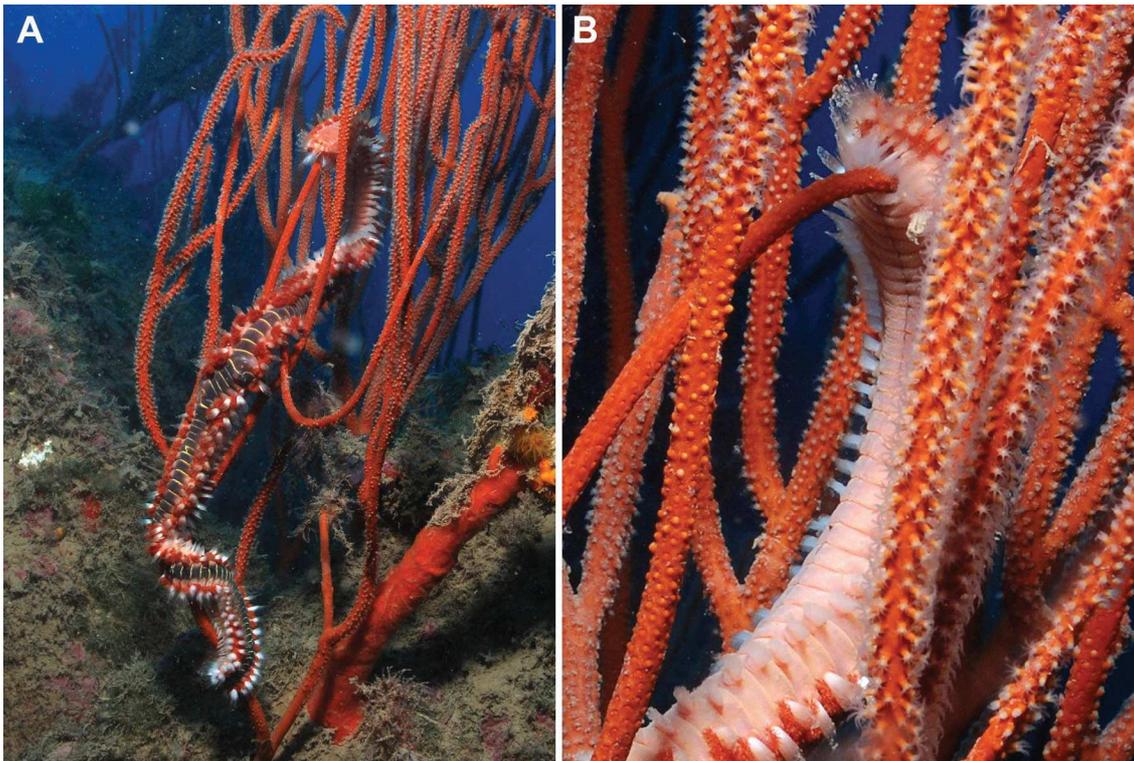
que el volumen de epibiontes en las colonias de la isla de Congreso (zona A) es significativamente superior (casi tres veces mayor) que la carga de epibiontes promedio que caracteriza las gorgonias de las Islas de Isabel II y El Rey, que no presentan valores significativamente diferentes entre sí. No obstante, el número de réplicas actualmente disponibles para la isla de El Rey es significativamente menor (N=83) que los que se tienen para Congreso (N=274) e Isabel II (N= 222), con lo que la resolución sobre "el estado de salud" de las gorgonias de El Rey es mejorable. Por el contrario, se han analizado en su totalidad los datos de proporción de gorgonias muertas frente al total de gorgonias contadas en cada cuadrado de muestreo (vivas + muertas) en función de cada isla aplicando el ANOVA no paramétrico de Kruskal-Wallis y los test a posteriori de Dunn (Fig. 78B). Los resultados del análisis nos indican que el ratio promedio de gorgonias muertas es significativamente menor en Isabel II (0.1) que las islas de Congreso y El Rey que cuentan con valores de mortalidad mayores que en Isabel, pero no significativamente diferente entre sí desde el punto de vista estadístico (Fig. 78B). En Congreso, el ratio promedio es 0.45, es decir, durante una inmersión el buceador se encuentra prácticamente una gorgonia muerta por cada colonia viva. El ratio es similarmente elevado (0.3) en los fondos de El Rey, donde un buceador se encuentra prácticamente una gorgonia muerta por cada dos vivas. La diferencia es notable con la situación en Isabel II (ratio= 0.1), donde un buceador encontraría tan sólo una gorgonia muerta por cada nueve colonias vivas.



El mal estado de salud (enormes cargas de epibiontes y elevado número de colonias muertas) de los campos de gorgonias de la especie *E. paraplexauroides* en la plataforma de las islas de Congreso y El Rey, no responde a un proceso de mortalidad natural, sino más bien al efecto de los continuos calados de trasmallos, arrastres y curricanes que durante día y noche se calan en estas dos islas, particularmente en las zonas estudiadas por nosotros, que quedan ocultas a la vigilancia directa de las torres de vigía y cámaras que el ejército español emplea de

modo rutinario y que están instaladas solamente en la isla de Isabel. Las gorgonias de las zonas de Isabel II, donde la actitud vigilante del ejército previene la acción ilegal de los arrastreros y el calado frecuente de trasmallos, presentan un escaso número de colonias muertas, además, las colonias vivas muestran ramas "saludables" y típicamente desprovistas de epibiontes (Ver video añadido como material suplementario).

La enorme mortalidad de *Ellisella paraplexauroides* detectada en las zonas de Congreso y El Rey (frente a la buena conservación de las de Isabel II) no puede atribuirse a causas naturales. Hasta la fecha, el único predador relevante conocido de estas gorgonias es el gusano de fuego gigante *Hermodice carunculata*, otro emblemático invertebrado de las Islas Chafarinas. Este poliqueto, que es una especie con baja abundancia en el archipiélago, ha sido observado ocasionalmente alimentándose de los pólipos de *Ellisella paraplexauroides* (Fig. 79 A). La acción predatora del poliqueto afecta a las puntas de las ramas (Fig. 79 B), que quedan temporalmente desprovistas de pólipos y tejido vivo, dejando el eje de la rama al descubierto. No obstante, estas pequeñas erosiones terminales no tienen mayores consecuencias para la gorgonia, ya que las puntas de las ramas son las zonas habituales de crecimiento y el tejido y los pólipos son regenerados con relativa rapidez.



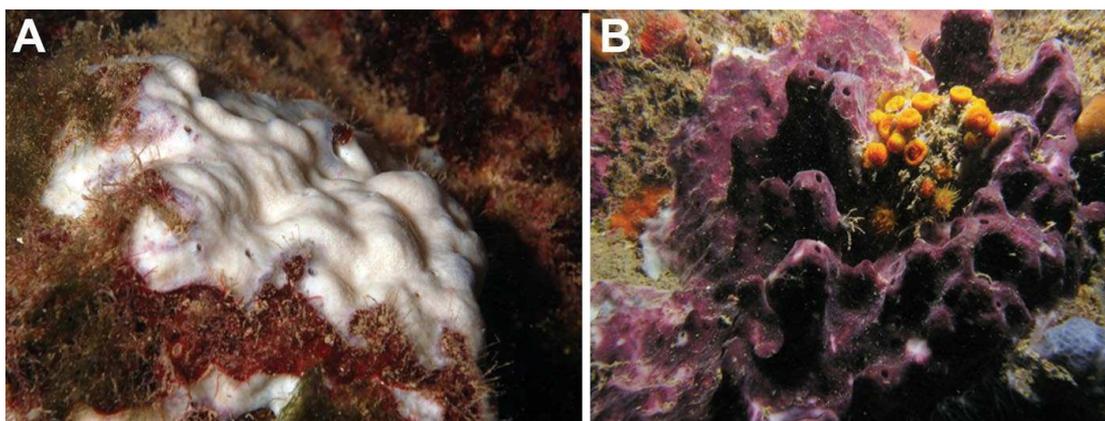
Por otra parte, se podría pensar que el hecho de que la población de *E. paraplexauroides* de Islas Chafarinas esté establecida en cotas relativamente someras para la

especie podría, al menos en parte, ser la causa del mal estado de salud observado en numerosas gorgonias. Nuestros datos claramente rechazan tal hipótesis, ya que no existe ninguna relación lineal (ni tampoco no lineal) entre la carga de epibiontes de una gorgonia y la profundidad a que ésta crece (Fig. 78C). Es decir, algunas gorgonias que crecían a 30 m tenían cargas de epibiontes muy similares a otras que crecían a tan solo 15 m y, por el contrario, había gorgonias a ambas profundidades prácticamente libres de epibiontes. Por tanto, la única explicación plausible que explica adecuadamente las elevadas cargas de epibiosis y mortalidad que presentan las gorgonias de algunas zonas del archipiélago es el impacto de la actividad pesquera incontrolada en la zona (ver el apartado de "Problemática Medio Ambiental de Islas Chafarinas" para una documentación más detallada de estas actividades).

