

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

Master en Eval. Amb. Ecosistemas marinos y Cost.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

“Cambios batimétricos en la estructura de la comunidad de las formaciones de coralígeno de plataforma someras del sector sur del Golfo de Valencia”

TRABAJO FINAL DE MASTER

Autor/a:
Elena Rodríguez López

Tutor/a:
Miguel Rodilla Alamá

GANDIA, 2020

Agradecimientos

A Miguel Rodilla por compartir su tiempo, esfuerzo y dedicación para el desarrollo de este estudio.

A Blanca Feliu, patrona y compañera en cada una de las inmersiones.

A mi familia, por apostar en mi futuro, creer en mí y apoyarme desde la distancia.

A todos aquellos que me han ayudado con el trabajo de campo cuando lo he necesitado, en especial a mis compañeros y amigos Ana, Paula, Carmen, Carlos, Alberto y Fabián. Y a Clara, por su apoyo moral.

Resumen

El fondo del Golfo de Valencia típico arenoso, no destaca por su biodiversidad ecológica. Sin embargo, en algunas zonas podemos encontrar unas estructuras biogénicas formadas por algas calcáreas que albergan una gran cantidad de especies tanto vegetales como animales. Son pocos los estudios que existen sobre la ecología de estas estructuras que podemos encontrar en el mar Mediterráneo y, menos aún sobre el coralígeno de las costas de la Comunidad Valenciana. En este trabajo se ha realizado un amplio análisis de la biodiversidad (algas, esponjas, briozoos, gorgonias e ictiofauna) que alberga el coralígeno del Golfo sur de Valencia, eligiendo dos plataformas de coralígeno, una más somera (<20 m) y otra de mayor profundidad (>23 m), donde se ha estudiado cómo afecta la profundidad tanto a la biodiversidad como a la morfología de estas formaciones. Es por ello que este proyecto tiene como objetivo establecer diferencias batimétricas en las comunidades de coralígeno, con la finalidad de dar a conocer y proteger este ecosistema único, para ello, se han realizado varios análisis estadísticos teniendo en cuenta datos registrados de cobertura algal, donde algunas especies de algas pardas y rojas han mostrado diferencias significativas, aumentando la complejidad del coralígeno con la profundidad.

Palabras clave: comunidad, coralígeno, plataforma, biodiversidad.

Abstract

The Gulf of Valencia has a typical sandy bottom, which may not stand out for its ecological biodiversity. However, in some areas we can find biogenic structures formed by calcareous algae that have a large number of both plant and animal species. There are few studies that talk about the ecology of these structures that we can find in the Mediterranean Sea, and even less, about the Valencian Community's coralligenous. In this work we've made a broad analysis of the biodiversity (algae, sponges, bryozoans, gorgonians and ichthyofauna) that we can find in the coralligenous of the Southern Gulf of Valencia, choosing two coralligenous platforms, one shallower (< 20 m) and the other one, deeper (> 23 m). In both cases were studied how depth affects to the biodiversity and morphology of these formations. Therefore, the aims of this project are to establish bathymetric differences in coralligenous communities, in order to make known and protect this unique ecosystem, for this, several statistical analyzes have been realized given recorded data of algal coverage, where some brown and red algae have shown significant differences, increasing the complexity of the coralligenous platforms with the depth.

Keywords: community, coralligenous, platform, biodiversity.

Índice

1	Introducción	- 1 -
1.1	Estructura de la comunidad	- 2 -
1.2	Importancia	- 3 -
1.3	Amenazas	- 3 -
2	Objetivos	- 5 -
3	Materiales y métodos	- 5 -
3.1	Zona de estudio	- 5 -
3.2	Diseño del muestreo	- 6 -
4	Resultados y discusión	- 10 -
4.1	Inventario de especies	- 10 -
	Estación 1:	- 10 -
	Estación 2:	- 12 -
	Estación 3:	- 14 -
	Estación 4:	- 17 -
	Estación 5:	- 19 -
	Estación 6:	- 22 -
	Estación 7:	- 24 -
	Estación 8:	- 27 -
	Estación 9:	- 29 -
	Resultados del muestreo de <i>Eunicela singularis</i>	- 32 -
4.2	Variaciones espaciales de las especies	- 35 -
4.3	Valoración de la ecocartografía	- 46 -
4.4	Estructura de las comunidades de coralígeno	- 47 -
4.5	Cartografía aplicando técnicas de acústica submarina	- 48 -
5	Conclusiones	- 51 -
6	Trabajo futuro	- 52 -
7	Bibliografía	- 53 -

Índice de figuras

Figura 1. Esquema representativo del coralígeno de plataforma.	- 1 -
Figura 2. Distribución de las estaciones de muestreo en la zona de estudio.	- 6 -
Figura 3. Cuadrado para muestreo de especies sésiles.	- 7 -
Figura 4. Jaula para muestreo de ictiofauna.	- 8 -
Figura 5. Medición de distancia de gorgonias.	- 9 -
Figura 6. Coralígeno tipo montículo.	- 33 -
Figura 7. Coralígeno tipo pared.	- 33 -
Figura 8. Coralígeno tipo cornisa.	- 34 -
Figura 9. Coralígeno tipo llanura.	- 34 -
Figura 10. Riqueza de especies de algas de las estaciones de muestreo.	- 35 -
Figura 11. Mucilago formado por <i>A. crinita</i> en la zona de muestreo.	- 36 -
Figura 12. Especies invasoras presentes en la zona de estudio.	- 38 -
Figura 13. Cobertura de <i>O. volubilis</i> en la zona de estudio.	- 39 -
Figura 14. Cobertura de algas bioconstructoras en las estaciones de muestreo.	- 39 -
Figura 15. Especies de algas calcáreas bioconstructoras del coralígeno.	- 41 -
Figura 16. Cobertura de esponjas presentes en las estaciones de muestreo.	- 41 -
Figura 17. <i>Axinella verrucosa</i> (amarillo) y <i>Phorbastenacior</i> (azul).	- 42 -
Figura 18. Número de especies de briozoos inventariados en las estaciones de muestreo.	- 42 -
Figura 19. Colonia de briozoos de <i>M. truncata</i> (derecha) y <i>P. fascialis</i> (izquierda).	- 43 -
Figura 20. Número total de especies y simultaneidad de estas en las estaciones de muestreo.	- 44 -
Figura 21. Señuelo encontrado durante un muestreo.	- 44 -
Figura 22. Densidad estimada de individuos de <i>Eunicella singularis</i> (gorgonia) por m ⁴ en las estaciones de muestreo.	- 45 -
Figura 23. Ejemplar de <i>E. singularis</i>	- 46 -
Figura 24. Superposición de la carta de pescadores y la zona de muestreo.	- 46 -
Figura 25. Dendograma resultado de un análisis Cluster de las estaciones de muestreo.	- 47 -
Figura 26. Ecograma de fondo arenoso.	- 48 -
Figura 27. Ecograma del inicio (arriba) y fin (abajo) de la plataforma.	- 49 -
Figura 28. Ecograma de la superficie de la plataforma.	- 50 -

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de las estaciones de muestreo ordenadas según batimetría. -	10 -
Tabla 2. Resultados de macroalgas en la estación 1.....	- 11 -
Tabla 3. Resultados de esponjas en la estación 1.....	- 12 -
Tabla 4. Resultados de briozoos en la estación 1.....	- 12 -
Tabla 5. Resultados de ictiofauna en la estación 1.....	- 12 -
Tabla 6. Resultados de macroalgas en la estación 2.....	- 13 -
Tabla 7. Resultados de esponjas en la estación 2.....	- 14 -
Tabla 8. Resultado de briozoos en la estación 2.....	- 14 -
Tabla 9. Resultado de macroalgas en la estación 3.....	- 15 -
Tabla 10. Resultado de esponjas en la estación 3.....	- 16 -
Tabla 11. Resultados de briozoos en la estación 3.....	- 16 -
Tabla 12. Resultados de ictiofauna en la estación 3.....	- 16 -
Tabla 13. Resultados de macroalgas en la estación 4.....	- 17 -
Tabla 14. Resultados de esponjas en la estación 4.....	- 19 -
Tabla 15. Resultados de briozoos en la estación 4.....	- 19 -
Tabla 16. Resultados de ictiofauna en la estación 4.....	- 19 -
Tabla 17. Resultados de macroalgas en la estación 5.....	- 20 -
Tabla 18. Resultados de esponjas en la estación 5.....	- 21 -
Tabla 19. Resultados de briozoos en la estación 5.....	- 22 -
Tabla 20. Resultados de ictiofauna en la estación 5.....	- 22 -
Tabla 21. Resultados de macroalgas en la estación 6.....	- 22 -
Tabla 22. Resultado de esponjas en la estación 6.....	- 24 -
Tabla 23. Resultados de briozoos en la estación 6.....	- 24 -
Tabla 24. Resultados de macroalgas en la estación 7.....	- 25 -
Tabla 25. Resultados de esponjas en la estación 7.....	- 26 -
Tabla 26. Resultados de briozoos en la estación 7.....	- 26 -
Tabla 27. Resultado de ictiofauna en la estación 7.....	- 26 -
Tabla 28. Resultados de macroalgas en la estación 8.....	- 27 -
Tabla 29. Resultado de esponjas en la estación 8.....	- 28 -
Tabla 30. Resultado de briozoos en la estación 8.....	- 29 -
Tabla 31. Resultados de ictiofauna en la estación 8.....	- 29 -
Tabla 32. Resultado de macroalgas en la estación 9.....	- 29 -
Tabla 33. Resultados de esponjas en la estación 9.....	- 31 -
Tabla 34. Resultados de briozoos en la estación 9.....	- 31 -
Tabla 35. Resultados de ictiofauna en la estación 9.....	- 32 -
Tabla 36. Resultado de las mediciones de vecino más cercano aplicado a las gorgonias.....	- 32 -

1 Introducción

El Mediterráneo occidental delimitado por las costas de España, Francia, Mónaco, Italia y por el litoral norteafricano de Marruecos, Argelia y Túnez es un mar con altos valores de salinidad, templado-cálido que consta de una superficie de 860.000 km² (Rodríguez-Prieto et al., 2013). Se caracteriza por poseer una gran variedad de fondos marinos que albergan una importante biodiversidad de especies. El bentos mediterráneo comprende sustratos blandos (móviles) y duros, tanto de origen geológico como biogénico y, praderas de fanerógamas asentadas tanto sobre suelos blandos como duros.

Las concreciones de coralígeno son las únicas formaciones calcáreas de origen biogénico en medio bentónico del Mediterráneo (Ballesteros, 2006). No existe un consenso sobre la definición de estas estructuras, mientras que algunos autores distinguen entre cinco tipos de coralígeno: concreciones en cuevas, concreciones en pared, concreciones en fondo de pared, concreciones sobre fondos rocosos y coralígeno de plataforma; otros sólo distinguen dos tipos, según el tipo de sustrato (roca o sedimento) donde se ha iniciado la construcción: coralígeno sobre roca del litoral y coralígeno de plataforma (*Figura 1*), que definimos como aquel que se desarrolla sobre un fondo de sedimento con hidrodinamismo moderado, resultado de la actividad e interacción de organismos bioconstructores (European Environment Agency), con una estructura típica cavernosa, con numerosos recovecos y, que puede llegar a alcanzar un grosor de 3 o 4 m (Regional Activity Centre for Specially Protected Areas, 2003), diferenciándose la parte superficial de la plataforma de la parte con más pendiente, conocida como borde.

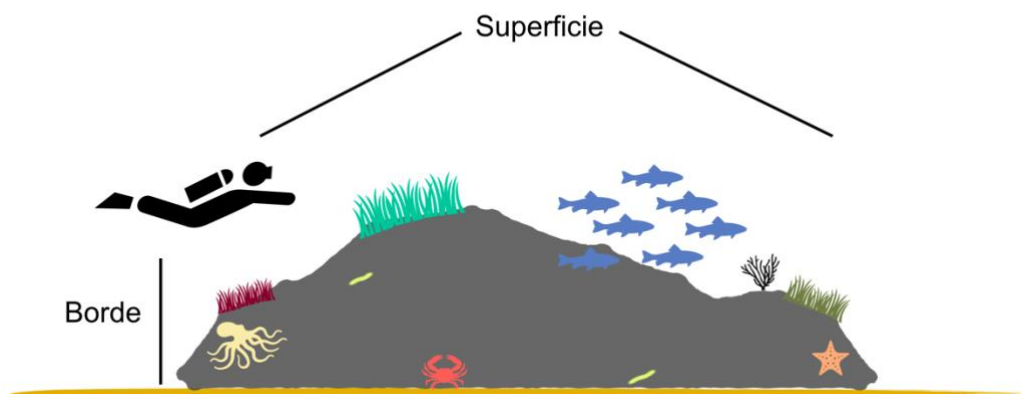


Figura 1. Esquema representativo del coralígeno de plataforma.

Algunos científicos acuñan el término 'precoralígeno' para referirse a aquellas comunidades de coralígeno que tienen asociadas algas verdes como *Halimeda tuna*, considerada como especie clave por la producción de carbonato cálcico, o *Flabellia petiolata*. Estas asociaciones también se conocen como *Lithophyllo- Halimedetum tunae* (Ballesteros, 2006).

Pero, todos ellos están de acuerdo en que se trata de una biocenosis caracterizada por la acumulación de algas rojas calcáreas del orden *Corallinales* que crecen en ambientes esciáfilos o de escasa luminosidad, siendo el factor ambiental más importante para el desarrollo y distribución del coralígeno. Los niveles de irradiancia que permiten un ambiente esciáfilo oscilan entre 1,3 MJ/m²·año hasta los 50-100 1,3 MJ/m²·año, es decir, entre el 0,05 y 3% de la irradiancia superficial (Ballesteros, 2006). Es por ello, que estas formaciones son más abundantes en el circalitoral, aunque también se encuentran en el infralitoral, en aquellas zonas donde la luz es lo suficientemente escasa para permitir el desarrollo de estas algas, abarcando un amplio rango batimétrico, desde los 10 m hasta los 120 m (Regional Activity Centre for Specially Protected Areas, 2003).

Además, las formaciones de coralígeno soportan un rango de temperaturas de entre 10 y 23°C. Los organismos que lo habitan son estenotermes, por lo que la temperatura favorece el crecimiento de algunas especies con respecto a otras, que nunca serán encontradas a grandes profundidades donde la temperatura es menor (Ballesteros, 2006). El hidrodinamismo o la disponibilidad de nutrientes son otros factores que determinan, aunque en menor medida, el crecimiento de ciertos organismos frente a otros.

1.1 Estructura de la comunidad

Las principales especies bioconstructoras de estas concreciones son *Mesophyllum alternans* y *Lithophyllum stictaeforme*, se trata de especies longevas con crecimiento muy lento. Se han realizado diversos estudios sobre su crecimiento, los cuales concluyen que *M. alternans* tiene un crecimiento más rápido y ocupa con mayor rapidez más área por metro cuadrado (m²) que *L. stictaeforme*, sin embargo, es más sensible y tiende a la pérdida de área con un ratio mayor. Por tanto, ambas especies tienen diferentes estrategias de crecimiento, siendo *M. alternans* oportunista y *L. stictaeforme*, conservadora (Garrabou et al., 2000). Se estima que *M. alternans* tiene un rango de crecimiento de entre 0,1 y 0,3 mm al año, por lo que algunas formaciones de coralígeno pueden haber tardado en formarse más de 5.000 años, es por ello que son útiles como indicadores paleobatimétricos (Fundación Oceana, 2008).

Otras especies de algas rojas constructoras son *Neogoniolithon mamillosum* y *Peyssonnelia* sp.. Pero, en las formaciones de coralígeno no sólo intervienen las algas rojas, si no que algunos invertebrados también juegan un papel importante, ya sea directo o indirecto, en su construcción. De acuerdo a su contribución en la formación, en primer lugar, se encuentran los briozoos y los poliquetos serpúlidos, ambos productores de carbonato cálcico, seguidos de esponjas, moluscos, cnidarios, crustáceos y foraminíferos. Mientras, otros invertebrados son considerados como bioerosionadores, a este grupo pertenecen erizos, esponjas incrustantes, sipuncúlidos, anélidos y algunos moluscos y poliquetos (Ballesteros, 2006).

1.2 Importancia

Las comunidades de coralígeno son puntos calientes (*hot spot*) de biodiversidad, siendo los segundos ecosistemas más ricos del Mediterráneo, por detrás de las praderas de *Posidonia oceanica*.

Debido a la falta de estudio, por su complejidad, no se ha podido determinar con exactitud cuántas especies habitan en estas comunidades, aún así, se ha estimado que albergan alrededor de 1241 especies de invertebrados y 315 especies de macroalgas (Ballesteros, 2006). En cuanto a la productividad de este ecosistema, se calcula que genera en torno a 100-465 g/m²·año de carbonato cálcico, 1200-2100 g de peso seco/m² de biomasa algal, más la productividad del resto de organismos (Fundación Oceana, 2008). Se observa un pico de la productividad algal en los meses de verano, ya que el cambio de temperatura, más cálida, favorece el crecimiento de algunas especies de macroalgas. Sin embargo, durante el verano, se ha registrado un comportamiento peculiar en algunas de las esponjas que habitan esta comunidad y, es que, se encuentran en un periodo de reposo en el que recubren sus ósculos con una cutícula con el objetivo de reestructurar las células tras el periodo reproductivo (Ballesteros, 2006). Este comportamiento puede ser un efecto de las elevadas temperaturas ocasionadas por el cambio climático.