En un último intento por evaluar numéricamente el dramático impacto que las actividades pesqueras dentro de la zona LIC están causando sobre la emblemática gorgonia *Ellisella paraplexauroides*, se realizó una nueva serie de transectos al azar en la zona oeste de la Isla de Congreso, que es la zona más frecuente de calado de trasmallos. En los transectos se contabilizaron un total de 567 colonias de gorgonias, de las cuales sólo 85 (15%) estaban completamente sanas y libres de epibiontes. La mayor parte de las gorgonias contabilizadas (285 colonias; 50.2%) eran restos de colonias muertas (ver video suplementario), es decir, de nuevo se confirma que por cada gorgonia viva en esta zona hay otra que ha muerto. El restante 35% de las colonias fueron gorgonias con diferentes cargas de epibiontes, la mayoría con más del 50% de la superficie epibiotada y, en numerosos casos, restos de cuerdas e hilos de pesca enganchados en su ramas.

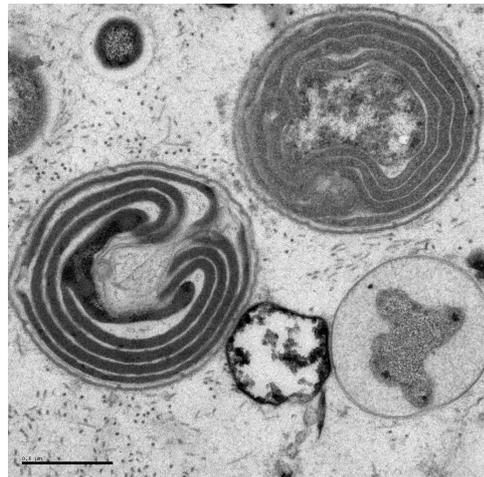
3.3. Nuevas especies de invertebrados para la ciencia

La inspección faunística que se ha llevado a cabo ha puesto de manifiesto la existencia de al menos una nueva especie de esponja en el archipiélago. Los individuos pueden llegar a ser de considerable tamaño, formando placas gruesas, de 1 a 2 cm de espesor y que pueden alcanzar una extensión de hasta unos 50 cm de diámetro (Fig. 80). La especie está presente en los fondos rocosos del archipiélago con baja abundancia, presentando ejemplares dispersos en 3 localizaciones: 1) las repisas más umbrías de la cara norte del Banco de Congreso o "Laja", entre 15 y 30 m de profundidad; 2) las zonas más oscuras de la Cueva del Lobo, a tan sólo 1-2 m bajo el nivel del mar; 3) las cavidades sombrías que existen entre los bloques de hormigón que forman la cara externa de la escollera del muelle de Titán, entre 4 y 8 m de profundidad. Esta especie tiene la peculiaridad de presentar enorme predilección por los enclaves sombríos, donde nunca queda expuesta directamente a los rayos solares. Aquellos ejemplares que crecen en enclaves más oscuros son completamente blancos (Fig. 80A), mientras que aquellos que crecen en zonas más iluminadas (aunque nunca expuestos directamente a los rayos del sol) se tornan de color vino tinto (Fig. 80B).



Nuestro estudio de los rasgos fenotípicos (aspecto externo, sistema esquelético, citología, etc) inicialmente sugería que el material recolectado en Chafarinas era una demosponja perteneciente al género *Thymosia*, dentro del orden Verongida. Los posteriores análisis moleculares han confirmado que el material realmente pertenece al género *Thymosia*. El descubrimiento de esta nueva especie del género *Thymosia* es taxonómicamente importante, ya que *Thymosia*, hasta la fecha, era un género monotípico, es decir compuesto por sólo la especie *Thymosia guernei*, de distribución conocida en el océano Atlántico Occidental, entre Cabo Verde e Inglaterra. Además el género es ciertamente singular, porque alberga a esponjas que carecen de espículas silíceas, pero presentan un entramado irregular de fibras de esponjina. Tales fibras de esponjina son bastante diferentes de las que existen en el resto de las esponjas conocidas, siendo tan cortas y nodulosas, que algunos autores no

las habían considerado como fibras verdaderas. Por tanto, el nuevo material contribuirá a un mejor conocimiento de las características de este peculiar género de esponjas, así como a un mejor conocimiento de la evolución de los esqueletos de esponjina. Los estudios esqueléticos, citológicos y moleculares han confirmado también que el material recolectado en Chafarinas, aun siendo muy similar al material tradicionalmente asignado a la especie *Thymosia guernei*, presenta peculiaridades propias y que, por tanto, se trata de una nueva especie del género *Thymosia*. El análisis de los marcadores moleculares también ha confirmado que los ejemplares blancos no son filogenéticamente diferentes de los de color "vino tinto", permitiéndonos concluir que las diferencias de color se deben a factores ambientales. En realidad, nuestro estudio de microscopía electrónica ha demostrado que esta diferencia de color se debe a que una mínima presencia de luz hace que el tejido subepitelial (mesohilo periférico) del cuerpo de la esponja sea rápidamente colonizado por gran densidad de cianobacterias (Fig. 81). Estas cianobacterias, que parecen ser incorporadas por la esponja desde las poblaciones planctónicas que viven en forma libre en el agua de mar, pueden vivir facultativamente como microbios fotoautotróficos simbiotes en el mesohilo periférico, dando una coloración rojo-granate a la superficie del cuerpo de la esponja.

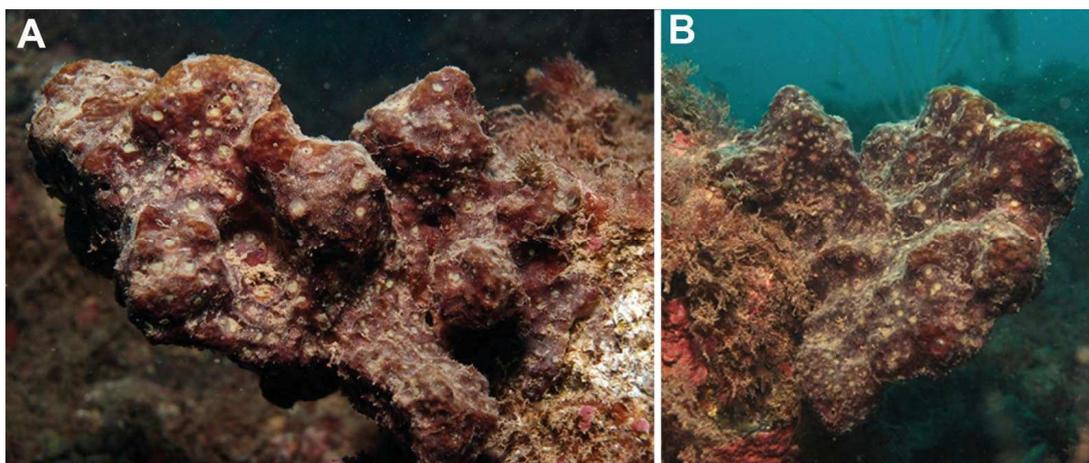


Por el momento, esta nueva especie debe considerarse como un endemismo no sólo de Islas Chafarinas, sino también del Mar Mediterráneo, porque hasta la fecha el género *Thymosia* no contaba con ningún representante en el Mediterráneo.

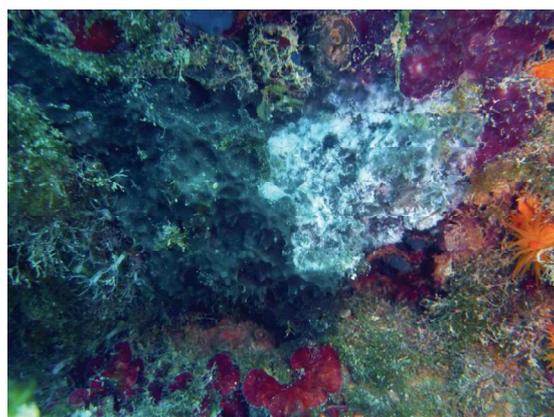
3.4. Mortalidad epidémica en las poblaciones de esponjas

Los seguimientos realizados en octubre de 2010 y septiembre de 2011 indican que el incipiente brote de enfermedad detectado por nuestro equipo en 2009 (Fig. 82) en las poblaciones de *Ircinia fasciculata* e *Ircinia variabilis* de las Islas Chafarinas no ha progresado. De un total de aproximadamente 500 individuos examinados para el conjunto de las dos especies y en las diversas comunidades marinas de las Islas, tan sólo 2 individuos mostraron síntomas de la enfermedad en 2010 y ninguno en 2011. Estos resultados indican una incidencia poblacional de la enfermedad de tan sólo un 0,6% durante 2010 y prácticamente ningún brote detectable durante septiembre 2011, a pesar de ser el periodo septiembre-octubre la época del año más propensa para la aparición de la enfermedad (Maldonado et al., 2010). De los dos individuos

infectados en 2010, uno de ellos sobrevivió a la enfermedad en 2011, aunque habiendo perdido una importante parte de su biomasa.