Están relacionadas con otros hábitats. Actúan como ecosistemas de transición entre praderas de *P. oceanica* y otros tipos de fondos u otras praderas de fanerógamas. El estrato de rizomas de las fanerógamas puede llegar a tener un grosor considerable, de hasta varios metros, por lo que la luz no penetra con facilidad, favoreciendo el crecimiento de algas rojas como *M. alternans* o *Peyssonnelia* sp. Además, son la base del desarrollo de jardines de gorgonias y campos de esponjas, muy vulnerables, de las cuales algunas especies se encuentran amenazadas (Fundación Oceana, 2008).

1.3 Amenazas

El aumento de las temperaturas, ocasionadas por el cambio climático, afecta directamente a las formaciones de coralígeno, ralentizando la producción de carbonato cálcico (Fundación Oceana, 2008); e indirectamente, ya que son muchos los organismos que se ven amenazados, sobre todo aquellos que habitan a profundidades mayores de 40 m. En los últimos años se han registrado numerosos episodios de mortandad en animales suspensívoros, como es el caso de las gorgonias, que se ven sometidas a estrés, favoreciendo el desarrollo de patógenos (Ballesteros, 2006).

El número de organismos presentes en el coralígeno también se ve afectado por la contaminación. Se produce un decaimiento de individuos de equinodermos, briozoos y crustáceos, mientras que la población de algunos organismos bioerosionadores, como los sipuncúlidos, aumenta. Además, la presencia de ortofosfatos inhibe el crecimiento de las algas calcáreas. Las principales especies bioconstructoras empiezan a ser reemplazadas por otras algas rojas como *Peyssonnelia* sp, que tiene una menor capacidad de construcción, esto, junto con el aumento de la población de bioerosionadores acelera el deterioro de la comunidad de coralígeno (Ballesteros,

2006). La contaminación lleva ligado un aumento de la turbidez en la columna de agua, afectando al fitobentos y a los organismos suspensívoros, aumentando la sedimentación.

Puesto que es uno de los ecosistemas que más diversidad de especies alberga del Mediterráneo, el buceo recreativo está muy demandado en estas zonas. Aunque este ecosistema debería de ser respetado por los buceadores, no todos llevan a cabo un buceo responsable, causando un impacto directo, dañando los organismos más frágiles (gorgonias y briozoos) (Ballesteros, 2006), aumentando la turbidez por un mal aleteo y erosionando el entorno.

El mar Mediterráneo es propicio a la introducción de especies alóctonas (Rodríguez-Prieto et al., 2013), por lo que la colonización del coralígeno por especies de algas invasoras puede ocasionar alteraciones en la estructura y productividad del ecosistema, como son *Womersleyella setacea* o *Lophocladia lallemadii*, ambas algas rojas.

La pesca, tanto profesional como recreativa, es uno de los impactos más dañinos. Son muchas las embarcaciones que fondean en busca de capturas, destruyendo por completo tanto las formaciones del fondo como a los organismos que habitan en ellas, especialmente gorgonias, briozoos y esponjas. Por otro lado, la sobrepesca puede desembocar en un efecto cascada (Rodríguez-Prieto et al., 2013), aumentando la población de bioerosionadores. A pesar de que en la legislación pesquera de la Unión Europea (Reglamento (CE) nº 1967/2006) *queda prohibida la pesca con redes de arrastre, dragas, jábeas o redes similares por encima de hábitats de coralígeno y de mantos de rodolitos*, las comunidades de coralígeno de plataforma se ven afectadas por la pesca de arte menor, que se realizan en su mayoría en el borde de la plataforma.

Se tratan de ecosistemas frágiles, únicos, que albergan especies vulnerables y, a pesar de todas las amenazas a las que están sometidos, no existe un nivel de protección para estos fondos, pues no se encuentran catalogados como hábitats prioritarios en la Directiva Hábitats.

2 Objetivos

- Caracterización morfológica y biológica del ecosistema de coralígeno de plataforma del sector sur del Golfo de Valencia.
- Estudiar cómo influye el factor profundidad en la estructura del coralígeno de plataforma del sector sur del Golfo de Valencia.

3 Materiales y métodos

3.1 Zona de estudio

El área de estudio comprende el sector sur del Golfo de Valencia, abarcando el litoral de Tabernes de la Valldigna, Xeraco y Gandía. Se trata de una costa de deposición de materiales, pues el Golfo de Valencia es una de las principales subcuencas del Mediterráneo occidental, donde predominan los sedimentos de arena y arcilla (Martínez, 2011).

El fondo marino del Golfo de Valencia es principalmente arenoso, pero, también se encuentran zonas en régimen calmo, coralígeno, que tienen interés ecológico, ya que albergan comunidades de algas fotófilas, esciáfilas, facies de gorgonarios e incluso praderas de *Posidonia oceanica* en regresión (*Leyenda Figura 2*), además de un interés económico, por su importancia en el sector turístico debido a que es uno de los principales destinos de sol y playa de la península y, en el sector pesquero, donde predomina la pesca de arte menor, siendo la cofradía de pescadores de Gandía la que mayor flota pesquera (83,3%) destina para este arte en la Comunidad Valenciana (Calderón, 2018).

Pero esto, conlleva una serie de efectos antrópicos o amenazas de los cuales destacan por su gravedad:

- El aumento desmesurado de la población en época estival, que provoca un incremento de actividades recreativas, como el uso de vehículos acuáticos o la pesca recreativa, que normalmente están ligadas a una mala praxis por desconocimiento o ausencia de concienciación. Además, también conlleva un aumento tanto de la demanda del consumo de agua, como de residuos sólidos y aguas residuales, que son vertidas a través de un emisario submarino situado a 2 km de la costa y a una profundidad de 17 m, frente al puerto de Gandía.
- En cuanto a los tipos de artes menores que se desarrollan en la zona de estudio, destacamos el trasmallo y el palangre puesto que se tratan de técnicas de pesca con las que se capturan especies bentónicas (Cofradía de pescadores de Gandía), por lo que las probabilidades de dañar el fondo, en este caso, el coralígeno, son mayores.

3.2 Diseño del muestreo

Primero, se realizó un estudio preliminar de la zona de estudio, dónde se marcaron dos posibles transectos en función de la batimetría y de la ecocartografía de comunidades marinas que fue realizada dentro del Plan de Ecocartografías del litoral español por parte de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar y la unión temporal de las empresas HDTMA e IBERINSA, entre los años 2006 y 2007 (Ministerio de la transición ecológica). Se iban a muestrear, según la ecocartografía, comunidades de algas esciáfilas y fotófilas infralitorales, comunidades con facies de gorgonarios y pradera de *Posidonia oceanica* en regresión. En la salida de campo, se hizo uso de la sonda de la embarcación, la cual proporciona información del relieve del fondo, precisión de la profundidad y de la densidad de peces que puede haber. De esta manera se reconocieron los transectos marcados, se realizaron dos inmersiones para contrastar los datos de la sonda con los de la ecocartografía y se descartaron las zonas que no tenían demasiado interés ecológico. Es, por tanto, cuando el diseño del muestreo se rige por el reconocimiento de la zona a través de la sonda, marcando la estación de muestreo *in situ* y guardando las coordenadas en un GPS, estudiando un total de 9 estaciones de muestreo. Dentro del área de estudio se diferencian dos zonas de coralígeno de plataforma, una, conocida como Viñeta situada entre 11 y 20 m de profundidad; y otra, conocida como roca de Tabernes, situada entre 23 y 39 m.

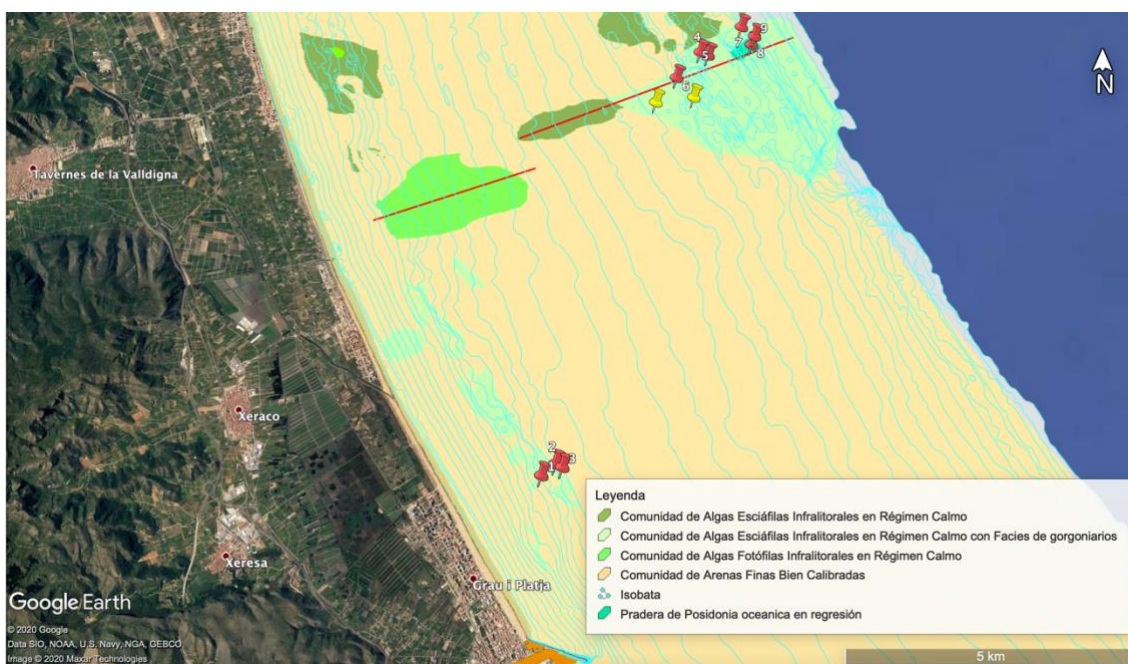


Figura 2. Distribución de las estaciones de muestreo en la zona de estudio.

En la *Figura 2* se pueden observar, en rojo, los dos transectos correspondientes al diseño del estudio preliminar, las estaciones de muestreo, de color rojo y numeradas en orden ascendente de profundidad y, por último, aquellos puntos donde se realizaron inmersiones para contrastar datos, de color amarillo.

En cada una de las estaciones de muestreo ha sido imprescindible realizar al menos una inmersión para estudiar la diversidad de especies sésiles que habitan en la zona.

Puesto que se trata de un coralígeno de plataforma, se diseñaron dos métodos distintos de muestreo, distinguiendo entre el borde y la superficie de esta. Para las estaciones correspondientes a la superficie se ha realizado, con ayuda de una cinta métrica y, eligiendo un rumbo al azar, un transecto de 20 m de longitud donde se ha colocado, cada 5 m, un cuadrado de 20x20, realizando un total de 4 cuadrados. Sin embargo, para las estaciones correspondientes al borde, se han colocado al azar tantos cuadrados como el tiempo de inmersión permitiese. Para ambos casos, una vez colocado el cuadrado (*Figura 3*), un componente del equipo de buzos grababa con una cámara subacuática mientras que el compañero tomaba anotaciones de las características relevantes de la zona, como son la temperatura, posible presencia de termoclina o la morfología del relieve, además de recoger muestras, en botes de plástico, de algas, esponjas y briozoos para su posterior conservación e identificación en laboratorio. Para la identificación de macroalgas se ha usado la metodología de Rodríguez-Prieto (2013) con ayuda tanto de la lupa como del microscopio óptico; para las esponjas, se ha usado la metodología Hofrichter (2005) para la preparación y observación de las espículas en microscopio invertido. Tanto para algas como para esponjas se ha estimado, con ayuda de la grabación de la inmersión, la cobertura de cada cuadrado en niveles de porcentaje con una precisión del 5% y, posteriormente, mediante la media de los cuadrados, se ha estimado la cobertura del punto. Por último, se han cogido, en caso de ser necesario, muestras de briozoos, identificados mediante la guía descrita por Rield (2011).

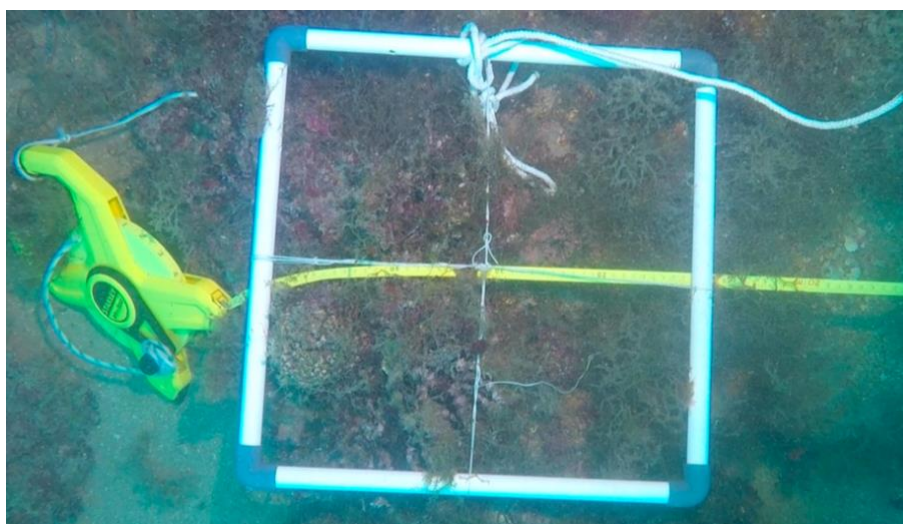


Figura 3. Cuadrado para muestreo de especies sésiles.

Para el estudio de la ictiofauna se ha colocado, durante un tiempo aproximado de dos horas, una jaula de estructura metálica (*Figura 4*) compuesta por una cámara de vídeo, foco (en caso de ser necesario), cebo (p.ej.: sardinas, mejillones, bacaladillas) y un sistema de boyas para asegurar su estabilidad en el fondo. Posteriormente, mediante la observación de la grabación, se han determinado las especies mediante la

guía visual descrita por Bergbauer & Humberg (2018). Además, se ha calculado el tiempo de aparición del primer individuo de cada especie con el fin de conocer su rango de hogar (*home range*) y el número de individuos de cada especie que aparecen en el vídeo de manera simultánea. Sólo se ha estudiado la ictiofauna diurna, pues no ha sido posible el muestreo nocturno.



Figura 4. Jaula para muestreo de ictiofauna.

En las estaciones de muestreo correspondientes con la superficie de la plataforma, se ha llevado a cabo un reconocimiento de las especies de gorgonias presentes, anotando el tamaño y abundancia visual de la población de *Eunicella singularis*, ya que, en este caso, es la especie más abundante del Mediterráneo (Gori et al., 2011). Se ha realizado una estimación poblacional por muestreo de distancia con la metodología del vecino más cercano (Figura 5), la cual consiste en escoger un individuo al azar y medir la distancia al individuo más próximo. Puesto que el área de muestreo es desconocida, se ha usado la metodología de Byth y Ripley la cual proporciona una estimación imparcial de la densidad poblacional (Krebs, C., 1989).

$$N = \frac{n}{\pi \sum (r_i^2)}; \text{Varianza } (y) = \frac{(1/N)^2}{n}; \text{Error estándar} = \frac{1}{\sqrt{y/n}}$$

Donde:

- N, estimación de la densidad poblacional
- n, número de organismos muestreados
- r_i , distancia de un organismo al azar, i , al vecino más cercano



Figura 5. Medición de distancia de gorgonias.

Los análisis de los datos se han realizado con ayuda del software de hojas de cálculo, Excel y el software estadístico, Statgraphics. Teniendo en cuenta los datos de cobertura algal, esponjas y briozoos se ha realizado un análisis de conglomerados o Cluster de las estaciones de muestreo agrupándolas según su homogeneidad o semejanza, usando el método jerárquico de Ward ya que es uno de los métodos más discriminativos, uniendo aquellos conglomerados que menos incrementen la suma de los cuadrados de las desviaciones, respecto al centroide, al unirse; y la distancia del bloque habitacional, ya que es una de las métricas de distancia recomendadas cuando las varianzas de las variables no se conoce. Además, de las especies de algas más abundantes, se ha realizado un análisis de varianza ANOVA con un nivel de confianza del 95% para estudiar si hay diferencias significativas en la cobertura algal con respecto a la variable profundidad, y la prueba de Tukey para aquellas especies donde se ha rechazado la hipótesis nula de igualdad de medias de ANOVA (la cobertura algal varía con la profundidad) con el fin de conocer en qué estaciones se encuentran las diferencias significativas.

Aplicando la acústica submarina se ha cartografiado el relieve de la zona de estudio. El muestreo se realizó utilizando una ecosonda EA400 con un transductor Sidescan Sonar de Simrad. El transductor se colocó en un lateral de la embarcación mediante un soporte de acero, una pértiga y una tabla de madera, de manera que queda totalmente fijado y situado por debajo del casco de la embarcación (a unos 0,50 m de la superficie) para evitar interferencias, con una apertura del haz de 49°. El cable del transductor se conecta a la ecosonda y esta a su vez al ordenador de trabajo. Además, existe una conexión GPS-ordenador, que nos permite georreferenciar los datos acústicos. La lectura de los datos fueron almacenados en formato .raw y visualizados con el software Sonar5-Pro. Para ello, los ficheros han de ser convertidos a la extensión .uuu. Los datos son tratados en Matlab y se aplica la función TVG 20 para compensar las posibles pérdidas por transmisión.

A continuación, se muestra un resumen de las estaciones de muestreo, ordenadas de menor a mayor profundidad, indicando la fecha de muestreo, si se trata de borde o superficie de la plataforma, las coordenadas y la profundidad máxima (*Tabla 1*).

Tabla 1. Descripción de las estaciones de muestreo ordenadas según batimetría.

Estaciones de muestreo	Fecha	Borde (B)/ Superficie (S)	Coordenadas	Profundidad máxima (m)
1	16/06/2019	S	39° 1.288'N 0° 9.262'O	15,4
2	07/06/2019	S	39° 1.400'N 0° 9.088'O	16
3	29/07/2019	B	39° 1.366'N 0° 9.006'O	19
4	23/08/2019	S	39° 5.593'N 0° 7.218'O	23,3
5	05/08/2019	S	39° 5.560'N 0° 7.115'O	24,9
6	30/08/2019	S	39° 5.314'N 0° 7.536'O	26
7	12/07/2019	S	39° 5.876'N 0° 6.663'O	28,2
8	20/06/2019	S	39° 5.679'N 0° 6.537'O	28,4
9	03/08/2019	B	39° 5.773'N 0° 6.491'O	31,6

4 Resultados y discusión

4.1 Inventario de especies

Los resultados se muestran individualizados para cada estación de muestreo, dónde primero se describe la estación y posteriormente se muestran los resultados de macroalgas, esponjas, briozoos e ictiofauna representados en tablas. Y, por último, de manera generalizada, se muestra una tabla con los resultados obtenidos de la metodología del vecino más cercano, aplicada a las gorgonias.

Estación 1:

Situada en la superficie de la plataforma, con una profundidad máxima de 15,4 m. Se trata de una zona con mucha deposición de sedimento, donde predomina un coralígeno en montículos con altura de 0,5 a 1 m. Con una temperatura media de 21°C, no se constató presencia de termoclina.

Se inventariaron un total de 15 especies de algas (*Tabla 2*), siendo las algas rojas las más abundantes. Destaca la presencia de *P. rubra* junto con *L. lallemandii* y *W. setacea*, ambas especies invasoras.

Tabla 2. Resultados de macroalgas en la estación 1.

Macroalgas		
	Cobertura (%)	Características
Algas pardas (Ochrophyta)		
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	8	Común, perenne
<i>Dictyota dichotoma</i>	9	Común
<i>Dictyota dichotoma</i> var. <i>intricata</i>	3	Común, subcosmopolita
<i>Padina pavonica</i>	1	Frecuente de fondos bien iluminados
<i>Zanardinia typus</i>	4	Común
Algas rojas (Rodophyta)		
<i>Halymenia floresii</i>	4	Común
<i>Lithophyllum stictaeforme</i>	5	Bioconstructora
<i>Lophocladia lallemandii</i>	13	Invasora
<i>Mesophyllum alternans</i>	11	Bioconstructora
<i>Nemastoma dumontioides</i>	5	Endémica
<i>Peyssonnelia rubra</i>	18	Común, epifítica
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	15	Común
<i>Womersleyella setacea</i>	15	Invasora
Algas verdes (Chlorophyta)		
<i>Codium vermilara</i>	1	Común
<i>Flabellia petiolata</i>	6	Muy común, en ambientes sombríos

En cuanto al reino animal, se inventariaron 2 especies de esponjas (*Tabla 3*), una de ellas endémica, 6 especies de briozoos (*Tabla 4*) y 2 especies de ictiofauna (*Tabla 5*). Además, durante la inmersión se presenciaron organismos como *Prostheceraeus splendidus* (platelminto), *Paracentrotus lividus* (erizo de mar común) o ascidias coloniales de la familia *Didemnidae*. Se tomaron mediciones de distancia de 26 individuos de *Eunicella singularis*, en su mayoría de tamaño pequeño. Las distancias registradas son bastantes grandes, de 1 a 6 m.

Tabla 3. Resultados de esponjas en la estación 1.

Esponjas		
	Cobertura (%)	Características
<i>Crambe crambe</i>	1	Incrustante, amplia distribución batimétrica
<i>Spirastrella cunctatrix</i>	3	Incrustante, endémica, hasta 60 m de profundidad

Tabla 4. Resultados de briozoos en la estación 1.

Briozoos
<i>Cellepora pumicosa</i>
<i>Celleporina</i> spp.
<i>Fron dipora verrucosa</i>
<i>Myriapora truncata</i>
<i>Pentapora fascialis</i>
<i>Reteporella</i> spp.

Tabla 5. Resultados de ictiofauna en la estación 1.

Ictiofauna		
	Tiempo de aparición	Simultaneidad
<i>Muraena helena</i>	47'26"	1
<i>Serranus cabrilla</i>	60'00"	1

Estación 2:

Se encuentra en la superficie de la plataforma, a una profundidad máxima de 16 m. De nuevo nos encontramos ante una zona con mucha deposición de sedimento con coralígeno en montículos de pequeño tamaño, con una altura de entre 0,5 a 1 m. No se apreció la presencia de termoclina, siendo la temperatura media de 19°C.

Se inventariaron 13 especies de macroalgas (Tabla 6), todas ellas comunes. Cabe destacar que se trata de un lugar con predominio de algas constructoras, con 3

especies bioconstrutoras primarias y una elevada cobertura de *P. squamaria*. A diferencia de la estación 1, no se han inventariado especies invasoras.

Tabla 6. Resultados de macroalgas en la estación 2.

Macroalgas		
	Cobertura (%)	Características
Algas pardas (Ochrophyta)		
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	3	Común, perenne
<i>Dictyota dichotoma</i>	19	Común
<i>Dictyota dichotoma</i> var. <i>intricata</i>	4	Común, subcosmopolita
Algas rojas (Rodophyta)		
<i>Contarinia squamariae</i>	1	Común, epifítica de <i>Peyssonnelia</i> sp.
<i>Hydrolithon farinosum</i>	3	Muy común, epifítica
<i>Lithophyllum stictaeforme</i>	10	Bioconstrutora
<i>Mesophyllum alternans</i>	28	Bioconstrutora
<i>Neogoniolithon mamillosum</i>	3	Bioconstrutora
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	73	Muy común
<i>Polysiphonia subulifera</i>	5	Común, epifítica
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	11	Común
Algas verdes (Chlorophyta)		
<i>Cladophora dalmatica</i>	1	Cosmopolita
<i>Flabellia petiolata</i>	5	Muy común, en ambientes sombríos

El muestreo de ictiofauna no fue eficaz, pues debido a la corriente, la jaula cayó sobre un fondo arenoso por lo que no hay datos de ictiofauna en esta estación, de modo que sólo se pudieron inventariar esponjas (2 especies) (Tabla 7) y briozoos (7 especies) (Tabla 8). Además, se observaron equinodermos como *Echinaster sepositus* (estrella de mar roja) o *Ophiotrix fragilis* (ofiura de espinas finas). En cuanto al muestreo de gorgonias, se registraron distancias de 12 individuos, de tamaño pequeño y alejados entre sí.

Tabla 7. Resultados de esponjas en la estación 2.

Esponjas		
	Cobertura (%)	Características
<i>Fasciospongia cavernosa</i>	1	Perforante, endémica
<i>Spirastrella cunctatrix</i>	5	Incrustante, endémica, hasta 60 m de profundidad

Tabla 8. Resultado de briozoos en la estación 2.

Briozoos
<i>Cellepora pumicosa</i>
<i>Celleporina</i> spp.
<i>Membranipora</i> spp.
<i>Myriapora truncata</i>
<i>Schizobrachiella</i> spp.
<i>Schizoporella</i> spp.
<i>Scrupocellaria</i> spp.

Estación 3:

Esta estación se corresponde con el borde de la plataforma de la zona de la Viñeta. Con una profundidad máxima de 19 m, nos encontramos ante un coralígeno en pared de hasta 2 m de alto donde se realizó un muestreo de un total de 7 cuadrados. Se notificó una termoclina a 16 m con una variación de 4°C, siendo la temperatura media de 26°C.

Se listaron (Tabla 9) 5 especies de algas pardas de las cuales 1 es endémica, 13 especies de algas rojas de las cuales destaca la elevada cobertura de *L. lallemandii*, especie invasora, seguida de las 3 especies bioconstructoras y 3 especies de algas verdes, siendo una de ellas propia de ambientes contaminados.

Tabla 9. Resultado de macroalgas en la estación 3.

Macroalgas		
	Cobertura (%)	Características
Algas pardas (Ochrophyta)		
<i>Acinetospora crinita</i>	11	Cosmopolita, recubriendo el sustrato
<i>Cystoseira foeniculacea</i> f. <i>latiramosa</i>	11	Endémica
<i>Dictyota dichotoma</i>	9	Común
<i>Dictyota dichotoma</i> var. <i>intricata</i>	6	Común, subcosmopolita
<i>Zanardinia typus</i>	1	Común
Algas rojas (Rodophyta)		
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	5	Especie introducida
<i>Ceramium virgatum</i>	12	Común, epifítica, en zonas con hidrodinamismo
<i>Halymenia floresii</i>	3	Muy común en primavera y verano
<i>Herposiphonia secunda</i>	20	Muy común, epifítica
<i>Heterosiphonia crispella</i>	19	Común, epifítica, perenne
<i>Hydrolithon farinosum</i>	1	Común, epilítica
<i>Lithophyllum stictaeforme</i>	10	Bioconstructora
<i>Lophocladia lallemandii</i>	83	Invasora
<i>Mesophyllum alternans</i>	9	Bioconstructora
<i>Neogoniolithon mamillosum</i>	22	Bioconstructora
<i>Peyssonnelia crispata</i>	3	Epilítica, hábitats sombríos con hidrodinamismo
<i>Peyssonnelia rubra</i>	1	Común, epilítica
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	1	Muy común, en ambientes sombríos
Algas verdes (Chlorophyta)		
<i>Cladophora pellucida</i>	1	Hábitats sombríos con hidrodinamismo
<i>Derbesia tenuissima</i>	3	Propia de zonas contaminadas
<i>Flabellia petiolata</i>	3	Muy común, en ambientes sombríos

En esta estación se inventariaron 4 especies de esponjas (Tabla 10), una de ellas arborescente, que no había sido registrada anteriormente, 5 especies de briozoos (Tabla 11) y 3 de ictiofauna (Tabla 12), todas ellas comunes. También se observaron

organismos como *Echinaster sepositus* (estrella de mar roja), un gran número de *Halocynthia papillosa* (ascidia roja), nudibranquios como *Hypselodoris fontandraui* y *Flabellina affinis*, además de cnidarios como *Leptogorgia sarmentosa* (gorgonia poco frecuente en la zona) o poblaciones de *Parazoanthus axinellae* (antozoo).

Tabla 10. Resultado de esponjas en la estación 3.

Esponjas		
	Cobertura (%)	Características
<i>Axinella damicornis</i>	1	Arborescente, amplia distribución batimétrica
<i>Crambe crambe</i>	1	Incrustante, amplia distribución batimétrica
<i>Phorbas tenacior</i>	2	Incrustante, endémica, amplia distribución batimétrica
<i>Spirastrella cunctatrix</i>	7	Incrustante, endémica, hasta 60 m de profundidad

Tabla 11. Resultados de briozoos en la estación 3.

Briozoos
<i>Cellepora pumicosa</i>
<i>Fron dipora verrucosa</i>
<i>Myriapora truncata</i>
<i>Pentapora fascialis</i>
<i>Schizobrachiella</i> spp.

Tabla 12. Resultados de ictiofauna en la estación 3.

Ictiofauna		
	Tiempo de aparición	Simultaneidad
<i>Chromis chromis</i>	1'30"	5
<i>Coris julis</i>	45'00"	1
<i>Serranus cabrilla</i>	12'00'	2

Estación 4:

Esta estación pertenece a la superficie de la plataforma. Con una profundidad máxima de 23,3 m encontramos un coralígeno en forma de cornisa sobre un sedimento biogénico. La temperatura media fue de 29°C, con presencia de termoclina con una variación de 4°C a 19 m. Destaca la presencia de matas de *Posidonia oceanica* y grandes extensiones de *M. alternans* y *L. stictaeforme*.

Se han inventariado 44 especies de macroalgas (Tabla 13): 8 especies de algas pardas, todas comunes, destacando el género Dictyotales, 31 especies de algas rojas, resaltando la cobertura de algas epifíticas y 5 especies de algas verdes, siendo la más abundante *Caulerpa* sp., especie invasora.

Tabla 13. Resultados de macroalgas en la estación 4.

Macroalgas		
	Cobertura (%)	Características
Algas pardas (Ochrophyta)		
<i>Acinetospora crinita</i>	16	Cosmopolita, recubriendo el sustrato
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	6	Común, perenne
<i>Dictyota dichotoma</i>	19	Común
<i>Dictyota dichotoma</i> var. <i>intricata</i>	9	Común, subcosmopolita
<i>Halopteris filicina</i>	1	Perenne, subcosmopolita
<i>Nereia filiformis</i>	3	Epifítica de <i>Peyssonnelia</i> sp.
<i>Sphacelaria plumula</i>	3	Común
<i>Zanardinia typus</i>	1	Común
Algas rojas (Rodophyta)		
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	3	Común
<i>Aglaothamnion tripinnatum</i>	4	Común
<i>Alsidium corallinum</i>	6	Perenne
<i>Amphibora rubra</i>	4	Común, epifítica
<i>Botryocladia botryoides</i>	3	Común, perenne
<i>Ceramium virgatum</i>	3	Común, epifítica, en zonas con hidrodinamismo
<i>Champia parvula</i>	5	Común, epifítica
<i>Dasya rigidula</i>	1	En zonas con fuertes corrientes unidireccionales
<i>Herposiphonia secunda</i>	1	Muy común, epifítica

Macroalgas		
	Cobertura (%)	Características
<i>Hydrolithon farinosum</i>	5	Común, epilítica
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	1	Común, en ambientes sombríos
<i>Laurencia chondrioides</i>	13	Estival, en zonas profundas
<i>Lithophyllum stictaeforme</i>	16	Bioconstructora
<i>Lophocladia lallemandii</i>	1	Invasora
<i>Mesophyllum alternans</i>	11	Bioconstructora
<i>Osmundaria volubilis</i>	7	Común, en zonas profundas
<i>Peyssonnelia bornetii</i>	1	Común, en ambientes sombríos
<i>Peyssonnelia coriacea</i>	9	Epilítica, en zonas profundas
<i>Peyssonnelia crispata</i>	4	Epilítica, hábitats sombríos con hidrodinamismo
<i>Peyssonnelia rubra</i>	9	Común, epifítica
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	5	Muy común, en ambientes sombríos
<i>Plocamium cartilagineum</i>	3	Común, en zonas con alto hidrodinamismo
<i>Polysiphonia subulifera</i>	43	Común, epifítica
<i>Pterothamnion plumula</i>	18	Común, epifítica, ambientes sombríos
<i>Rytiphlaea tinctoria</i>	8	Epilítica, en gran variedad de ambientes
<i>Seirospora giraudyi</i>	1	Muy común, epifítica
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	8	Común, tolerante a la contaminación
<i>Tricleocarpa fragilis</i>	1	Común, soporta ambientes desfavorables
<i>Womersleyella setacea</i>	8	Invasora
<i>Wrangelia penicillata</i>	1	Común, epilítica o epifítica
<i>Wurdemannia miniata</i>	4	Epilítica o epifítica
Algas verdes (Chlorophyta)		
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>cylindracea</i>	5	Especie exótica
<i>Cladophora nigrescens</i>	1	Común, en zonas con abundante sedimento
<i>Derbesia tenuissima</i>	1	Propia de zonas contaminadas
<i>Flabellia petiolata</i>	1	Muy común, en ambientes sombríos
<i>Halimeda tuna</i>	1	Especie clave

En cuanto a invertebrados, se han inventariado 2 especies de esponjas (Tabla 14), 1 especie de briozoo (Tabla 15) y 5 de ictiofauna (Tabla 16), todas ellas frecuentes del Mediterráneo. Otros organismos observados fueron ascidias coloniales de la familia *Didemnidae*, un individuo de *Palinurus elephans* (langosta común) y varios individuos de pequeño tamaño de *Cladocora caespitosa* (madrépora mediterránea), cuya tendencia poblacional ha decaído tanto en los últimos años que se encuentra catalogada como especie amenazada por la IUCN. En esta estación el número de *Eunicella singularis* muestreadas es de 6 individuos de tamaño medio y con distancias muy elevadas de 5 a 8 m.