El seguimiento de posibles infecciones también permitió detectar individuos de la esponja *Sarcotragus spinulosus* afectados por una enfermedad que cursaba con una sintomatología diferente a la de las esponjas del género *Ircinia*. Las especies del género *Sarcotragus* están filogenéticamente muy próximas a *I. fasciculata* e *I. variabilis*, perteneciendo ambos géneros a la familia Ircinidae. De los numerosos individuos examinados (número exacto no contabilizado) en el archipiélago, se encontraron dos afectados durante 2010, y tan sólo uno durante 2011 (Fig. 83). Los síntomas de esta enfermedad consisten en el pudrimiento generalizado del tejido interno de la esponja, que se hace evidente al exterior con la formación de un velo blanco de bacterias y cianobacterias que cubre la superficie de la esponja. Estos síntomas se han observado también en diferentes poblaciones Mediterráneas de *Sarcotragus* (costas de Granada, Adriático, etc), pero siempre con una baja tasa de incidencia poblacional. Por ello, la evidencia disponible hasta la fecha indica, que la afección de *Sarcotragus spinulosus* no cursa de forma epidémica y devastadora, al contrario de lo que sucede con la enfermedad pustulosa en el género *Ircinia*.



4. PROBLEMÁTICA MEDIOAMBIENTAL DE LAS COMUNIDADES INFRALITORALES

4.1 Importancia faunística del ambiente marino de Islas

Chafarinas

La catalogación oficial de las Islas Chafarinas dentro del Organismo Autónomo de Parques Nacionales (OAPN) es la de "Refugio Nacional de Caza", una figura que aboga más por el interés y la necesidad de protección de la Naturaleza en el medio terrestre que en el medio marino. Sin embargo, las comunidades sumergidas de estas islas se caracterizan por poseer notables particularidades faunísticas, incluyendo numerosas especies de invertebrados mediterráneos catalogados dentro de diversas figuras de protección (Tabla 4). Ya se ha comentado en secciones previas de este informe que el piso medio litoral de las islas Chafarinas aún alberga importantes poblaciones de algunos invertebrados que en el resto de las costas mediterráneas del litoral español se encuentran en serio peligro de extinción, como la lapa herrumbrosa (*Patella ferruginea*) y el percebe común (*Pollicipes pollicipes*). Del mismo modo, se ha confirmado que en el piso infralitoral habitan, al menos, 24 especies de invertebrados marinos que merecen protección o una atención especial desde el punto de vista mediambiental (Tabla 4). Sobre la plataforma de estas islas habitan también varias especies de vertebrados y plantas marinas de interés que quedan fuera del ámbito de este estudio.

Algunos de los invertebrados que abundan en los fondos infralitorales entre 0 y 30 m de las Islas Chafarinas son especies que en el resto del Mediterráneo sólo aparecen por debajo de profundidades mayores de 50 metros, siendo inaccesible a los buceadores científicos. Consecuentemente, las poblaciones de Islas Chafarinas son uno de los pocos enclaves del Mediterráneo occidental donde la biología de tales organismos puede ser estudiada en detalle mediante escafandra autónoma y sin necesidad del uso de robots submarinos u otras costosas tecnologías. Por su singularidad, biodiversidad y riqueza, las comunidades marinas de los pisos mediolitoral e infralitoral de las Islas Chafarinas son tan interesantes y valiosas como sus equivalentes ecológicos del medio terrestre y están tan necesitadas de protección efectiva (o incluso más necesitadas) que ellas. Este interés ecológico y medioambiental ha sido reconocido por la comunidad científica internacional mediante la catalogación de Islas Chafarinas como Lugar de Interés Comunitario (LIC), una figura de protección que incluye el medio marino hasta unos 500 m de la línea de costa y que, por tanto, implica a todo el piso mediolitoral y la mayor parte del piso infralitoral superior de las islas. Entre los años 2009 y 2011, nuestras campañas de trabajo en las islas han constatado una alarmante proliferación incontrolada de las actividades pesqueras sobre la plataforma infralitoral de las islas, que no sólo son de dudosa legalidad porque contravienen la regulación de la actividad pesquera establecida para una zona protegida LIC, sino que además están causando una vertiginosa destrucción de las comunidades infralitorales más emblemáticas del archipiélago (ver sección 4.2. para detalles).

		Convenio de Berna		Directiva Hábitat	Libro Rojo de Andalucía
<i>Aplysina cavernicola</i>	Vacelet, 1959	II			VU
<i>Axinella polypoides</i>	Schmidt, 1862	II			VU
<i>Spongia agaricina</i>	Pallas, 1766				VU
<i>Paramuricea clavata</i>	(Risso, 1826)				VU
<i>Leptogorgia lusitanica</i>	Stiasny, 1937				VU
<i>Eunicella verrucosa</i>	(Pallas, 1776)				VU
<i>Eunicella gazella</i>	Studer, 1878				VU
<i>Eunicella labiata</i>	Thomson, 1927				VU
<i>Ellisella paraplexauroides</i>	Stiasny, 1936				EN
<i>Savaglia savaglia</i>	(Bertholoni, 1819)				EN
<i>Cladocora caespitosa</i>	(Linnaeus, 1767)				EN
<i>Phyllangia mouchezii</i>	(Lacaze-Duthi., 1897)				VU
<i>Dendrophyllia ramea</i>	(Linnaeus, 1758)				VU
<i>Astroides calycularis</i>	(Pallas, 1766)	II			VU
<i>Charonia lampas</i>	(Linnaeus, 1758)	II			VU
<i>Dendropoma petraeum</i>	(Monterosato, 1884)	II			VU
<i>Pinna nobilis</i>	Linnaeus, 1758	II		V	VU
<i>Patella ferruginea</i>	Gmelin, 1791	II		V	CR
<i>Pinna rudis</i>	Linnaeus, 1758	II			VU
<i>Spondylus gaederopus</i>	Linnaeus, 1758				EN
<i>Pollicipes pollicipes</i>	(Gmelin, 1789)				
<i>Pentapora fascialis</i>	(Pallas, 1766)				VU
<i>Ophidiaster ophidianus</i>	(Lamarck, 1816)	II			VU
<i>Centrostephanus longispinus</i>	(Philippi, 1845)	II		V	VU
<i>Halocynthia papillosa</i>	(Linnaeus, 1767)				
<i>Posidonia oceanica</i>	(L.) Delile	II		I (1120)**	

* En el anexo II del CITES se incluyen todos los miembros del orden Scleractinia.

** Hábitat o especie prioritario/a en la Directiva Hábitats.

CR: En peligro crítico; EN: En peligro; VU: Vulnerable; NT Casi amenazada;

4.2. Impacto medioambiental de actividades perjudiciales en Islas Chafarinas

Aunque la figura de las Islas Chafarinas como Refugio Nacional de Caza no implica ninguna regulación directa del ambiente marino, su catalogación como enclave LIC obliga a proteger el medio marino en una franja de 500m en torno al perímetro de la línea de tierra de las Islas. La protección en esta estrecha franja marina, que en estos momentos no se cumple de modo efectivo, sería suficiente para detener el desastre ecológico acelerado que están sufriendo actualmente las comunidades infralitorales de las Islas Chafarinas.

Durante las campañas de trabajo que hemos realizado en 2009, 2010 y 2011, se han observado 4 tipos de actividades pesqueras de nefastas consecuencias. Estas actividades implican diversas artes pesqueras y a diversos colectivos, de personas, como se resume a continuación: a) pesca de arrastre desde barco, b) pesca con trasmallo, líneas de poteras y curricán desde barca, c) pesca con caña desde tierra, d) pesca con fusiles submarinos.

a) Pesca de arrastre. Se ha constatado la creciente presencia de arrastreros en el entorno de las islas y dentro de la zona LIC. Estas embarcaciones, generalmente de bandera marroquí, están desarrollando sus arrastres en fondos cada vez más someros. Se han observado arrastres a tan sólo 10 metros de profundidad y a escasa distancia (menos de 50 metros) de las islas (Fig. 84), que incumplen rotundamente las leyes nacionales e internacionales que regulan la pesca de arrastre en el Mediterráneo. Los efectos de estos arrastres sobre las comunidades de la zona LIC dominadas por gorgonias y corales están resultando devastadores, ya que las puertas de arrastre virtualmente destrozan cada ejemplar de gorgonia



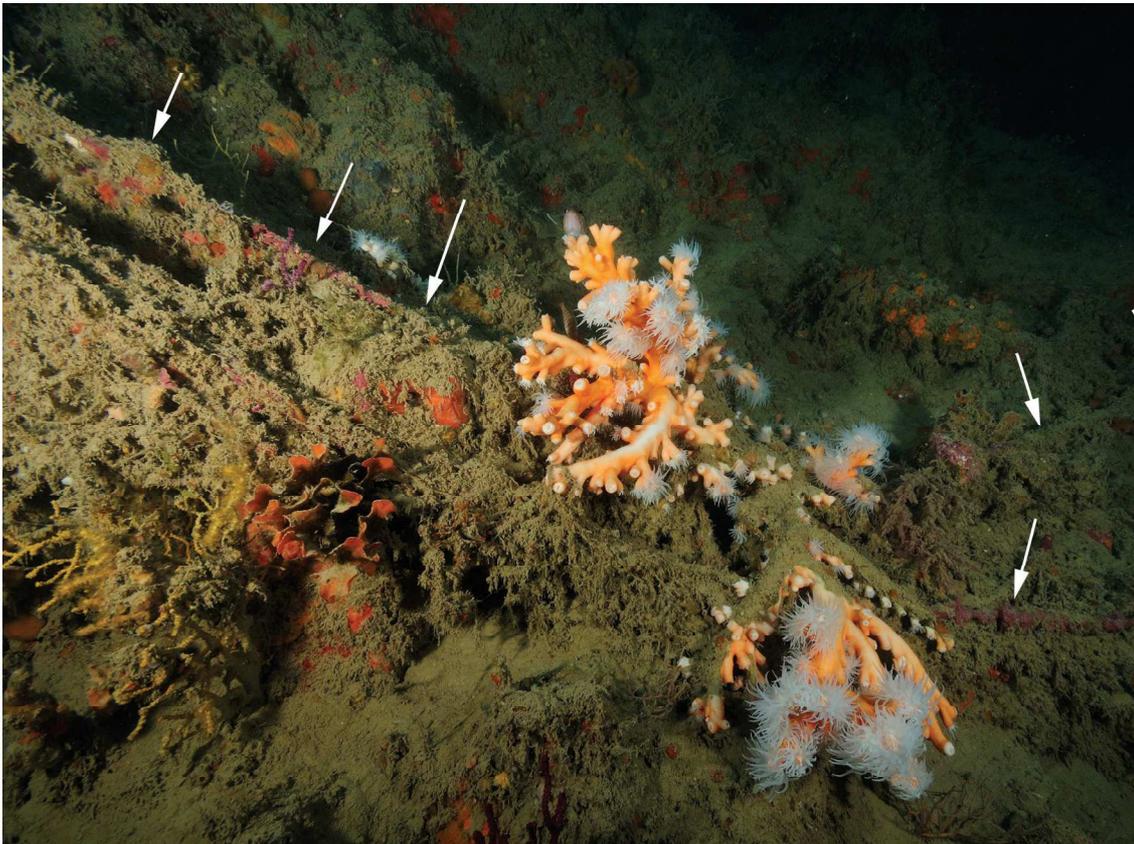
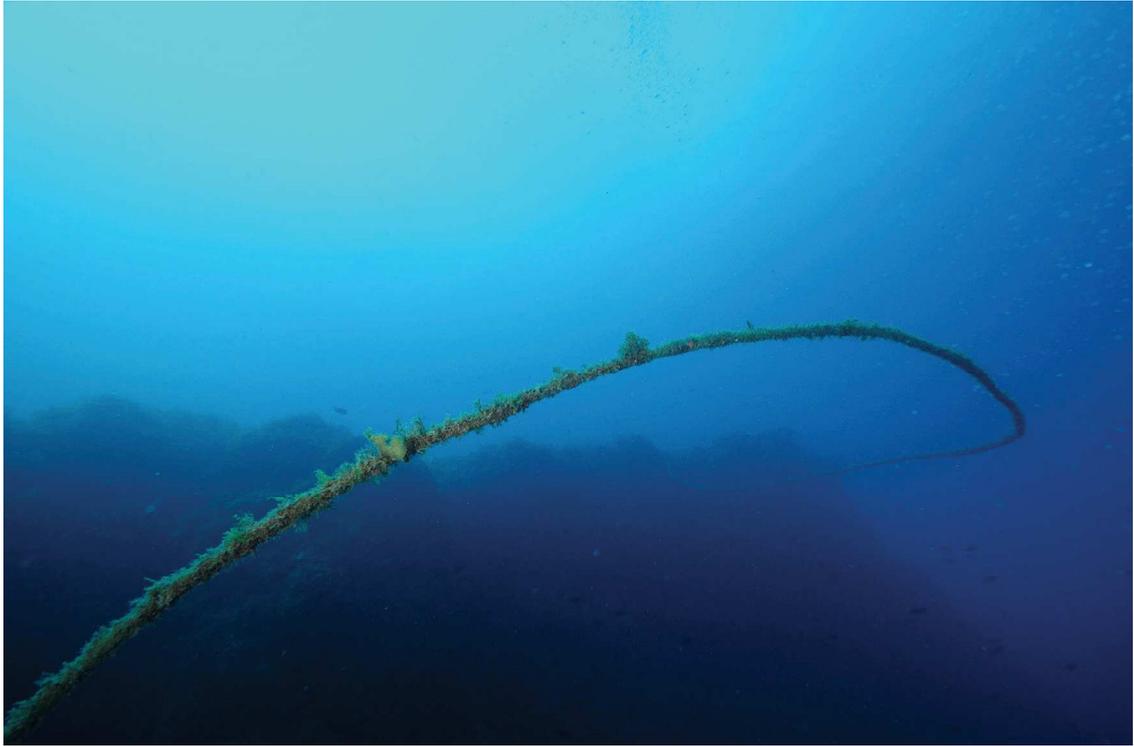
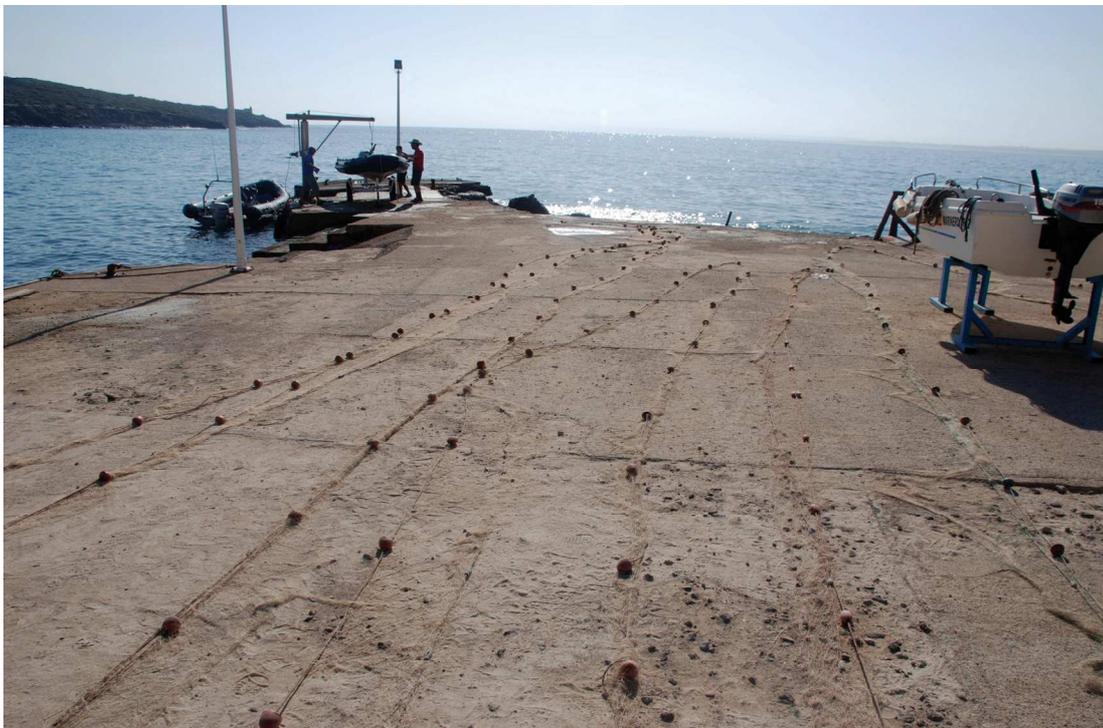