Tabla 14. Resultados de esponjas en la estación 4.

Esponjas		
	Cobertura (%)	Características
<i>Axinella damicornis</i>	1	Arborescente, amplia distribución batimétrica
<i>Phorbas tenacior</i>	2	Incrustante, endémica, amplia distribución batimétrica

Tabla 15. Resultados de briozoos en la estación 4.

Briozoos
<i>Myriapora truncata</i>

Tabla 16. Resultados de ictiofauna en la estación 4.

Ictiofauna		
	Tiempo de aparición	Simultaneidad
<i>Chromis chromis</i>	2'16"	4
<i>Coris julis</i>	0'14"	2
<i>Serranus cabrilla</i>	1'17"	3
<i>Serranus scriba</i>	15'13'	1
<i>Symphodus melanocercus</i>	1°08'50"	1

Estación 5:

Esta estación se encuentra a una profundidad máxima de 24,9 m formando parte de la superficie de la plataforma. En ella, el coralígeno forman una llanura extensa de hasta 1 m de altura. La temperatura media fue de 25°C, con termoclina de 8°C de variación en torno a 19 m.

Se han inventariado 32 especies de macroalgas (Tabla 17), donde 3 de ellas son algas invasoras. Además, destaca notablemente la presencia de *Acinetospora crinita*, un alga parda que recubre por completo al coralígeno a modo de velo.

Tabla 17. Resultados de macroalgas en la estación 5.

Macroalgas		
	Cobertura (%)	Características
Algas pardas (Ochrophyta)		
<i>Acinetospora crinita</i>	100	Cosmopolita, recubriendo el sustrato
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	4	Común, perenne
<i>Dictyota dichotoma</i>	13	Común
<i>Dictyota dichotoma</i> var. <i>intricata</i>	23	Común, subcosmopolita
<i>Zanardinia typus</i>	4	Común
Algas rojas (Rodophyta)		
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	1	Común
<i>Asidium corallinum</i>	9	Perenne
<i>Amphibora rubra</i>	6	Común, epilítica
<i>Cryptonemia lomation</i>	1	Muy común, epifítica
<i>ErythroGLOSSUM balearicum</i>	1	Rara, en zonas profundas
<i>Heterosiphonia crispella</i>	1	Común, epifítica, perenne
<i>Hydrolithon farinosum</i>	3	Común, epilítica
<i>Laurencia chondrioides</i>	11	Estival, en zonas profundas
<i>Lithophyllum stictaeforme</i>	13	Bioconstructora
<i>Lophocladia lallemandii</i>	4	Invasora
<i>Mesophyllum alternans</i>	14	Bioconstructora
<i>Neogoniolithon mamillosum</i>	4	Bioconstructora
<i>Osmundaria volubilis</i>	3	Común, en zonas profundas
<i>Peyssonnelia coriacea</i>	5	Epilítica, en zonas profundas
<i>Peyssonnelia crispata</i>	4	Epilítica, hábitats sombríos con hidrodinamismo
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	11	Muy común, en lugares sombríos
<i>Phyllophora crispa</i>	3	Común, en ambientes sombríos
<i>Polysiphonia subulifera</i>	14	Común, epifítica

Macroalgas		
	Cobertura (%)	Características
<i>Pterothamnion plumula</i>	6	Común, epifítica, ambientes sombríos
<i>Rytiphlaea tinctoria</i>	6	Epilítica, en gran variedad de ambientes
<i>Tricleocarpa fragilis</i>	1	Común, soporta ambientes desfavorables
<i>Womersleyella setacea</i>	3	Invasora
<i>Wrangelia penicillata</i>	1	Común, epilítica o epifítica
Algas verdes (Chlorophyta)		
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>cylindracea</i>	3	Especie exótica
<i>Codium bursa</i>	4	Común
<i>Flabellia petiolata</i>	3	Muy común, en ambientes sombríos
<i>Valonia utricularis</i>	1	Perenne, en ambientes sombríos

En cuanto a organismos invertebrados, se han inventariado 2 especies de esponjas (Tabla 18), 1 especie de briozoo (Tabla 19) y 3 de ictiofauna (Tabla 20), todas ellas comunes. Otros organismos presentes fueron *Echinaster sepositus* (estrella de mar roja) y *Felimare tricolor* (nudibranquio). Durante la inmersión no fueron observados individuos de *Eunicella singularis*, por lo que esta estación carece de muestreo de gorgonarios.

Tabla 18. Resultados de esponjas en la estación 5.

Esponjas		
	Cobertura (%)	Características
<i>Chondrosia reniformis</i>	1	Petrificada, en hábitats umbríos, hasta 50 m de profundidad
<i>Spirastrella cunctatrix</i>	1	Incrustante, endémica, hasta 60 m de profundidad

Tabla 19. Resultados de briozoos en la estación 5.

Briozoos
<i>Myriapora truncata</i>

Tabla 20. Resultados de ictiofauna en la estación 5.

Ictiofauna		
	Tiempo de aparición	Simultaneidad
<i>Chromis chromis</i>	3'60"	5
<i>Coris julis</i>	25'40"	1
<i>Serranus cabrilla</i>	3'20'	2

Estación 6:

Estación correspondiente a la superficie. Se encuentra a una profundidad máxima de 26 m, con un coralígeno distribuido en montículos de 1 m de altura sobre un sedimento biogénico en el que además se encuentran extensiones de *D. dichotoma*. La temperatura media fue de 27°C y no se detectó presencia de termoclina.

Se han inventariado 37 especies de macroalgas (Tabla 21), de las cuales 6 son algas pardas, destacando de nuevo la cobertura de *A. crinita*, 29 algas rojas, en su mayoría epifíticas y 2 algas verdes, una de ellas propia de ambientes contaminados.

Tabla 21. Resultados de macroalgas en la estación 6.

Macroalgas		
	Cobertura (%)	Características
Algas pardas (Ochrophyta)		
<i>Acinetospora crinita</i>	28	Cosmopolita, recubriendo el sustrato
<i>Dictyota dichotoma</i>	13	Común
<i>Dictyota dichotoma</i> var. <i>intricata</i>	5	Común, subcosmopolita
<i>Halopteris filicina</i>	1	Perenne, subcosmopolita
<i>Nereia filiformis</i>	4	Epifítica de <i>Peyssonnelia</i> sp.
<i>Zanardinia typus</i>	3	Común
Algas rojas (Rodophyta)		

Macroalgas		
	Cobertura (%)	Características
<i>Acrodiscus vidovichii</i>	4	Propia de ambientes sombríos
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	4	Común
<i>Aglaothamnion tripinnatum</i>	5	Común
<i>Alsidium corallinum</i>	6	Perenne
<i>Amphibora rubra</i>	3	Común, epilítica
<i>Amphiroa beauvoisii</i>	1	Común, en ambientes sombríos
<i>Champia parvula</i>	3	Común, epifítica
<i>Contarinia squamariae</i>	3	Común, epifítica de <i>Peyssonnelia</i> sp.
<i>Cryptonemia lomation</i>	4	Común, en grietas o extraplomos
<i>Dasya rigidula</i>	4	En zonas con fuertes corrientes unidireccionales
<i>Eupogodon planus</i>	4	Común
<i>Herposiphonia secunda</i>	4	Muy común, epifítica
<i>Heterosiphonia crispella</i>	4	Común, epifítica, perenne
<i>Hydrolithon farinosum</i>	5	Común, epilítica
<i>Laurencia chondrioides</i>	9	Estival, en zonas profundas
<i>Lithophyllum stictaeforme</i>	8	Bioconstructora
<i>Mesophyllum alternans</i>	5	Bioconstructora
<i>Peyssonnelia bornetii</i>	3	Común, en ambientes sombríos
<i>Peyssonnelia coriacea</i>	3	Epilítica, en zonas profundas
<i>Peyssonnelia crispata</i>	4	Epilítica, hábitats sombríos con hidrodinamismo
<i>Peyssonnelia rubra</i>	9	Común, epifítica
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	11	Muy común, en ambientes sombríos
<i>Polysiphonia subulifera</i>	28	Común, epifítica
<i>Pterothamnion plumula</i>	19	Común, epifítica, ambientes sombríos
<i>Rytiphlaea tinctoria</i>	6	Epilítica, en gran variedad de ambientes
<i>Tricleocarpa fragilis</i>	3	Común, soporta ambientes desfavorables
<i>Womersleyella setacea</i>	9	Invasora
<i>Wrangelia penicillata</i>	6	Común, epilítica o epifítica

Macroalgas		
	Cobertura (%)	Características
<i>Wurdemannia miniata</i>	4	Epilítica o epifítica
Algas verdes (Chlorophyta)		
<i>Derbesia tenuissima</i>	1	Propia de zonas contaminadas
<i>Flabellia petiolata</i>	3	Muy común, en ambientes sombríos

En esta estación se han inventariado 4 especies de esponjas (Tabla 22), una de ellas arborescente, que no había sido registrada anteriormente, y 1 especie de briozoo (Tabla 23). No ha sido posible realizar el muestreo de ictiofauna. Se observaron también pequeños individuos de *Cladocora caespitosa* (madrépora mediterránea) clasificada como amenazada en la lista roja de la IUCN, ascidias como *Halocynthia papillosa*, un gran número de miscidáceos y dos individuos de *Hypselodoris fontandraui* (nudribranquio). Se tomaron mediciones de 15 individuos de *E. singularis* con distancias medias, algunas incluso inferiores a 1 m.

Tabla 22. Resultado de esponjas en la estación 6.

Esponjas		
	Cobertura (%)	Características
<i>Axinella verrucosa</i>	2	Arborescente, amplia distribución batimétrica
<i>Phorbas tenacior</i>	4	Incrustante, endémica, amplia distribución batimétrica
<i>Raspaciona aculeata</i>	1	Incrustante, lobulada, en hábitats sombríos
<i>Spirastrella cunctatrix</i>	7	Incrustante, endémica, hasta 60 m de profundidad

Tabla 23. Resultados de briozoos en la estación 6.

Briozoos		
<i>Myriapora truncata</i>		

Estación 7:

Esta estación, situada a 28,2 m de profundidad, situada en la superficie de la plataforma. Nos encontramos ante un coralígeno en forma de llanura. Se registró presencia de termoclina a 12 m con una variabilidad de 5°C, siendo la temperatura media de 21,4°C.

Se inventariaron 27 especies de macroalgas (Tabla 24): 9 algas pardas, de las cuales 2 son especies endémicas, estando una de ellas protegida por el Convenio de Barcelona, de nuevo, domina por su elevada cobertura el género Dictyotales, 15 algas rojas, destacando la abundancia de dos especies características de zonas profundas como *O. volubilis* o *P. coriacea* y 3 algas verdes, una de ellas especie clave.

Tabla 24. Resultados de macroalgas en la estación 7.

Macroalgas		
	Cobertura (%)	Características
Algas pardas (Ochrophyta)		
<i>Acinetospora crinita</i>	90	Cosmopolita, recubriendo el sustrato
<i>Cystoseira spinosa</i> var. <i>compressa</i>	4	Endémica, en zonas profundas
<i>Cystoseira spinosa</i> var. <i>spinosa</i>	6	Endémica, perenne, muy sensible
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	8	Común, perenne
<i>Dictyota dichotoma</i>	19	Común
<i>Dictyota dichotoma</i> var. <i>intricata</i>	39	Común, subcosmopolita
<i>Feldmannia lebelii</i>	8	Epifítica de <i>Cystoseira</i> sp.
<i>Sargassum vulgare</i>	4	Común, perenne
<i>Zanardinia typus</i>	1	Común
Algas rojas (Rodophyta)		
<i>Chylocladia verticillata</i>	1	Común, perenne
<i>Cryptonemia lomation</i>	1	Común, en grietas o extraplomos
<i>Eupogodon spinellus</i>	3	Ocasional, en zonas profundas
<i>Hydrolithon farinosum</i>	1	Muy común, epifítica
<i>Laurencia chondrioides</i>	5	Rara, en zonas profundas
<i>Lithophyllum stictaeforme</i>	3	Bioconstructora
<i>Mesophyllum alternans</i>	8	Bioconstructora
<i>Mesophyllum expansum</i>	8	Común, en zonas profundas
<i>Neogoniolithon mamillosum</i>	9	Bioconstructora
<i>Osmundaria volubilis</i>	27	Común, en zonas profundas
<i>Peyssonnelia coriacea</i>	19	Epilítica, en zonas profundas
<i>Polysiphonia subulifera</i>	4	Muy común en primavera y verano
<i>Rytiphlaea tinctoria</i>	4	Común, epilítica

Macroalgas		
	Cobertura (%)	Características
<i>Seirospora giraudyi</i>	4	Muy común, en zonas profundas
<i>Womersleyella setacea</i>	6	Invasora
Algas verdes (Chlorophyta)		
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>cylindracea</i>	4	Especie exótica
<i>Codium bursa</i>	3	Común
<i>Halimeda tuna</i>	3	Especie clave

En cuanto a invertebrados han sido inventariados 2 especies de esponjas (Tabla 25), ambas incrustantes, 2 especies de briozoos (Tabla 26) y 5 de ictiofauna (Tabla 27). También fueron observados un individuo de *Hypselodoris fontandraui* (nudibranquio), un individuo de *Dardanus calidus* (gran ermitaño rojo), ascidias coloniales de la familia *Didemnidae* e individuos de *Ophiotrix fragilis* (ofiura de espinas finas). Se muestrearon 11 individuos de *E. singularis*, de tamaño medio, pero con distancias elevadas entre sí, de 2 a 8 m.

Tabla 25. Resultados de esponjas en la estación 7.

Esponjas		
	Cobertura (%)	Características
<i>Phorbas tenacior</i>	1	Incrustante, endémica, amplia distribución batimétrica
<i>Spirastrella cunctatrix</i>	8	Incrustante, endémica, hasta 60 m de profundidad

Tabla 26. Resultados de briozoos en la estación 7.

Briozoos		
<i>Bugula</i> spp.		
<i>Reteporella</i> spp.		

Tabla 27. Resultado de ictiofauna en la estación 7.

Ictiofauna		
	Tiempo de aparición	Simultaneidad
<i>Chromis chromis</i>	0'35''	7

Ictiofauna		
	Tiempo de aparición	Simultaneidad
<i>Coris julis</i>	1'55"	2
<i>Diplodus vulgaris</i>	9'11"	1
<i>Muraena helena</i>	1°08'15"	1
<i>Serranus cabrilla</i>	19'08'	1

Estación 8:

Esta estación se encuentra a 28,4 m de profundidad, perteneciendo a la superficie del coralígeno. Un coralígeno extenso y llano. Se registró a 15 m una termoclina con una variación de 4°C, siendo la temperatura media de 22°C.

Se inventariaron un total de 25 especies de macroalgas (Tabla 28): 3 pardas todas ellas pertenecientes al género Dictyotales, 21 rojas, destacando la cobertura de *O. volubilis* y *Peyssonnelia* spp. y 1 verde, todas comunes, excepto una especie de alga roja que se trata de una especie introducida. De nuevo, nos volvemos a encontrar ante algunas especies características de zonas profundas.

Tabla 28. Resultados de macroalgas en la estación 8.

Macroalgas		
	Cobertura (%)	Características
Algas pardas (Ochrophyta)		
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	3	Común, perenne
<i>Dictyota dichotoma</i>	18	Común
<i>Dictyota dichotoma</i> var. <i>intricata</i>	4	Común, subcosmopolita
Algas rojas (Rodophyta)		
<i>Alsidium corallinum</i>	15	Perenne
<i>Antithamnion amphigeneum</i>	4	Especie introducida
<i>Chylocladia verticillata</i>	6	Común, perenne
<i>Contarinia squamariae</i>	3	Común, epifítica de <i>Peyssonnelia</i> sp.
<i>Cryptonema lomation</i>	5	Común, en grietas o extraplomos
<i>Erythrogloussum balearicum</i>	1	Rara, en zonas profundas
<i>Gracilaria bursa-pastoris</i>	4	Muy común en primavera y verano
<i>Herposiphonia secunda</i>	1	Muy común, epifítica

Macroalgas		
	Cobertura (%)	Características
<i>Hydrolithon farinosum</i>	1	Muy común, epifítica
<i>Kallymenia patens</i>	3	Rara, en zonas profundas
<i>Laurencia chondrioides</i>	13	Rara, en zonas profundas
<i>Lithophyllum stictaeforme</i>	3	Bioconstructora
<i>Mesophyllum alternans</i>	8	Bioconstructora
<i>Mesophyllum expansum</i>	14	Común, en zonas profundas
<i>Neogoniolithon mamillosum</i>	1	Bioconstructora
<i>Osmundaria volubilis</i>	28	Común, en zonas profundas
<i>Peyssonnelia rubra</i>	24	Común, epifítica
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	8	Muy común, en hábitats calmados
<i>Polysiphonia subulifera</i>	11	Muy común en primavera y verano
<i>Rytiphlaea tinctoria</i>	5	Común, epilítica
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	5	Común, tolerante a la contaminación
Algas verdes (Chlorophyta)		
<i>Flabellia petiolata</i>	1	Muy común, en ambientes sombríos

Se inventariaron 3 especies de esponjas (*Tabla 29*) con una cobertura mayor en comparación con el resto de estaciones, 3 de briozoos (*Tabla 30*) y 1 de ictiofauna (*Tabla 31*). Con respecto al resultado de ictiofauna, la jaula cayó en posición invertida, por lo que es posible que algunas especies que pudieron estar presentes no fueron registradas por la cámara. Además, durante la inmersión se observó un individuo de *Discodoris atromaculata* (nudibranquio conocido como vaquita de mar) y un ejemplar de pulpo común (*Octopus vulgaris*) de gran tamaño. Durante la inmersión no se encontraron individuos de *E. singularis* por lo que el muestreo de distancias de gorgonarios no fue realizado.