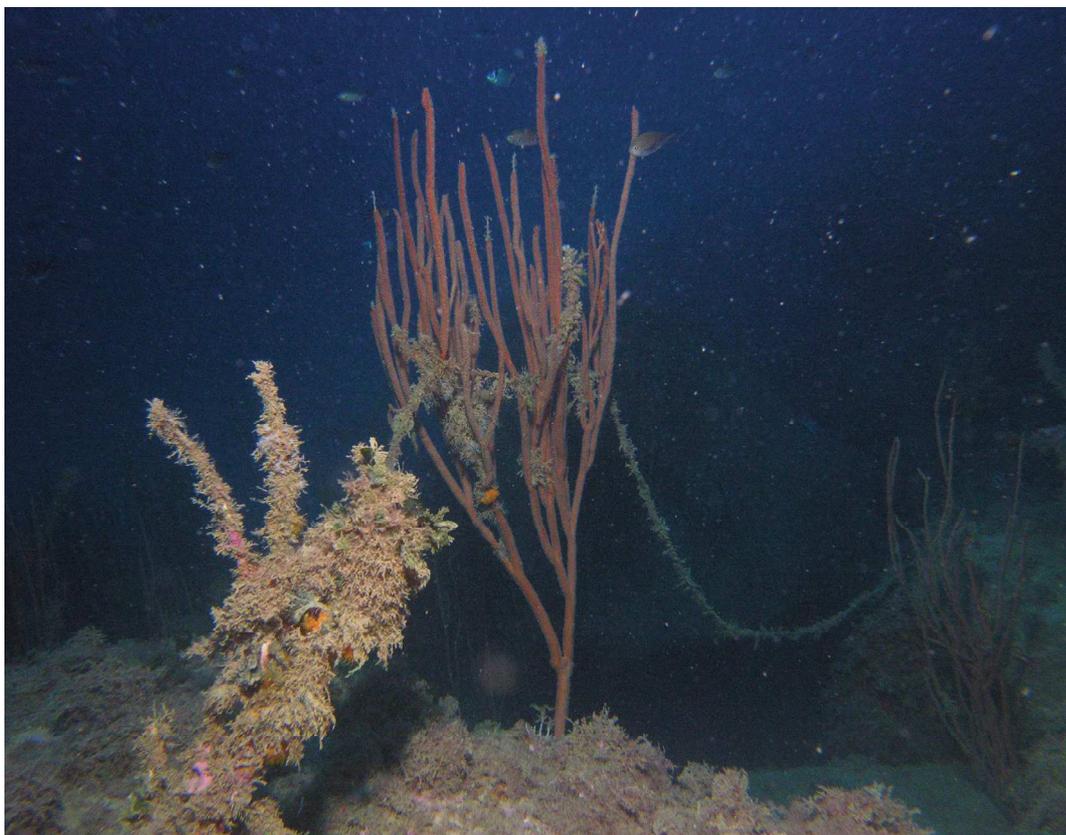
Fig. 85, 86). Esta actividad, que prácticamente se efectúa ininterrumpidamente día y noche por diversas embarcaciones, está diezmando especies de gran valor ecológico y catalogadas con diversas figuras de protección, tales como *Aplysina cavernicola*, *Axinella polypoides*, *Paramuricea clavata*, *Dendrophyllia ramea* (Fig. 86), *Savaglia savaglia*, *Ellisella paraplexauroides*, *Leptogorgia lusitanica*, *Pentapora fascialis*, *Charonia lampas*, *Pinna nobilis*, *Ophidiaster ophidianus*, etc.

b) Pesca con trasmallo, línea de poteras y curricán. La pesca con trasmallo, línea de poteras y curricán desde pequeñas embarcaciones que se acercan a las islas desde Cabo de Agua ha proliferado extraordinariamente en los últimos años. Los trasmallos (de hasta 1.5 km de largo; Fig 87) se calan casi ininterrumpidamente por pescadores marroquíes fundamentalmente en la cara oeste de Congreso y en la cara este de El Rey. Éstas son las zonas menos visibles desde la torre de vigilancia militar establecida en la isla de Isabel II. Algunos días, se han llegado a contabilizar hasta 6 embarcaciones operando simultáneamente con trasmallos y sedales dentro de la zona marina del LIC. Se han observado también casos en los que los trasmallos se calaron a escasos metros de las islas (Fig. 88) y en solo 3 ó 4 metros de profundidad.

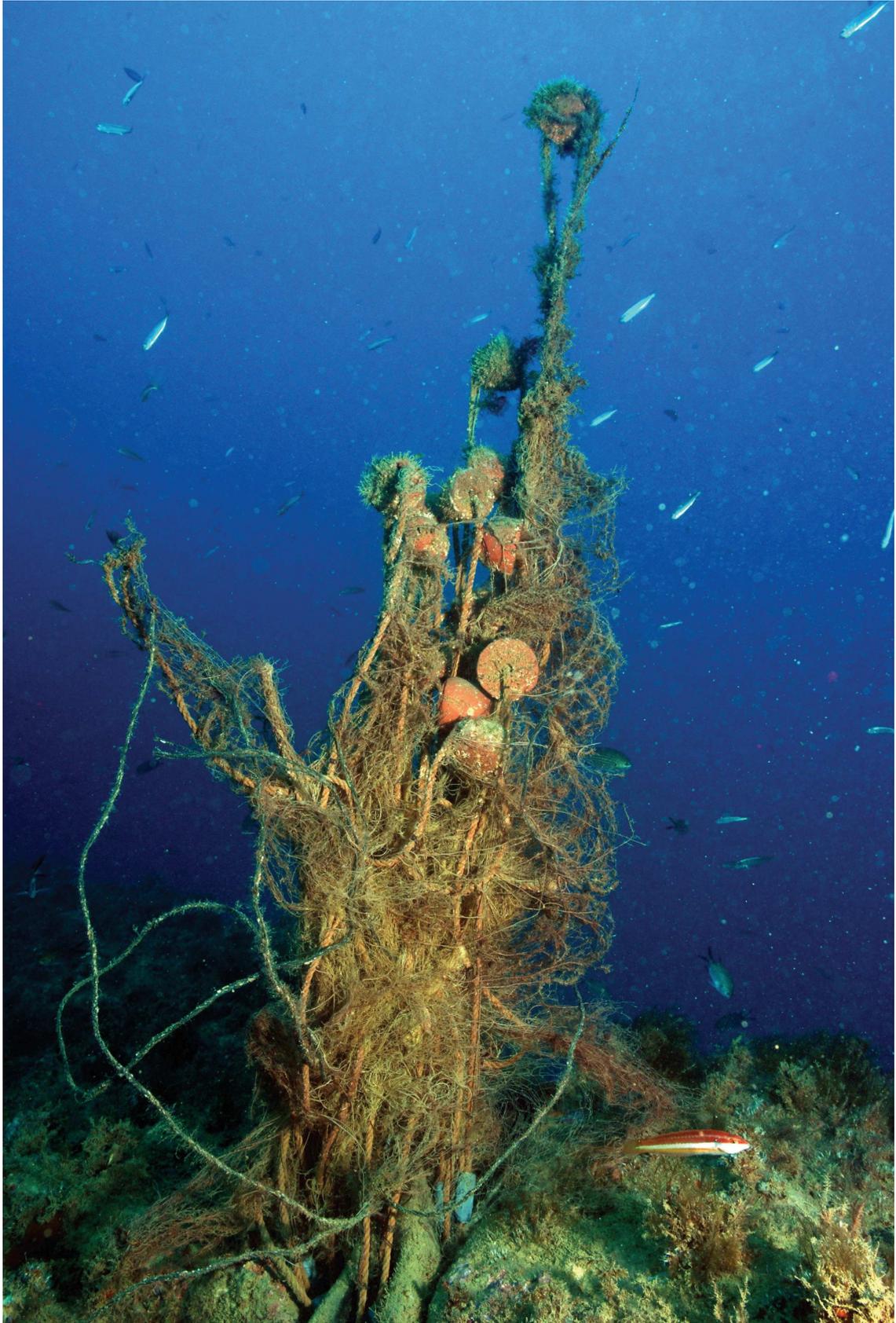


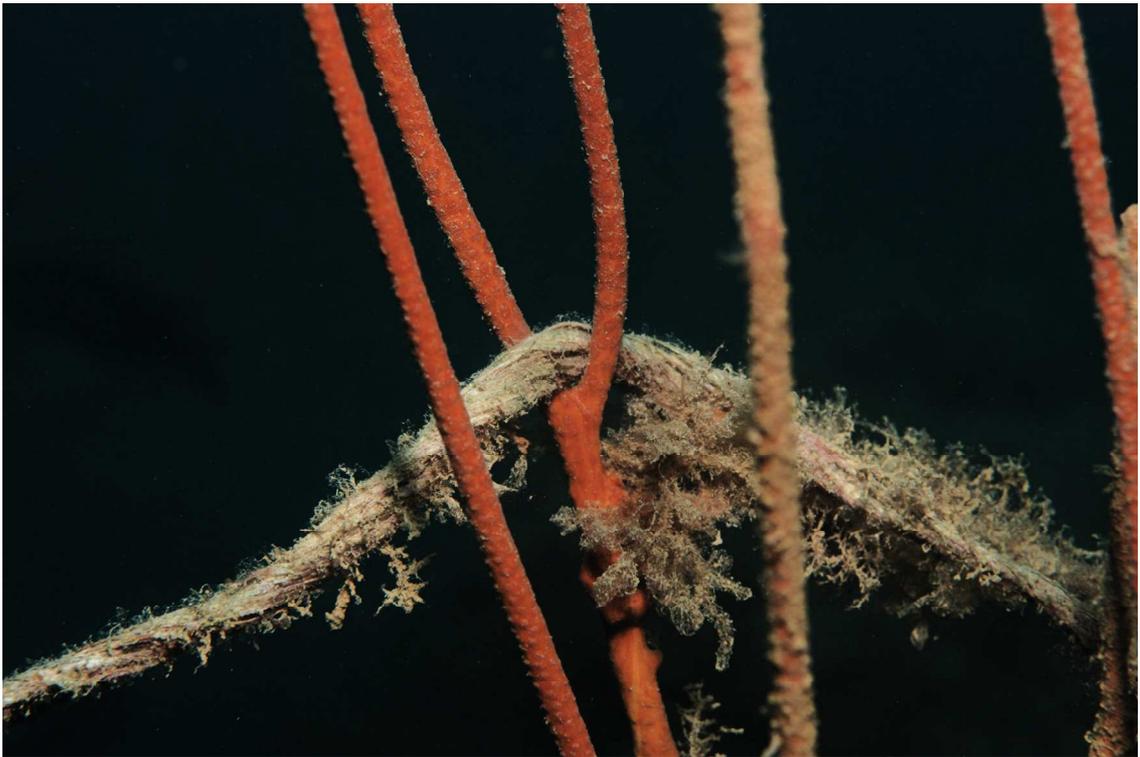
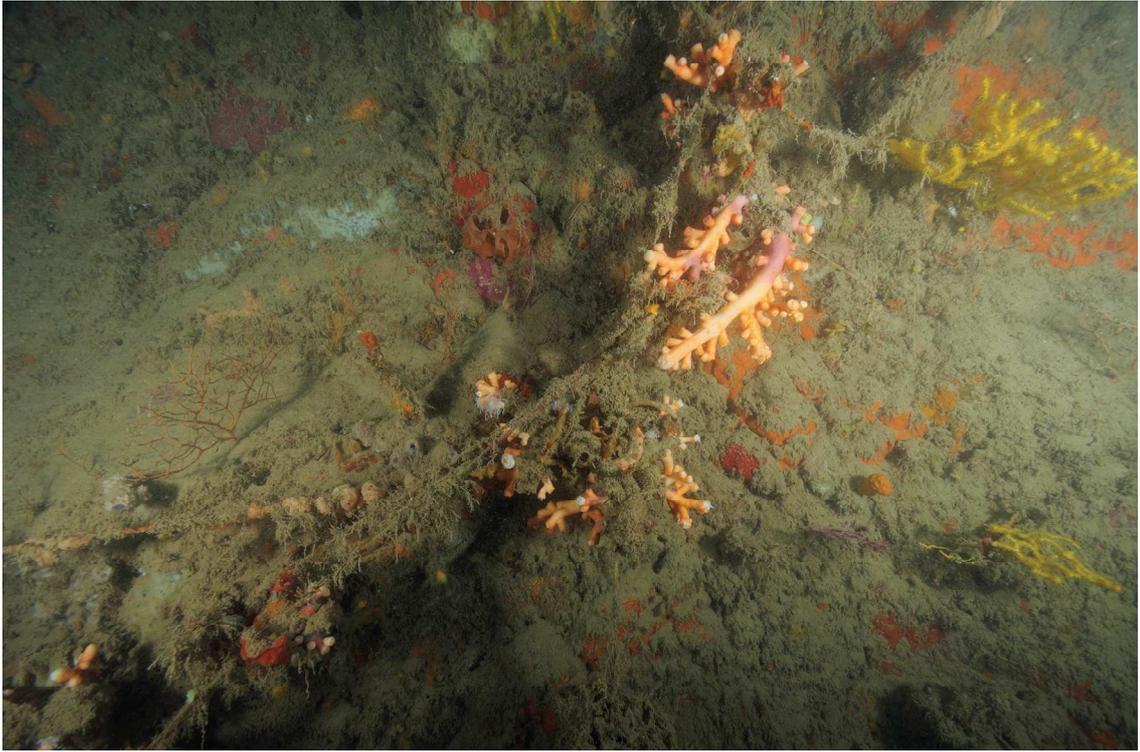
Los trasmallos, además de acabar con una importante cantidad de peces asociados a rocas, quedan frecuentemente enredados en corales, gorgonias y esponjas erectas, que son

erosionadas, arrancadas o fracturadas (Figs. 89-94).







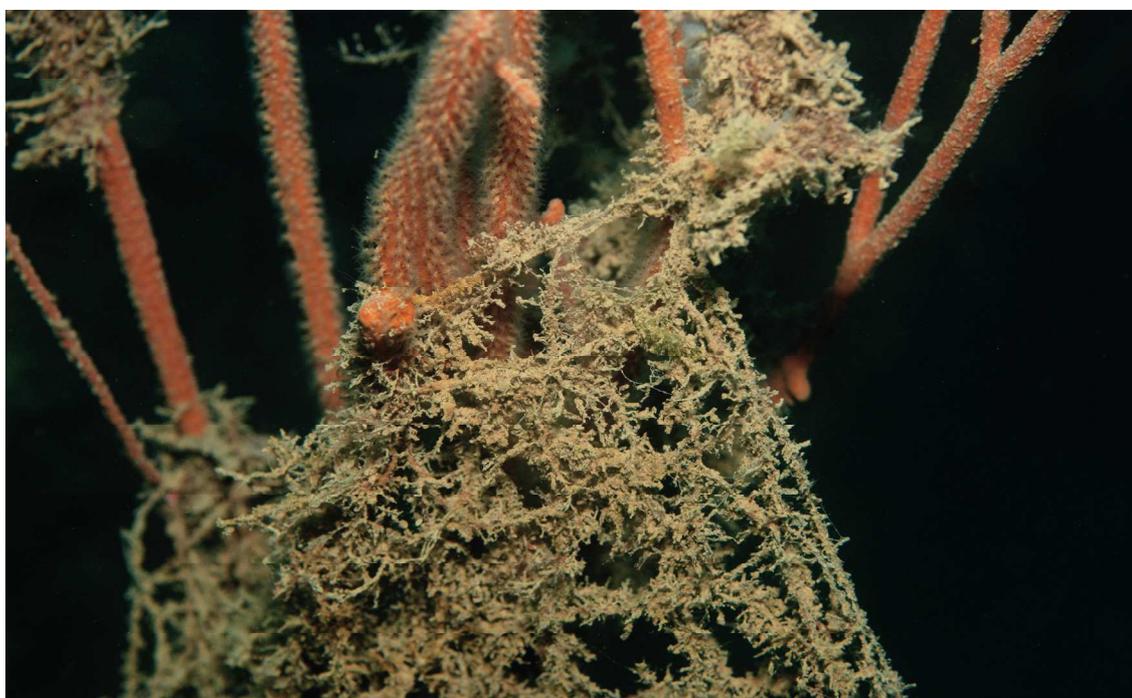
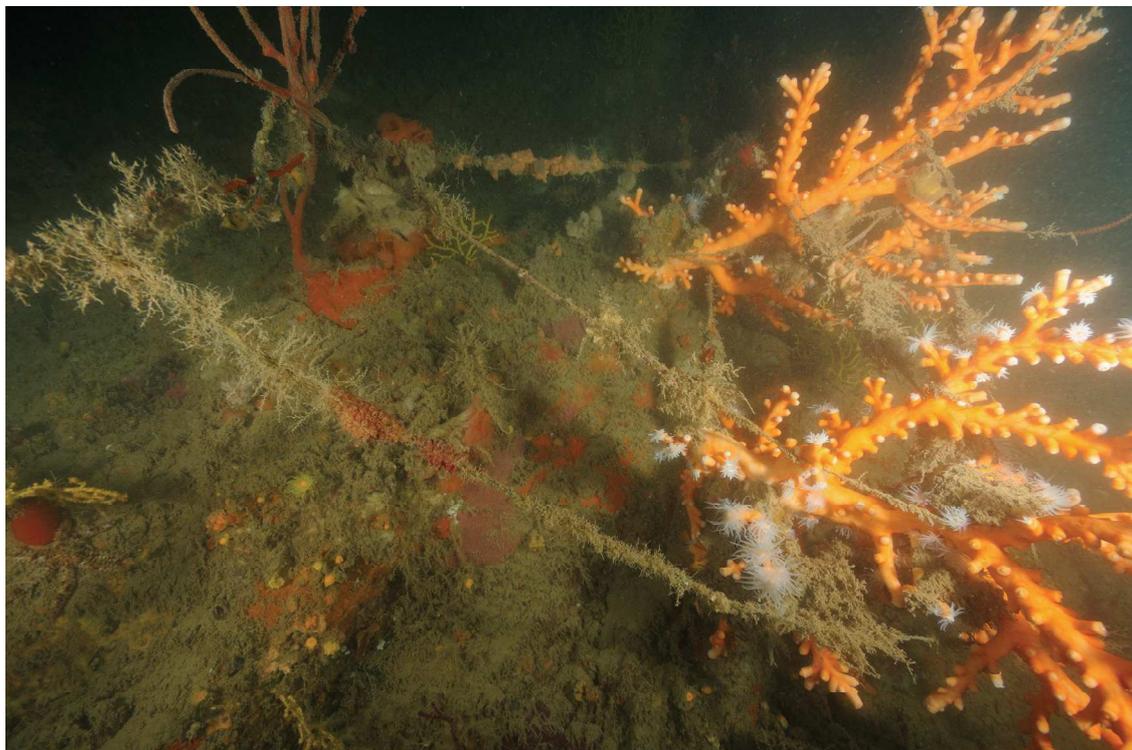