Tabla 29. Resultado de esponjas en la estación 8.

Esponjas		
	Cobertura (%)	Características
<i>Crambe crambe</i>	5	Incrustante, amplia distribución batimétrica
<i>Phorbas tenacior</i>	4	Incrustante, endémica, amplia distribución batimétrica
<i>Spirastrella cunctatrix</i>	7	Incrustante, endémica, hasta 60 m de profundidad

Tabla 30. Resultado de briozoos en la estación 8.

Briozoos
<i>Schizobrachiella</i> spp.
<i>Schizoporella</i> spp.
<i>Scrupocellaria</i> spp.

Tabla 31. Resultados de ictiofauna en la estación 8.

Ictiofauna		
	Tiempo de aparición	Simultaneidad
<i>Chromis chromis</i>	1'25"	11

Estación 9:

Esta estación se corresponde con el borde del coralígeno, encontrándose a 31,6 m de profundidad. Se trata de un coralígeno en pared donde se realizaron 4 cuadrados de muestreo ya que a esta profundidad el tiempo de inmersión es escaso. La temperatura media registrada fue de 26°C, con una termoclina a 19 m con 8°C de variación.

Han sido inventariadas 39 especies de algas (Tabla 32): 7 pardas, donde de nuevo vuelve a ser protagonista *A. crinita* por su elevada cobertura, y otra, por ser endémica, 27 rojas, destacando el género *Peyssonnelia* y 5 verdes, de las cuales una es exótica, otra propia de ambientes contaminados y otra es especie clave.

Tabla 32. Resultado de macroalgas en la estación 9.

Macroalgas		
	Cobertura (%)	Características
Algas pardas (Ochrophyta)		
<i>Acinetospora crinita</i>	73	Cosmopolita, recubriendo el sustrato
<i>Cladosiphon mediterraneus</i>	10	Endémica
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	4	Común, perenne
<i>Dictyota dichotoma</i>	6	Común
<i>Dictyota dichotoma</i> var. <i>intricata</i>	11	Común, subcosmopolita
<i>Nereia filiformis</i>	1	Epifítica de <i>Peyssonnelia</i> sp.
<i>Zanardinia typus</i>	6	Común

Macroalgas		
	Cobertura (%)	Características
Algas rojas (Rodophyta)		
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	1	Común
<i>Aglaothamnion tripinnatum</i>	3	Común
<i>Alsidium corallinum</i>	3	Perenne
<i>Amphibora rubra</i>	3	Común, epilítica
<i>Ceramium virgatum</i>	1	Común, epifítica, en zonas con hidrodinamismo
<i>Champia parvula</i>	1	Común, epifítica
<i>Contarinia squamariae</i>	1	Común, epifítica de <i>Peyssonnelia</i> sp.
<i>Cryptonemia lomation</i>	3	Muy común, epifítica
<i>Dasya baillouviana</i>	5	En zonas con fuertes corrientes unidireccionales
<i>Eupogodon planus</i>	1	Común
<i>Eupogodon spinellus</i>	3	Ocasional, anual
<i>Gloiocladia furcata</i>	3	Común
<i>Gulsonia nodulosa</i>	11	Abundante, epifítica
<i>Herposiphonia secunda</i>	3	Común, epifítica
<i>Heterosiphonia crispella</i>	3	Común, epifítica, perenne
<i>Laurencia chondrioides</i>	8	Estival, en zonas profundas
<i>Lithophyllum stictaeforme</i>	5	Bioconstructora
<i>Lithothamnion valens</i>	1	Rara, perenne
<i>Mesophyllum alternans</i>	10	Bioconstructora
<i>Osmundaria volubilis</i>	2	Común, en zonas profundas
<i>Peyssonnelia coriacea</i>	10	Epilítica, en zonas profundas
<i>Peyssonnelia crispata</i>	3	Epilítica, hábitats sombríos con hidrodinamismo
<i>Peyssonnelia rubra</i>	1	Común, epifítica
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	15	Muy común, en ambientes sombríos
<i>Polysiphonia subulifera</i>	3	Común, epifítica
<i>Pterothamnion plumula</i>	9	Común, epifítica, ambientes sombríos
<i>Rytiphlaea tinctoria</i>	5	Epilítica, en gran variedad de ambientes

Macroalgas		
	Cobertura (%)	Características
Algas verdes (Chlorophyta)		
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>cylindracea</i>	5	Especie exótica
<i>Codium bursa</i>	3	Común
<i>Derbesia tenuissima</i>	1	Propia de zonas contaminadas
<i>Flabellia petiolata</i>	1	Muy común, en ambientes sombríos
<i>Halimeda tuna</i>	1	Especie clave

En cuanto a invertebrados se han inventariado 4 especies de esponjas (*Tabla 33*), cuya cobertura es notablemente mayor, 2 especies de briozoos (*Tabla 34*), una de ellas endémica y 1 especie de ictiofauna (*Tabla 35*). Se observaron hidrozooos como *Aglaophenia* sp. y *Thecocalus* sp. propios de suelos duros como es el coralígeno, ascidias del género *Clavelina* y sipuncúlidos.

Tabla 33. Resultados de esponjas en la estación 9.

Esponjas		
	Cobertura (%)	Características
<i>Oscarella lobularis</i>	1	Sin espículas ni espongina, de consistencia blanda
<i>Phorbas tenacior</i>	4	Incrustante, endémica, amplia distribución batimétrica
<i>Raspaciona aculeata</i>	5	Incrustante, lobulada, en hábitats sombríos
<i>Spirastrella cunctatrix</i>	7	Incrustante, endémica, hasta 60 m de profundidad

Tabla 34. Resultados de briozoos en la estación 9.

Briozoos	
<i>Myriapora truncata</i>	
<i>Adeonella calveti</i> , especie endémica.	

Tabla 35. Resultados de ictiofauna en la estación 9.

Ictiofauna		
	Tiempo de aparición	Simultaneidad
<i>Muraena helena</i>	39'00''	1

Resultados del muestreo de *Eunicela singularis*

A continuación, se muestran los resultados de las mediciones de los individuos de gorgonias (Tabla 36) una vez aplicadas las fórmulas mencionadas en el apartado 3.2. Las estaciones 3 y 9 se corresponden a los bordes de la plataforma, dónde recordamos no se realizaron estas mediciones.

Tabla 36. Resultado de las mediciones de vecino más cercano aplicado a las gorgonias.

Gorgonias			
Estación de muestreo	Nº individuos	Densidad estimada (individuos/m ⁴)	Error estándar
1	26	404,7	1,10
2	12	1.067,86	1,30
3	-	-	-
4	6	94,83	0,1
5	0	0	0
6	15	1.043,41	1,57
7	11	148,28	0,16
8	0	0	0
9	-	-	-

Por último, al igual que en el estudio realizado por Barberá et al., 2012 ha habido dificultades para clasificar las formaciones de coralígeno ya que coexisten diferentes tipos de hábitats. Por tanto, ha sido imprescindible la descripción de los distintos tipos de fondos de coralígeno, según su morfología, que se han encontrado en la zona de estudio, a raíz de los cuales se han creado unos conceptos que pretenden hacer entender con mayor facilidad la complejidad de estos fondos marinos a los diferentes públicos.

Coralígeno tipo montículo (*Figura 6*), se trata de pequeñas elevaciones con una altura de 1 m aproximadamente, más o menos aisladas.



Figura 6. Coralígeno tipo montículo.

Coralígeno en pared (*Figura 7*), se encuentra en los bordes de la plataforma, coralígeno vertical y compacto, con una altura de entre 1 y 2 m.

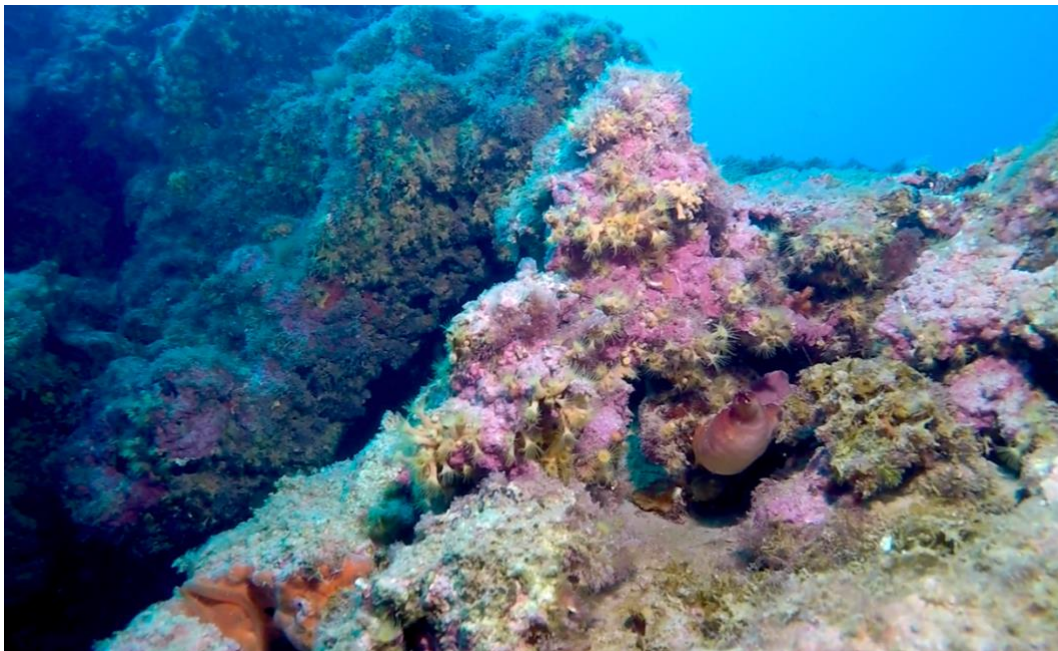


Figura 7. Coralígeno tipo pared.

Coralígeno tipo cornisa (*Figura 8*), grandes extensiones de coralígeno, muy complejas, con muchas oquedades y alteraciones de altura, alcanzando hasta los 3 m.



Figura 8. Coralígeno tipo cornisa.

Coralígeno en llanura (*Figura 9*), extensiones de menos de 1 m de altura, con escasas oquedades, prácticamente compactas.

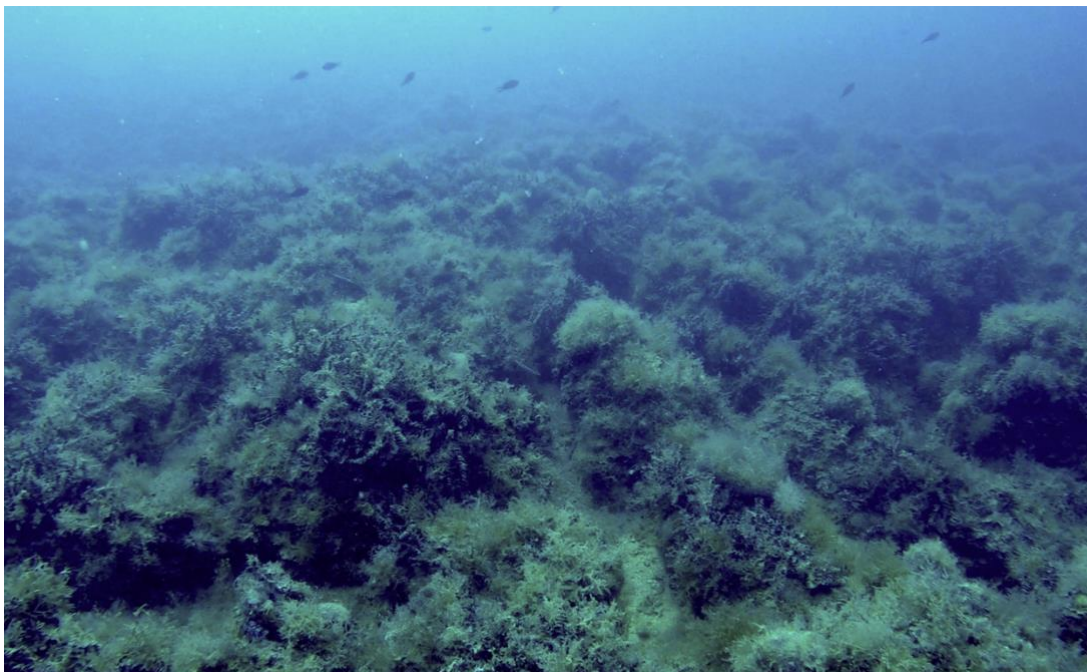


Figura 9. Coralígeno tipo llanura.

4.2 Variaciones espaciales de las especies

A continuación, se han representado en gráficas los resultados obtenidos del número de especies de macroalgas (Figuras 10 y 11), esponjas (Figura 12), briozoos (Figura 13), ictiofauna (Figura 14) y gorgonias (Figura 15) que posee cada estación de muestreo.

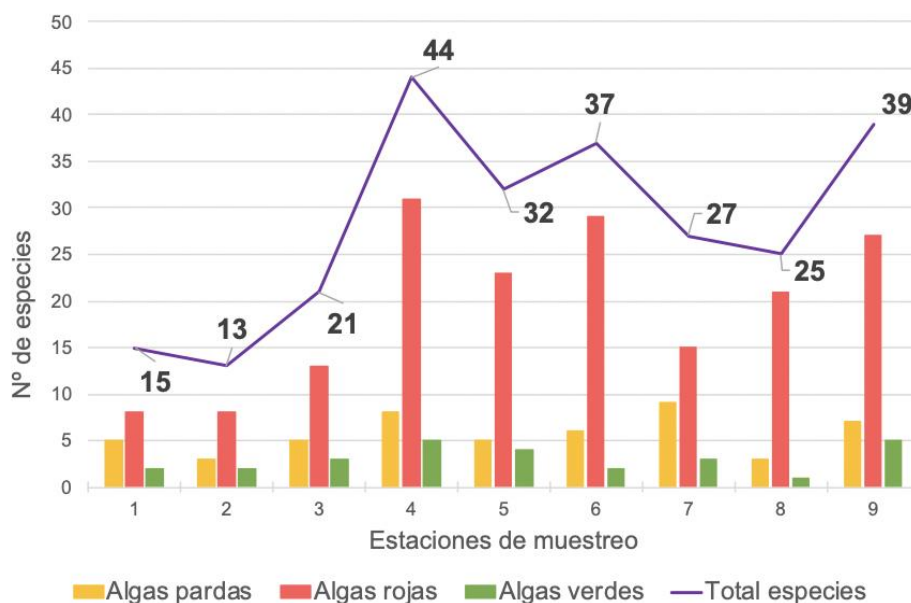


Figura 10. Riqueza de especies de algas de las estaciones de muestreo.

En la Figura 10 se contempla como sin lugar a dudas, las algas rojas son las predominantes en cada una de las estaciones, seguidas de las algas pardas y, por último, las algas verdes. Por otro lado, se observa como las algas rojas son claramente más abundantes a profundidades mayores, mientras que el número de algas pardas y verdes se mantiene constante en mayor o menor medida, esta diferencia se debe a que las algas rojas son algas que crecen en ambientes esciáfilos, por lo que es normal que su riqueza aumente en la zona profunda, donde las condiciones de irradiancia son menores. Algunas especies han sido inventariadas en todas las estaciones de muestreo, como son las algas rojas *L. stictaeforme* y *M. alternans*, especies bioconstructoras, o el alga parda *D. dichotoma*, especie de desarrollo anual, subcosmopolita y muy común (Rodríguez-Prieto et al., 2013). En cuanto a algas verdes no hay ninguna especie que haya sido inventariada en todas las estaciones, pero *F. petiolata* es la más destacada, estando en todas las estaciones excepto en la 4, a pesar de ser un alga verde es una especie con amplia distribución batimétrica pudiendo encontrarse hasta los 100 m de profundidad (Rodríguez-Prieto et al., 2013). También, podemos observar como la estación 4, es la que mayor riqueza algal posee con un total de 44 especies, siendo también la que tiene mayor número de especies de algas pardas y rojas, seguida de la estación 9. Por último, en cuanto a riqueza algal, no se aprecian grandes diferencias entre la superficie y el borde de la plataforma debido a que los bordes no están del todo definidos, teniendo una altura de alrededor de 2 m.

Las algas verdes inventariadas en la zona de estudio no muestran diferencias significativas ($P < 0,05$) entre su cobertura y la batimetría, mientras que algunas pardas como *A. crinita* ($P=0,0000$), *D. dichotoma* var. *intricata* ($P=0,0000$) y algas rojas como *L. condrioides* ($P=0,0077$), *L. lallemandii* ($P=0,0000$), *L. stictaeforme* ($P=0,0159$) *M. alternans* ($P=0,0426$), *O. volubilis* ($P=0,0000$), *Peyssonnelia* spp. ($P=0,0003$), *S. coronopifolius* ($P=0,0162$) y *W. setacea* ($P=0,0282$) si muestran diferencias significativas.

Acinetospora crinita (Figura 11) es un alga parda filamentosa, dominante en la formación de mucilago. Este mucilago tiene un claro desarrollo estacional, alcanzando su desarrollo máximo a finales de verano. Dependiendo de la morfología del coralígeno y de las condiciones hidrodinámicas, puede desarrollarse en un amplio rango de profundidad (Sartoni et al., 2008). Por lo general, suele desarrollarse por debajo de la termoclina, en aguas profundas entre 15 y 30 m (Schiaparelli et al., 2007). En nuestro caso, el análisis Tukey nos confirma que *A. crinita* tiene mayor cobertura en zonas profundas con un máximo desarrollo entre los 25 y 28 m, separando en dos grupos las estaciones menos profundas de las más profundas, excepto la estación que se encuentra a 28,4 m donde no se registró su presencia, probablemente a que ese muestreo tuvo lugar durante el mes de junio, donde su desarrollo no es óptimo. Existen evidencias del crecimiento desmesurado de esta alga, ya que, durante la ola de calor del verano de 2003, se formó una gruesa capa de mucilago que afectó a organismos dependientes de la luz, provocando necrosis en muchas especies bentónicas y blanqueamiento de algas calcáreas e individuos de *Cladocora caespitosa* (Schiaparelli et al., 2007).



Figura 11. Mucilago formado por *A. crinita* en la zona de muestreo.

Dictyota dichotoma var. *intricata*, es un alga frondosa que tiene un desarrollo anual, aumentando su cobertura en los meses de verano (Palacín et al., 1998), habitando

lugares bien iluminados del piso infralitoral (Rodríguez-Prieto et al., 2013). El análisis Tukey realizado, agrupa las estaciones 5 (24,9 m) y 7 (28,2 m) pues es donde la cobertura de esta alga es más elevada con respecto al resto. Estas estaciones tienen en común una morfología en llanura, además, de haber sido muestreadas a finales de verano. Se ha demostrado que la cobertura de esta especie de alga parda se ve afectada con la presencia de *Paracentotus lividus*, bioerosionador que ejerce una influencia significativa en la estructura y dinámica del coralígeno (Palacín et al., 1998).

A pesar de que el análisis ANOVA de *Laurencia chondrioides* muestra diferencias significativas, al realizar el análisis Tukey nos muestra un único grupo, por lo que realmente no hay correlación entre la profundidad y la cobertura algal, debido a que los valores de error son muy elevados. Se trata de una especie estival (Rodríguez-Prieto et al., 2013) con un claro aumento de su cobertura en el mes de agosto, con preferencias de crecimiento en zonas profundas (>25 m), pero con un rango de dispersión muy amplio ya que se ha encontrado también en zonas poco profundas. Crece en sustratos duros, donde también se puede encontrar epífita en algas calcáreas, briozoos u hojas de *P. oceanica*. Se trata de un alga con claras propiedades de especie invasora, aunque no está clasificada como tal (Hoffman et al., 2014).

Las algas rojas *L. lallemandii* y *W. setacea* (Figura 12) están consideradas entre las especies de macrófitos más invasivas del Mediterráneo (Tomas et al., 2011). *L. lallemandii* se distribuye en un rango batimétrico de entre 5 y 30 m (Tomas et al., 2011) no mostrando diferencias significativas entre aguas someras y profundas (Cebrian et al., 2010). Por el contrario, en este estudio se han encontrado diferencias batimétricas, siendo notablemente más abundante en las estaciones con menor profundidad con coberturas de hasta un 83% en la estación 3. Se trata de un alga con desarrollo anual (Rodríguez-Prieto et al., 2013). En el estudio realizado por Cebrian et al., 2010 se encontraron patrones de crecimiento, con picos durante los meses de verano y otoño e inhibiciones durante el invierno, claramente asociados a su origen tropical. Ese aumento desmesurado de cobertura registrado se puede atribuir más a factores abióticos como temperatura, luminosidad, sedimentación o hidrodinamismo (Cebrian et al., 2010) o a factores bióticos como ausencia de depredación o competición (Tomas et al., 2011).

En lo que respecta a *W. setacea*, tiene unas características muy similares a *L. lallemandii*, pero es más abundante en el piso circalitoral (>25 m) y tiene coberturas menores en invierno y primavera (Tomas et al., 2011). Los resultados estadísticos obtenidos nos muestran diferencias significativas con la profundidad, siendo la estación de muestreo 1, que se encuentra a 15,4 m, la que difiere del resto, ya que es la que registra mayor porcentaje de cobertura, aunque los valores de error son bastante elevados, por lo que no se puede afirmar que realmente su cobertura varíe con la profundidad.



Figura 12. Especies invasoras presentes en la zona de estudio.

O. volubilis (Figura 13) es un alga roja erecta, espiralada, con una distribución geográfica reducida ya que requiere de temperaturas cálidas, llegando a ser muy común en determinadas zonas del Mediterráneo (Barberá et al., 2012). Las comunidades de sustrato duro donde su biomasa es mayor se encuentran entre 30 y 50 m de profundidad y están caracterizadas por tener un grado importante de sedimentación (Ballester, E., 1992). También se puede encontrar en comunidades con predominio de algas esciáfilas, entre 25 y 45 m de profundidad (Rodríguez-Prieto et al., 2013). En este estudio ha sido encontrada a partir de 19 m, en el borde de la Viñeta, con porcentajes muy bajos de cobertura, siendo mucho más abundante alrededor de los 28 m, donde predomina el coralígeno en llanura, y la deposición de sedimento.



Figura 13. Cobertura de *O. volubilis* en la zona de estudio.

S. coronopifolius es una especie que tolera los niveles de contaminación, encontrándose sobre roca o coralígeno en zonas hemiesciáfilas con un amplio rango batimétrico. En otoño pierde sus ramas, persistiendo sólo la parte basal (Rodríguez-Prieto et al., 2013), siendo muy común encontrarla en las playas. En este estudio su cobertura ha sido más abundante en las estaciones con menor profundidad, que coincide con los muestreos realizados en junio, donde su desarrollo es óptimo ya que aún no ha perdido sus ramificaciones.

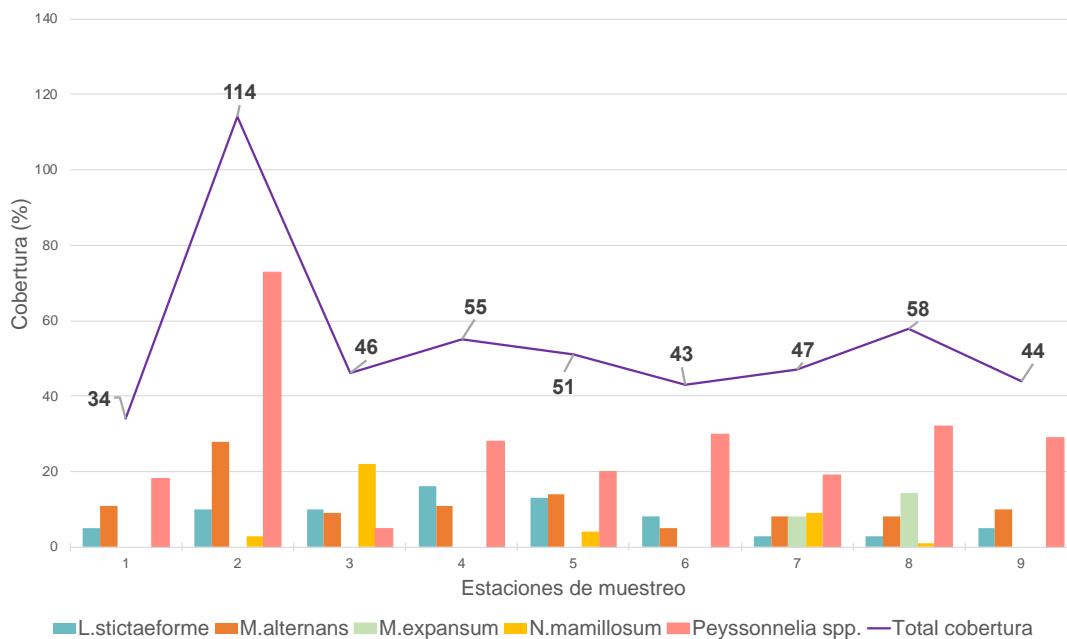


Figura 14. Cobertura de algas bioconstructoras en las estaciones de muestreo.

En la *Figura 14* se representan las algas bioconstructoras que conforman el coralígeno de la zona de estudio. Por un lado, están las algas constructoras primarias pertenecientes a las familias Corallinaceae y Hapalidiaceae, que precipitan calcita, siendo la especie constructora más importante *M. expansum*, seguida de *L. stictaeforme*, *M. alternans* y *N. mamillosum* y, por otro lado, las secundarias, pertenecientes a la familia Peyssonneliaceae, que precipitan aragonito durante la calcificación (Boudouresque et al., 2016). Se han agrupado todas las especies del género *Peyssonnelia* inventariadas para que sea más representativo. La cobertura es similar en todas las estaciones de muestreo excepto en la estación 2 donde se observa un pico de cobertura de *Peyssonnelia* spp. ($P=0,0003$), pues es el género más frecuente como algas incrustantes del coralígeno, siendo *P. rubra* y *P. squamaria* las más comunes (Piazzi et al., 2011). Los lechos de *Peyssonnelia* spp. predominan en los fondos detríticos costeros (Joher et al., 2012) y en aquellos fondos con estructura irregular, que alternan parches de arena con bloques de coralígeno (Barberá et al., 2012), siendo la estación 2 una zona con mucha deposición de sedimento y con morfología en montículos.

En las estaciones más profundas encontramos la presencia de *M. expansum*, una especie cuyo desarrollo no suele ser significativo, por lo que pasa fácilmente desapercibida, a pesar de encontrarse desde 1 hasta 90 m de profundidad (Cabioch et al., 2003).

En cuanto a las especies bioconstructoras primarias *L. stictaeforme* y *M. alternans* (*Figura 15*) son las más frecuentes en todas las estaciones de muestreo, encontrándose desde los 5 hasta los 130 m de profundidad (Garrabou et al., 2000). Aún así, se han encontrado diferencias significativas de su cobertura con la profundidad. Para el caso de *L. stictaeforme* ($P=0,0159$), el análisis Tukey marca diferencias entre el punto que se encuentra a 23,3 m (estación 4) y los que están a 28,2 y 28,4 m (estaciones 7 y 8, respectivamente), pues hay diferencias significativas en la cobertura. Esta diferencia se debe a que la estación 4 tiene un coralígeno con morfología en cornisa, mientras las estaciones 7 y 8 son llanuras. Se han encontrado evidencias de que *L. stictaeforme* es más abundante en aquellas zonas donde la influencia de los factores abióticos como la deposición de materia orgánica, los cambios de salinidad o los cambios de temperatura son menores (Ponti et al., 2011), por lo que un coralígeno tipo cornisa que protege de la sedimentación y la irradianza puede beneficiar y conservar su crecimiento en comparación con un coralígeno tipo llanura. Algo similar ocurre con *M. alternans* ($P=0,0426$), donde se encuentran diferencias significativas entre la estación 2, que se encuentra a 16 m, con las estaciones 3 y 6, que se encuentran a 19 y 26 m respectivamente. En este caso, *M. alternans* tiene un crecimiento más rápido, mostrándose menos sensible a los factores abióticos (Garrabou et al., 2000).

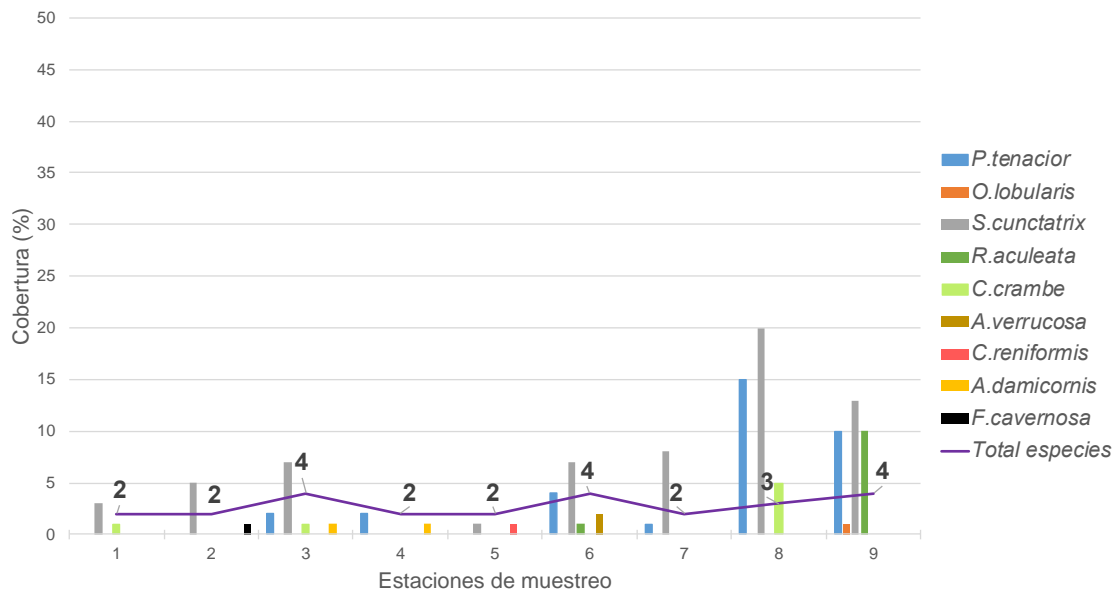


Figura 15. Especies de algas calcáreas bioconstructoras del coralígeno.

Figura 16. Cobertura de esponjas presentes en las estaciones de muestreo.

Las esponjas son el grupo de invertebrados más representativo del coralígeno, con alrededor de 300 especies distintas (Bertolino et al., 2017). Se han inventariado 9 especies distintas de esponjas, de las cuales 5 son incrustantes (*P. tenacior*, *S. cunctatrix*, *R. aculeata*, *C. crambe*, *F. cavernosa*), 2 arbustivas (*A. verrucosa*, *A. damicornis*) y 2 masivas (*O. lobularis*, *C. reniformis*). En la Figura 16 se aprecia que la especie más abundante es *Spirastrella cunctatrix*, presente en 8 de las 9 estaciones de muestreo, seguida de *Phorbastrella tenacior* (Figura 17). También, podemos observar diferencias batimétricas, teniendo una mayor cobertura de esponjas a mayor

profundidad, esta diferencia, puede deberse a que, en las zonas más someras las condiciones de luz son mejores y proliferan algas frondosas que compiten por la ocupación de superficie (Bertolino et al., 2014). Otra posible explicación puede ser a que en el verano de 2003 se registraron temperaturas muy elevadas variando entre 23,8°C y 27,5°C, que afectaron sobre todo a esponjas y gorgonias que se encontraban en un rango de profundidad de hasta 20 m que, además, favorecieron la aparición de agentes patógenos, provocando una muerte masiva de unas 25 especies bentónicas (Garrabou et al., 2009).



Figura 17. *Axinella verrucosa* (amarillo) y *Phorbastenacior* (azul).

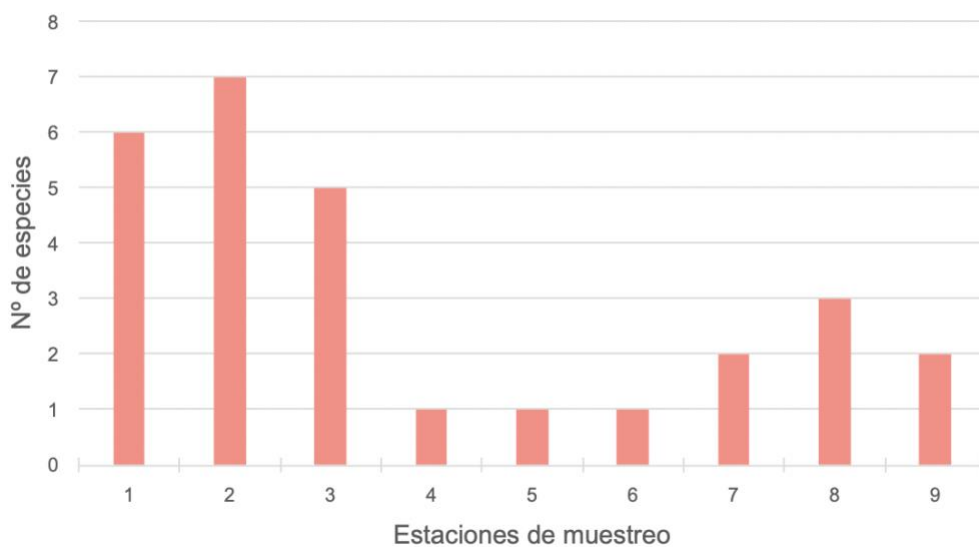


Figura 18. Número de especies de briozoos inventariados en las estaciones de muestreo.