El uso de líneas de poteras, curricanes y trasmallos, pero particularmente curricanes, está también contribuyendo a eliminar una buena parte de los grandes peces predadores necesarios para un adecuado equilibrio ecológico dentro de la zona LIC (Fig. 95).

c) Pesca con caña desde las islas. La pesca con caña desde las islas se efectúa prácticamente a diario por parte del personal militar destacado en el archipiélago de islas Chafarinas. Los principales puntos de pesca están en Isabel II y son: 1) el muelle de Titán y el Dique Chico, dos localizaciones donde los sedales y anzuelos se arrojan directamente sobre una pradera de la especie protegida *Posidonia oceánica*; 2) la cara norte y nordeste de Isabel II, donde los sedales y anzuelos se arrojan directamente sobre comunidades rocosas dominadas por gorgonias y corales de diversas especies, que incluyen varias especies de *Eunicella spp.*, *Lophogorgia spp.*, *Paramuricea clavata*, *Astroides calycularis*, *Dendrophyllia ramea*, etc. Se ha constatado que en los fondos donde habitualmente se arrojan sedales desde tierra aparecen numerosos ejemplares de gorgonia y madreporario dañados (Fig. 96-101). En numerosas ocasiones, largos fragmentos de sedal quedan enganchados sobre las colonias y

acaban induciendo su muerte al favorecer la epibiosis por los mecanismos anteriormente indicados (Fig. 96-101). En los casos más afortunados el sedal no se enreda definitivamente, pero su recuperación causa abrasiones en las ramas y también fractura las puntas (Fig. 101).







d) Pesca con fusil submarino. Es frecuente que entre el personal militar destacado periódicamente en las Islas Chafarinas haya al menos un buceador deportivo (cuando no varios) provisto de fusil de pesca submarina y equipo de snorkel. Estos pescadores submarinos realizan capturas fundamentalmente en el entorno de Isabel II y El Rey, pero han llegado a alcanzar incluso la isla de Congreso. En principio, no siempre se trata de una actividad de esparcimiento o una pesca minoritaria de reducido impacto ambiental dentro de la zona LIC. El Dr. Manuel Maldonado (Investigador Principal de este trabajo de investigación para OAPN) ha observado de primera mano, como un sólo soldado partía de las islas al acabar su remplazo con unos 60 kilos en pescado (grandes meros, lubinas, doradas, brótolas, abadejo, pulpos, etc), que habían sido previamente congelados en las instalaciones militares. Esta cantidad de pescado tampoco parece que fuera solamente para consumo personal, sino que, es probable, que una parte fuera comercializada. Uno o más de este tipo de "soldado-pescador" llegan en cada remplazo a las islas Chafarinas y se van con botines similares o mayores, extraídos de la zona LIC. De nuevo, esta actividad es especialmente perjudicial para el equilibrio ecológico de la zona LIC, ya que se están eliminando literalmente las tallas mayores de todos los predadores principales de la cadena trófica de infralitoral superior.

En su conjunto, la proliferación de diferentes modalidades de pesca incontrolada dentro de la zona LIC de Islas Chafarinas está comenzado a causar un serio desequilibrio ecológico. La escasez de grandes tallas de los principales predadores marinos (meros, lubinas, doradas, brótolas, abadejos, morenas, pulpos, langostas, etc.) es ya un hecho constatable en las aguas de la zona LIC. Más preocupante aun es el vertiginoso deterioro que las actividades de pesca están causando en las comunidades dominadas por organismos sésiles erectos, principalmente gorgonias, corales y esponjas. Estos organismos son típicamente longevos (décadas a centurias) y de crecimiento muy lento. Por tanto, si los daños a las poblaciones de estos organismos continúan a su ritmo actual, la recuperación de los niveles de abundancia y de la estructura de tallas en las poblaciones pueden requerir varias décadas e incluso siglos.

Se sospecha que una buena parte de la proliferación de actividades pesqueras incontroladas dentro de la zona LIC y del los perjuicios medioambientales ha sido favorecida por una relajación del celo de la autoridad/es responsables de este control en las Islas Chafarinas. Así mismo, se aprecia que una buena parte de los perjuicios medioambientales ocasionados por los pescadores marroquíes y el personal militar de las islas se causa de modo inconsciente, favorecido por la falta de conocimiento de los destrozos medioambientales que sus respectivas actuaciones provocan. Por tanto, se recomienda que las actuaciones futuras dirigidas a aumentar el nivel de conservación de la zona LIC de Islas Chafarinas consideren seriamente estos dos aspectos.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Durante las 3 campañas realizadas en Islas Chafarinas entre 2009 y 2011 se ha constatado que las comunidades marinas infralitorales albergan una singular fauna de invertebrados de gran valor ecológico, caracterizada por un alto porcentaje de gorgonias, corales y esponjas.
- Esta fauna comprende un elevado número de organismos de interés, con más de 27 especies de invertebrados catalogados bajo diversas figuras de protección e incluyendo especies en franco peligro de extinción.
- Se ha constatado que las comunidades infralitorales de Islas Chafarinas tienen una aceptable capacidad para recuperarse de pequeñas agresiones y perturbaciones.
- Se ha constatado también que las mortalidades epidémicas que están afectando a las poblaciones de esponjas, cnidarios y otros invertebrados en diferentes zonas del Mediterráneo y otros mares templado cálidos han tenido, hasta la fecha, un impacto mínimo en las comunidades infralitorales de islas Chafarinas.
- Desafortunadamente, se ha constatado una extraordinaria proliferación de las actividades pesqueras incontroladas (arrastres, trasmallos, sedales con poteras, curricanes, pesca con caña y pesca con fusil submarino) dentro de la zona LIC de las Islas Chafarinas, tanto por parte de pescadores marroquíes como por personal militar español.
- Se ha constatado que dichas actividades pesqueras están causando un vertiginoso y dramático daño ecológico en las comunidades de la zona LIC.
- Los efectos más serios de la actividad pesquera dentro de la zona LIC son: a) la desaparición patente de las tallas grandes de los predadores principales de la plataforma (incluyendo especies protegidas y vulnerables), originando un desequilibrio ecológico en la cadena trófica; b) la destrucción física de los singulares fondos de gorgonias y corales que caracterizan a estas islas. Se ha constatado que en algunas zonas de las comunidades dominadas por la emblemática gorgonia gigante *Ellisella paraplexauroides* aparece una gorgonia muerta por cada gorgonia viva y, que de las colonias vivas, la mayor parte (70%) están seriamente dañadas. Estos daños son fundamentalmente el resultado directo (pero de forma no consciente ni intencionada) del empleo continuado de varias artes de pescas (arrastres, trasmallos y sedales de diversos tipos) sobre los fondos de gorgonias y corales.

- Se estima que los daños que se están produciendo actualmente en las comunidades dominadas por gorgonias, corales y esponjas pueden requerir varias décadas para su regeneración.
- Conversaciones ocasionales con pescadores y personal militar apuntan que ambos colectivos desconocen por completo la normativa que regula la actividad pesquera dentro de la zona LIC, así como las dramáticas consecuencias que sus actividades de pesca tienen sobre las comunidades submarinas de las Islas Chafarinas.
- En vista de los resultados obtenidos e informaciones barajadas se hacen varias

RECOMENDACIONES:

1) Que el área marina del LIC de Islas Chafarinas (aproximadamente una franja de 500 metros de extensión entorno al perímetro de las islas) sea declarado con carácter de urgencia ZONA DE ESPECIAL CONSERVACION (ZEC), en cumplimiento del texto del artículo 42.3 de la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

2) Que se elabore una lista de regulación de actividades dentro de la zona LIC (y/o ZEC), especificando actividades no permitidas y/o restringidas; que esta lista se haga llegar al personal militar español de cada reemplazo, a los mandos militares responsables en Melilla, así como a autoridades portuarias, pesqueras y cofradías de pescas marroquíes de las zonas adyacentes a Islas Chafarinas

3) Que las autoridades competentes españolas extremen su celo (actualmente en un nivel de relajación tal que facilita los daños medioambientales en la zona LIC) para evitar toda actividad pesquera con fines no científicos dentro de la zona LIC-ZEC. En este sentido, se aconseja que se establezca un convenio de cooperación entre el Ministerio de Defensa y OAPN porque, dada la limitación de medios disponibles en Islas Chafarinas y las complicaciones del patrullaje en el medio marino, solamente la acción conjunta y coordinada de ambos organismos podrá conseguir que la prohibición se haga efectiva en términos prácticos.