La Figura 18 muestra el número de especies distintas encontradas en las estaciones, dónde se observa como a menor profundidad hay mayor diversidad, siendo la estación

2 la que más especies ha registrado. Los briozoos son muy abundantes en el coralígeno, se estima que existan alrededor de 170 especies distintas de briozoos (Ballesteros, 2006). En general, la zona de estudio se muestra pobre en diversidad de briozoos, puesto que son individuos muy vulnerables a los impactos antropogénicos como la pesca o el turismo (Casoli et al., 2020), afectando así al tamaño y distribución. Por otro lado, la morfología del coralígeno afecta también a la presencia y al tamaño de las colonias de briozoos, como organismos suspensívoros, se benefician tanto de las corrientes como de la ausencia de otros organismos suspensívoros mayores (Casoli et al., 2020), por lo que la distribución de estos organismos puede verse favorecida en un coralígeno en montículos donde el flujo es mayor, como el de las estaciones 1 y 2, dónde además, la pesca de palangre, muy común en la zona de estudio, no tiene grandes impactos ya que se trata de una zona que no alcanza los 20 m de profundidad.

Como se ha mostrado en las tablas de resultados de briozoos (*Tablas 4, 8, 11, 15, 19, 23, 26, 30 y 34*) la especie más frecuente es *Myriapora truncata* (*Figura 19*), mostrando una amplia distribución batimétrica. En el estudio realizado por Casoli et al. en 2020, se llevó a cabo un seguimiento de las cinco especies de briozoos más representativas de las comunidades de coralígeno, clasificándolas según su sensibilidad a los efectos antrópicos, siendo *M. truncata* la menos sensible (a pesar de que en algunas estaciones de muestreo se han encontrado colonias muy degradadas, posiblemente a causa de la muerte masiva registrada en 2003), seguida de *Reteporella* spp. (estaciones 1 y 7) con una tolerancia media, mientras que *Adeonella calveti* (estación 9) y *Pentapora fascialis* (estaciones 1 y 2) muestran un grado muy alto de sensibilidad. Por otro lado, las especies menos sensibles compiten con las más sensibles, reemplazándolas, incrementando de esta manera su cobertura en el coralígeno, pero disminuyendo el nivel de biodiversidad (Appolloni et al., 2020).

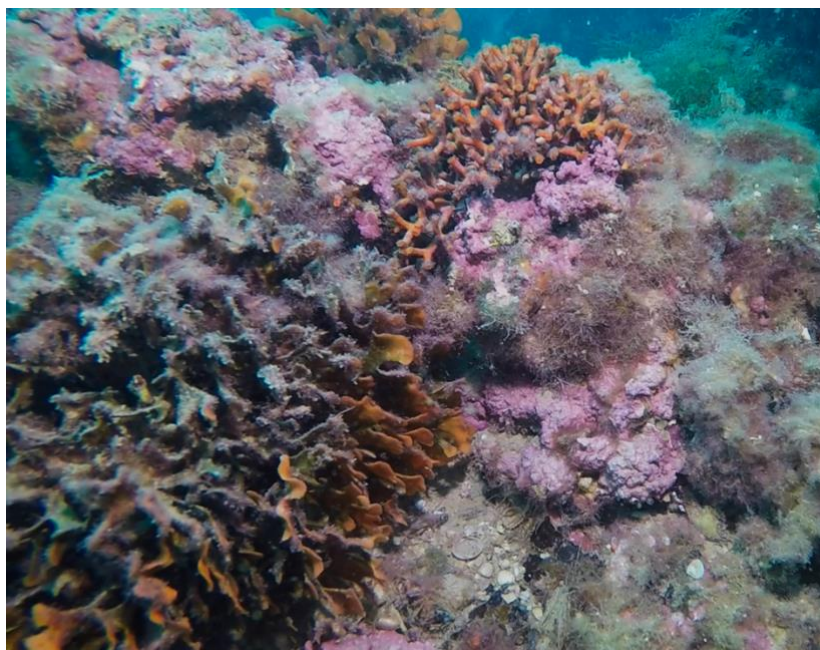


Figura 19. Colonia de briozoos de M. truncata (derecha) y P. fascialis (izquierda).

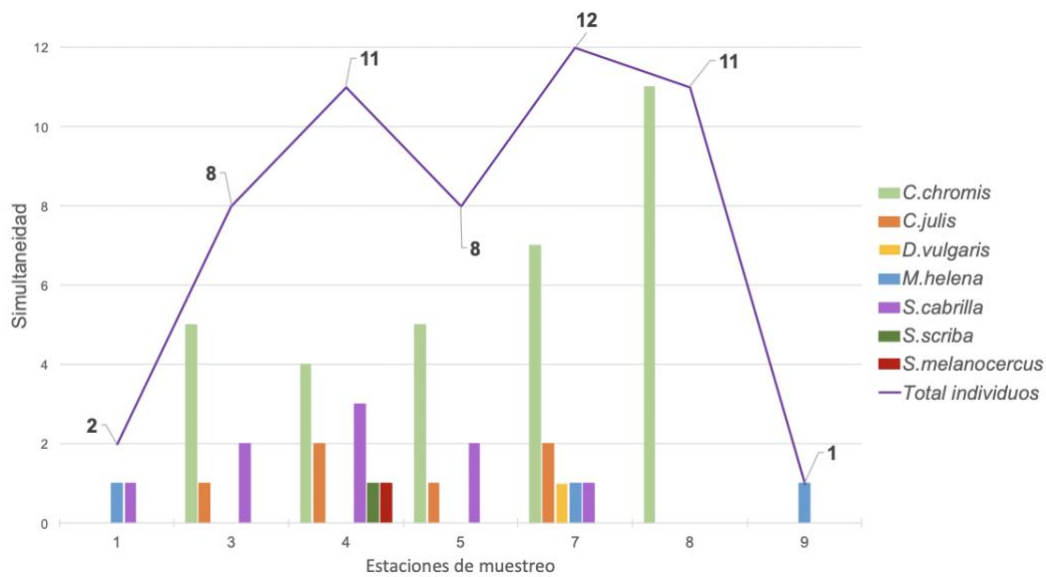


Figura 20. Número total de especies y simultaneidad de estas en las estaciones de muestreo.

Como se puede observar en la Figura 20, no hay ninguna especie que esté presente en todos los puntos, pero podemos apreciar que *Chromis chromis* es la especie más abundante y la que mayor simultaneidad posee, seguida de *Serranus cabrilla*. Todas las especies descritas son frecuentes del Mediterráneo y concretamente de fondos rocosos, con territorios de caza marcados, territoriales y solitarios, excepto *C. chromis* y *D. vulgaris* que suelen ir en pequeños bancos (Bergbauer & Humberg, 2018). Cabe destacar la presencia de *Muraena helena* que es una especie con actividad vespertino-nocturna, que durante el día permanece escondida en las oquedades del coralígeno, es por ello por lo que el tiempo de aparición es tan elevado en comparación con el resto de especies. 10. No han sido observados individuos de gran tamaño y las especies de interés pesquero, como meros o langostas no son abundantes, esto, puede ser efecto de la pesca intensiva de la zona, ya que durante las salidas de muestreo se observaron actividades de pesca comercial y recreativa, encontrándose restos de señuelos (Figura 21) y redes.



Figura 21. Señuelo encontrado durante un muestreo.

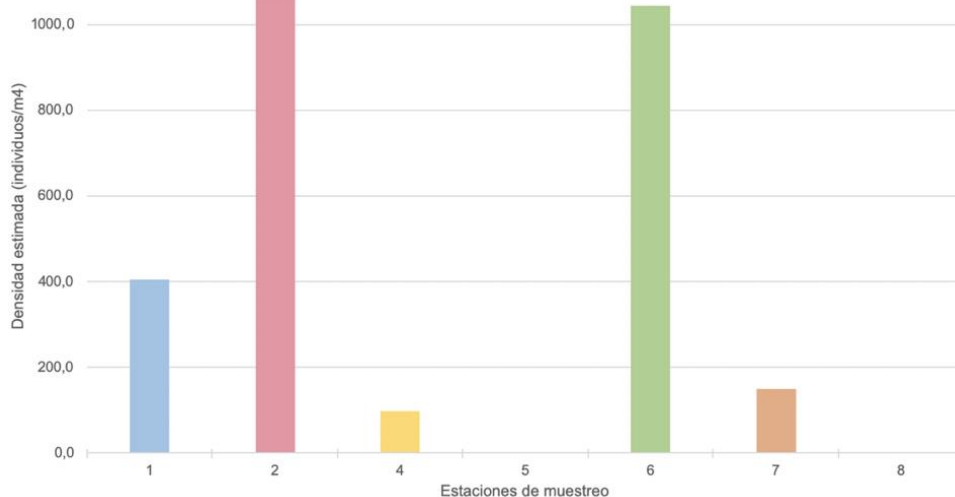


Figura 22. Densidad estimada de individuos de *Eunicella singularis* (gorgonia) por m² en las estaciones de muestreo.

Tal y como podemos observar en la *Figura 22*, las estaciones de muestreo 2 y 6 son las que mayor densidad de *Eunicella singularis* (*Figura 23*) poseen con más de 1000 individuos/m². Estas estaciones se encuentran a una profundidad de 16 y 26 m respectivamente y poseen un coralígeno en montículos. *E. singularis* tiene una amplia distribución batimétrica desde 6 hasta 67 m (Gori et al., 2011), su densidad es mayor entre 9 y 20 m de profundidad a partir de la cual va declinando progresivamente (Coma et al., 2006). En cuanto al tamaño, esta especie muestra patrones de poblaciones con gran proporción de individuos pequeños (<10 cm) en menos profundas, mientras que, en zonas profundas, aunque disminuye la densidad, los individuos muestran un tamaño medio (10-20 cm) (Linares et al., 2008), formando grandes parches en aquellas áreas que quedan expuestas (Coma et al., 2006). Pero, sobre todo la distribución de esta especie está determinada por efectos ambientales y biológicos que afectan tanto a la fase larvaria, como al crecimiento y muerte de estos individuos (Gori et al., 2011). Los patrones hidrodinámicos son claves en la distribución de organismos bentónicos suspensívoros, pues se han encontrado grandes densidades de individuos de gorgonias en aquellas áreas expuestas a fuertes corrientes y elevadas concentraciones de partículas orgánicas en suspensión, además, la topografía tiene influencia en los patrones de corriente y como consecuencia, en el suministro de alimento (Gori et al. 2011). Esto, puede explicar que la densidad sea mayor en el coralígeno cuya morfología es en montículos ya que estas zonas tienen una mayor exposición a las corrientes, pudiendo así distribuirse de tal manera que aprovechen al máximo la disponibilidad de alimento.



Figura 23. Ejemplar de *E. singularis*.

4.3 Valoración de la ecocartografía

Antiguamente, el Golfo Sur de Valencia albergaba praderas de *Posidonia oceanica*, utilizando referencias terrestres, los pescadores realizaron una carta localizando las áreas de pradera a las que denominaban vulgarmente como Alguer y las zonas de fondo rocoso.

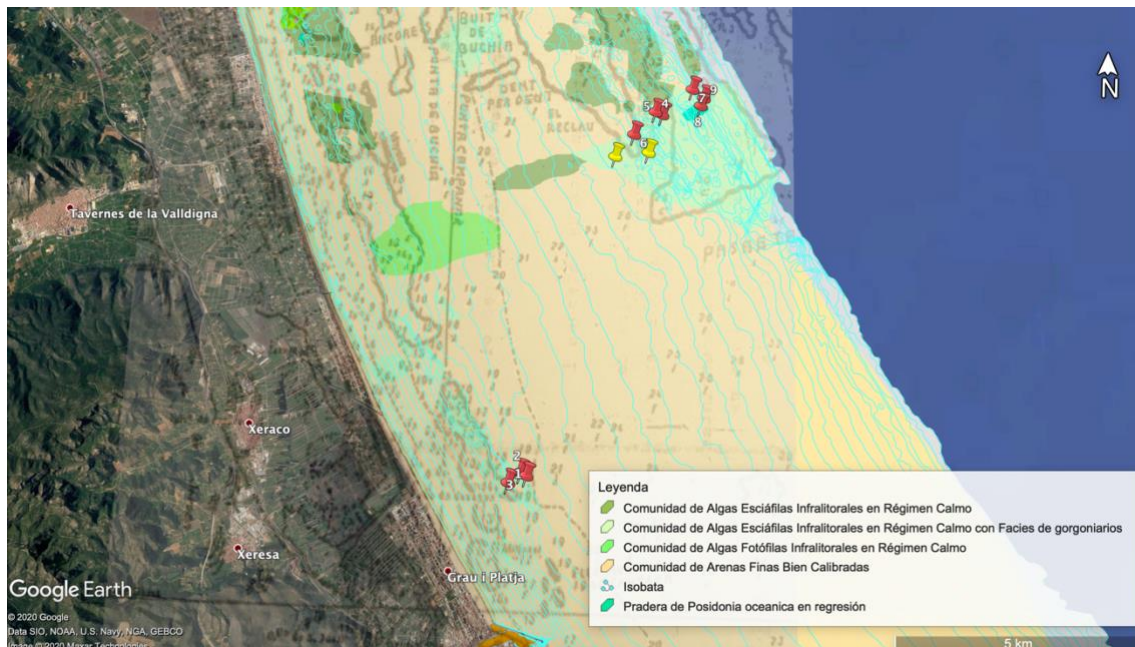


Figura 24. Superposición de la carta de pescadores y la zona de muestreo.

En la Figura 24 se observa como las estaciones 1, 2 y 3, se corresponden con lo que los pescadores localizaron como un fondo rocoso al que llamaron Viñeta. Mientras que las estaciones 7, 8 y 9 se encuentran situadas en la Roca de Tabernes y las

estaciones 4, 5 y 6 muy próximas a la zona a la que denominaban Alger. Esta carta realizada por los pescadores no sólo coincide con las características del fondo que hemos registrado, si no con la batimetría, siendo mucho más exacta que la ecocartografía proporcionada por el Ministerio de Transición Ecológica.

4.4 Estructura de las comunidades de coralígeno

Se ha realizado un análisis *Cluster* o de conglomerados, donde las estaciones de muestreo han sido agrupadas por el método de Ward y la métrica de distancia del bloque habitacional.

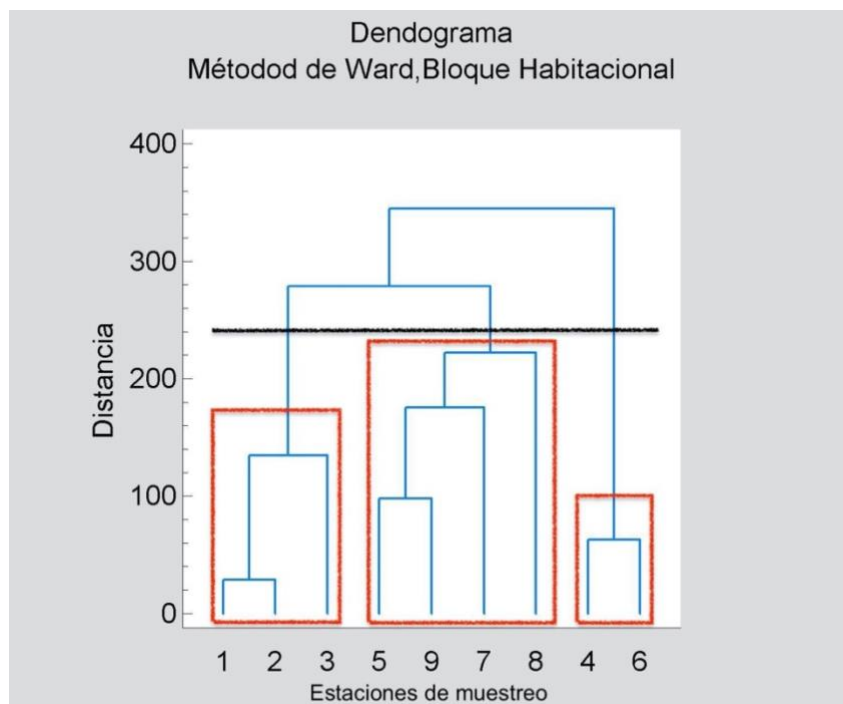


Figura 25. Dendrograma resultado de un análisis Cluster de las estaciones de muestreo.