4) Que junto a programas de acciones y/o sanciones disuasorias, se pongan en marcha actuaciones de tipo informativo para que los principales colectivos causantes del perjuicio (pescadores marroquíes y personal militar español) entiendan las consecuencias negativas de sus actuaciones, la problemática medioambiental subyacente y la necesidad de proceder empleando técnicas pesqueras sostenibles y adecuadas para el singular entorno marino de Islas Chafarinas. En este sentido, los firmantes de este informe se comprometen a elaborar una presentación de diapositivas y fotografías para que pueda ser empleada por el personal de OAPN a fin de informar,

instruir y concienciar a las cofradías locales de pescadores y a los sucesivos reemplazos de personal militar.

5) Que la implementación de planes para futuras políticas de actuaciones disuasorias e informativas en relación con la protección del medio marino de Islas Chafarinas intente conseguir la implicación de las autoridades marroquíes competentes en la zona y de las cofradías de pesca locales.

6. BIBLIOGRAFÍA

- APARICI-SEGUER, V., GUALLART-FURIÓ, J. & VICENT-RUBERT, J. J., 1995. *Patella ferruginea* population in Chafarinas Islands (Alboran Sea, Western Mediterranean). In: Abstracts. Twelfth International Malacological Congress: 119–121(A. Guerra, E. Rolán & F. Rocha, Eds.). Instituto de Investigaciones Marinas (CSIC), Vigo.
- BRITO, A y OCAÑA, O. 2004. *Corales de las Islas Canarias*. Francisco Lemus Editor. La Laguna, 477 pp.
- CALDERÓN S. 1894. Las Chafarinas. *Boletín Sociedad Española de Historia Natural*. Serie 2, 3: 303-316.
- CALVO, M.; TEMPLADO, J.; OLIVERIO, O. y MACHORDOM, A. 2009. Hidden Mediterranean biodiversity: molecular evidence for a cryptic species complex within the reef building vermetid gastropod *Dendropoma petraeum* (Mollusca: Caenogastropoda) 1 *Biological Journal of the Linnean Society* 96: 898–912.
- CASTELLANOS, C., HERNÁNDEZ-VEGA, S. y JUNOY, J. 2003. Isópodos marinos (Crustacea: Isopoda) de las Islas Chafarinas (Mediterráneo occidental). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*. 19 (1-4): 219-233.
- EMIG, C. C., GARCÍA CARRASCOSA, A. M., ROLDÁN, C. & VIÉITEZ, J. M., 1999. The occurrence in the Chafarinas Islands (S.E. Alboran Sea, western Mediterranean) of four species of Phoronida (Lophophorata) and their distribution in the north-eastern Atlantic and Mediterranean areas. *Cahiers de Biologie Marine*, 40: 129-133.
- FRUTOS, I., MONTALVO, S. & JUNOY, J., 1998. A new species of *Prosorhochmus* (Hoplonemertea, Monostilifera) from the Chafarinas islands (western Mediterranean). *Journal of Zoology (London)*, 245: 293-298.
- GARCÍA CARRASCOSA, A.M. (coord). 1991. Inventario de los recursos marinos del Refugio Nacional de Caza de las Islas Chafarinas. Informe del Convenio ICONA--Universidad de Valencia (no publicado), 192 pp.
- LOPEZ, E. 1995. Anélidos Poliquetos de sustratos duros de las Islas Chafarinas. Tesis Doctoral (Inédita). Universidad Autónoma de Madrid.
- LÓPEZ, E. & SAN MARTÍN, G., 1996. A new species of *Harmothoe* (Polychaeta: Polynoidae) from the Chafarinas Islands (Alboran sea, western Mediterranean). *Cahiers de Biologie Marine*, 37: 183-187.
- LÓPEZ, E., SANMARTÍN, G. & JIMÉNEZ, M., 1996. Syllinae (Syllinae, Annelida, Polychaeta) from Chafarinas Islands (Alboran Sea, W Mediterranean). *Miscelánea Zoológica*, 19(1): 105-118.
- LÓPEZ, E., SAN MARTÍN, G. & JIMÉNEZ, M., 1997. Two new species of *Syllids* (Polychaeta: Syllidae) from the Chafarinas Islands (Alboran Sea, SW Mediterranean). *Bulletin of Marine Science*, 60(2): 293-299.
- LÓPEZ, E. & SAN MARTÍN, G., 1997. Eusyllinae, Exogoninae and Autolytinae (Syllidae, Annelida, Polychaeta) from the Chafarinas Islands (Alboran Sea, W Mediterranean). *Miscelánea Zoológica*, 20(2): 101-111.

- LÓPEZ, E. & TENA, J., 1999. A new species of *Amphicornia* (Polychaeta: Sabellidae: Sabellinae) from the Chafarinas Islands (western Mediterranean). *Cahiers de Biologie Marine*, 40: 329-335.
- LÓPEZ, E. & VIÉITEZ, J. M., 1999. Polychaete assemblages on non-encrusting infralittoral algae from the Chafarinas Islands (SW Mediterranean). *Cahiers de Biologie Marine*, 40: 375-384.
- MACHORDOM, A.; CASADO DE AMEZÚA, P.; MERINO, P., SÁNCHEZ TOCINO, L. GUALLART, J.; OCAÑA, O. y TEMPLADO, J 2009. Estudio preliminar sobre *Astroides calycularis* en las islas Chafarinas. Organismo Autónomo de Parques Nacionales
- MALDONADO, M., SÁNCHEZ-TOCINO, L. y NAVARRO, C. 2010. Recurrent disease outbreaks in corneous demosponges of the genus *Ircinia*: epidemic incidence and defense mechanisms. *Marine Biology* 157: 1577-1590.
- MUNILLA, T. & NIETO, D., 1999. Littoral pycnogonids from the Chafarinas islands (Alboran Sea, western Mediterranean). *Vie et Milieu*, 29 (2-3): 155-162.
- SÁNCHEZ-TOCINO, L y TIerno DE FIGUEROA, J.M. 2009. Contribution to the knowledge of Loxosomatidae (Entoprocta) from the Chafarinas Islands (Alboran Sea, Western Mediterranean). *Graellsia* 65 (1): 71-74.
- TEMPLADO, J., CALVO, C., GUALLART, J. ACEVEDO, I. y MARCHODOM, A. 2008. Tipificación de las formaciones de *Dendropoma petraeum* en el archipiélago de Chafarinas. Organismo Autónomo de Parques Nacionales.
- TENA, J. 1996. Faunística y Ecología de los Anélidos Poliquetos de los fondos de Sustrato Duro del Archipiélago de las Chafarinas (SW Mar de Alborán) - Tesis Doctoral (Inédita). Universidad de Valencia.
- TENA, J.; CAPACCIONI-AZZATI, R.; TORRES-GAVILA, .F.J.; GARCÍA-CARRASCOSA, A. M. 2000. Polychaetes associated with different facies of the photophilic algal community in the Chafarinas Archipelago (SW Mediterranean) *Bulletin of Marine Science* 67 (1): 55-72.
- TORRES GAVILÁ, F. 2008. *Estudio faunístico, ecológico y ambiental de la fauna de Anélidos Poliquetos de sustratos sueltos de las islas Chafarinas (Mar de Alborán, SW Mediterráneo)*. Tesis Doctoral (Inédita). Universidad de Valencia.

7. MATERIAL SUPLEMENTARIO

Taxon	Grupo	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
1	BRI	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	BRI	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6	1.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	CNI	0.0	0.7	0.3	2.8	0.5	0.6	1.4	0.8	0.8	6.4	2.4	5.0	1.1	7.3	10.6
4	CNI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
5	CNI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
6	CNI	0.0	0.0	0.5	0.2	0.2	1.0	1.2	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	CNI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0
8	CNI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	POL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	POR	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
11	POR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	POR	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	POR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	POR	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	POR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	POR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.8
17	POR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	POR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	POR	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
20	POR	10.7	23.2	6.1	1.2	2.3	7.8	4.0	5.2	0.6	6.0	12.1	0.4	14.3	0.0	7.5
21	POR	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	POR	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	POR	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	POR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	0.0	0.0
25	POR	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	POR	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	POR	23.3	5.1	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
28	POR	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	POR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	POR	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0
31	POR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
32	POR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	POR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0
34	POR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0	0.0
35	POR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	4.3	0.0
36	POR	4.6	1.5	2.8	0.1	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.7	0.0	1.2	0.4
37	POR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	POR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0
39	POR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	POR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41	POR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
42	TUN	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
43	TUN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Video Suplementario VS1. Como material suplementario multimedia se incluye un CD con videos que documentan el estado de conservación de las poblaciones de la gorgonia *Ellisella paraplexauroides* en la cara oeste de la isla de Congreso, que es un frecuente punto de calado de trasmallos y líneas de sedales, y el de poblaciones mejor conservadas de la cara nordeste de la isla de Isabel II. El video documenta además numerosos restos de aparejos de pesca enganchados y abandonados sobre las colonias de esta gorgonia.