El dendrograma de la *Figura 25* muestra la sucesión de cómo las estaciones de muestreo han sido unidas según su homogeneidad, siendo el eje vertical la distancia a la que fueron unidas. Consideramos que una distancia de 250 determina cuantos conglomerados existen, agrupando, de esta manera, las estaciones en tres conglomerados o grupos. Un primer grupo, compuesto por las estaciones 1, 2 y 3, un segundo grupo compuesto por las estaciones 5, 9, 7 y 8, y un tercer y último grupo compuesto por las estaciones 4 y 6. Claramente existen diferencias entre las dos plataformas de coralígeno estudiadas. El grupo 1 se corresponde a la zona de la Viñeta, donde se observa que las estaciones 1 y 2 se unen a una distancia mínima, mientras que la estación 3 se une al conglomerado a una distancia mayor, debido a que esta se corresponde con el borde de la plataforma. Sin embargo, la zona de la Roca de Tabernes se divide en dos conglomerados. Por una parte, agrupa las estaciones cuyo coralígeno tiene una morfología en llanura con el coralígeno del borde de la plataforma (grupo 2), y, por otra parte, agrupa las estaciones correspondientes a la superficie que mayor diversidad poseen (grupo 3), que coinciden con las estaciones

cuyo sedimento es biogénico. Esto quiere decir que nos encontramos antes dos plataformas de coralígeno con diferentes estructuras, una, la de la Viñeta, más somera, donde predomina la deposición de sedimento y una morfología en montículos; y otra, perteneciente al entorno de la Roca de Tabernes, más profunda, donde encontramos diversas morfologías del fondo hasta matas de pradera de fanerógamas y sedimento biogénico. Por lo que la batimetría afecta a los patrones espaciales de las comunidades, haciéndolos más complejos y aumentando su riqueza. A profundidades menores, donde las condiciones de luminosidad son mejores, los ratios de crecimiento de algunas especies se ven incrementados, favoreciendo la competencia entre especies, disminuyendo la complejidad de la estructura y la diversidad de especies (Garrabou et al., 2002).

4.5 Cartografía aplicando técnicas de acústica submarina

A continuación, se muestran algunos de los ecogramas obtenidos del transecto realizado en la zona de la Viñeta:

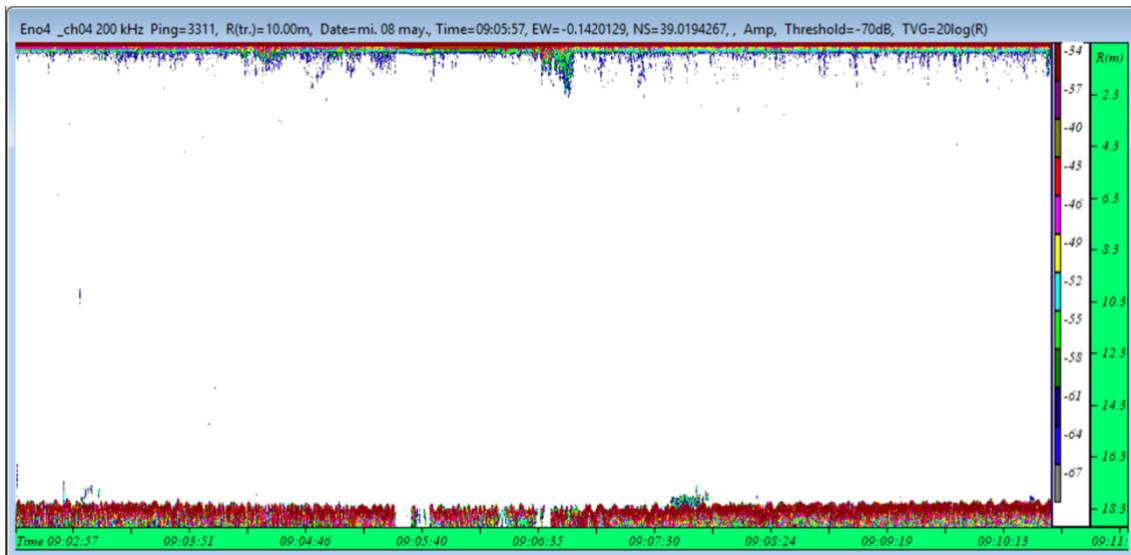


Figura 26. Ecograma de fondo arenoso.

El ecograma de la *Figura 26* se corresponde con la zona de fondo arenoso que se encuentra a unos 18 metros de profundidad. Se corresponde con el inicio del transecto, dirigiéndonos hacia la costa.

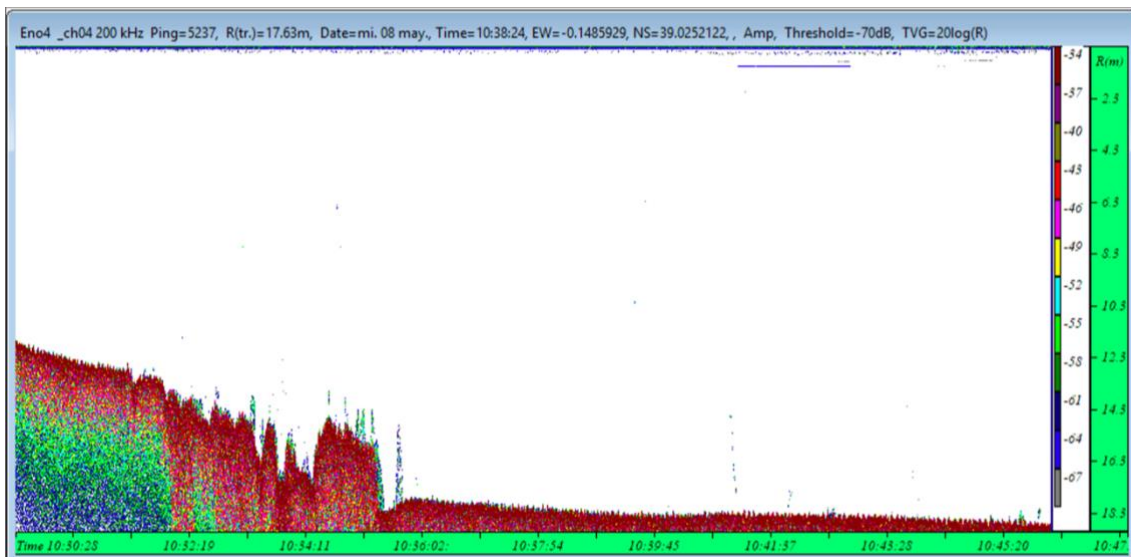
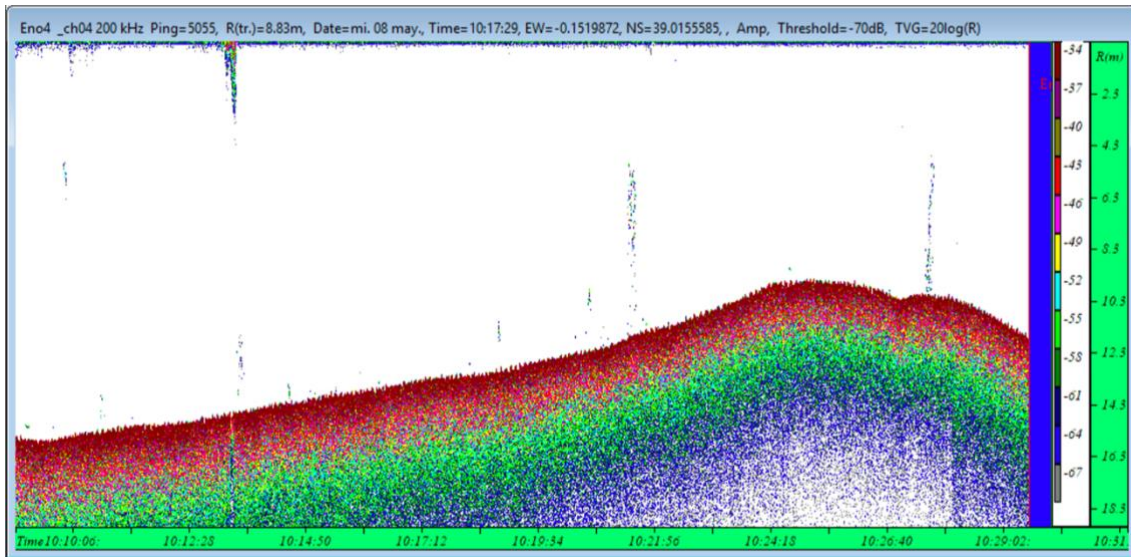


Figura 27. Ecograma del inicio (arriba) y fin (abajo) de la plataforma.

En los ecogramas de la *Figura 27* el fondo se vuelve irregular, por lo que no encontramos ante la formación del coralígeno de plataforma. En la *Figura 27, arriba* la pendiente del fondo aumenta, por lo que la profundidad varía de los 18 m hasta aproximadamente los 10 m, lo que puede corresponderse con el inicio de un montículo de coralígeno, mientras que la *Figura 27, abajo* se corresponde con el final, donde además se aprecian ciertas irregularidades en el relieve. Los datos obtenidos con el sidescan coinciden con el muestreo visual realizado por buzos, donde se clasifica a este coralígeno con una morfología en montículos.

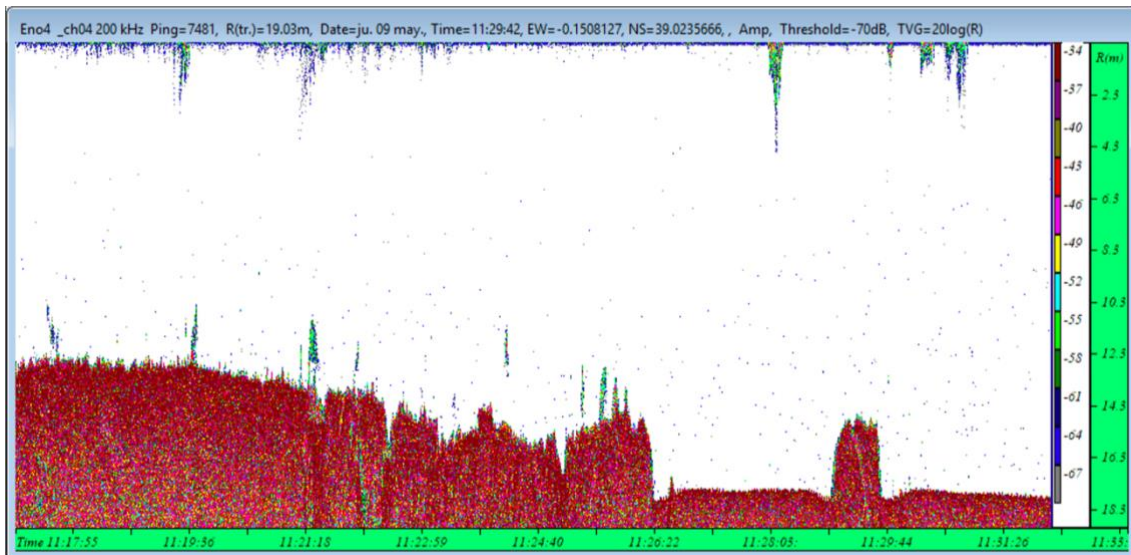


Figura 28. Ecograma de la superficie de la plataforma.

En la *Figura 28* se contempla un relieve irregular, que puede corresponderse con un montículo extenso. Al final del ecograma (tiempo=11:29) se observa como aumenta de nuevo el relieve, pudiendo ser un montículo esta vez, de pequeño tamaño. Además, cabe destacar que los objetos que el ecograma detecta justo antes del fondo pueden ser peces, corroborando que estas zonas son ricas en biodiversidad.

5 Conclusiones

1. En la zona de estudio se han inventariado dos especies de algas invasoras (*L. Lallemandii* y *W. setacea*) y una exótica (*C. racemosa* var. *cylindracea*). En cuanto a endemismos, encontramos cuatro especies de algas pardas (*Cystoseira foeniculacea* f. *foeniculacea*, *Cystoseira spinosa* var. *spinosa*, *Cystoseira spinosa* var. *compressa* y *Cladosiphon mediterraneus*), tres especies de esponjas (*Spirastrella cunctatrix*, *Phorbis tenacior* y *Fasciospongia cavernosa*) y un briozoo (*Adeonella calveti*).
2. Existen diferencias entre la superficie y el borde de la plataforma, teniendo este especies de algas características y más riqueza de especies que la superficie, probablemente debido a que proporciona un ambiente más esciáfilo y a su orientación, protegiéndolas de las fuertes corrientes.
3. La estación de muestreo dónde se encuentran matas de *P. oceanica*, es la que más biodiversidad posee de todas las estaciones muestreadas.
4. Los puntos correspondientes a la zona de la Viñeta tienen una mayor cobertura de *Peyssonnelia* spp. debido a la que se trata de una zona próxima a la costa con elevada deposición de sedimento.
5. Existen diferencias batimétricas en la estructura del coralígeno, siendo más complejo y diverso a mayor profundidad. Además, debido a la escasez de luz, algunas especies tienen un crecimiento más lento por lo que es más difícil encontrar competición entre especies.
6. La morfología del coralígeno varía con la profundidad, siendo más compacto y heterogéneo a mayor profundidad, coexistiendo con distintos tipos de ecosistemas (p.ej.: coralígeno de transición con praderas de fanerógamas).
7. La densidad y distribución de *Eunicella singularis* no tiene diferencias batimétricas, sino que está relacionada con las corrientes y el aporte de alimento.
8. La ecocartografía proporcionada por la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar no se corresponde con el fondo actual, ya sea por falta de precisión o porque el coralígeno ha sido destruido o enterrado con el paso del tiempo.

6 Trabajo futuro

- Realizar un muestreo de ictiofauna nocturno, además de repetir el muestreo diurno de las estaciones que dieron problemas.
- Evaluar el efecto de la pesca en la zona de estudio.
- Un análisis batimétrico más estricto de la zona de estudio usando las técnicas de acústica submarina.
- Aplicación del índice COR, para evaluar y monitorizar el estado de conservación de la zona de muestreo (Sartoretto et al., 2017).

7 Bibliografía

- Appolloni, A., Ferrigno, F., Russo, G.F. & Sandulli, R. (2020). *β -Diversity of morphological groups as indicator of coralligenous community quality status*. Ecological Indicators, 109.
- Ballesteros, E. (1992). *Els fons rocosos profunds amb Osmundaria volubilis (Linné) R. E. Norris a les Balears*. Boll. Societat d'història natural de les Balears, 35, 33-50.
- Ballesteros, E. (2006). *Mediterranean coralligenous assemblages: A synthesis of present knowledge*. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review, 44, 123-195.
- Barberá, C., Moranta, J., Ordines, F., Ramón, M., De Mesa, A., Díaz-Valdés, M., Grau, A.M. & Massutí, E. (2012). *Biodiversity and hábitat mapping of Menorca Channel (western Mediterranean): implications for conservation*. Biodiversity and Conservation, 21 (3), 701-728.
- Bergbauer, M. & Humberg, B. (2018). *Fauna y flora del mar Mediterráneo*. Ed.: Omega.
- Bertolino, M., Calcinai, B., Cattaneo-Vietti, R., Cerrano, C., Lafratta, A., Pansini, M., Pica, D. & Bavestrello, G. (2014). *Stability of the sponge assemblage of Mediterranean coralligenous concretions along a millennial time span*. Marine Ecology, 35, 149-158.
- Bertolino, M., Costa, G., Carella, M., Cattaneo-Vietti, R., Cerrano, C., Pansini, M., Quarta, G., Calcagnile, L. & Bavestrello, G. (2017). *The dynamics of a Mediterranean coralligenous sponge assemblage at decennial and millennial temporal scales*. PLoS ONE 12(5).
- Boudouresque, C. F., Blanfuné, A., Harmelin-Vivien, M., Personnic, S., Ruitton, S., Thibaut, T. & Verlaque, M. (2017). *Where seaweed forests meet animal forests: the examples of macroalgae in coral reefs and the Mediterranean coralligenous ecosystem*. Marine Animal Forests: The Ecology of Benthic Biodiversity Hotspots. Ed.: Springer.
- Cabioch, J. & Mendoza, M. L. (2003). *Mesophyllum expansum (Philippi) comb. Nov. (Corallinales, Rhodophytes), et mise au point sur les Mesophyllum des mers d'Europe*. Cahiers de Biologie Marine, 44, 257-273.
- Calderón, C. (2018). *Análisis de la gestión socio-ambiental por parte de las cofradías de pescadores en la Comunidad Valenciana*.
- Casoli, E., Piazzzi, L., Nicoletti, L., Jona-Lasinio, G., Cecchi, E., Mancini, G., Belluscio, A. & Ardizzone, G. (2020). *Ecology, distribution and demography of erect bryozoans in Mediterranean coralligenous reefs*. Estuarine, Coastal and Shelf Science Journal, 235.
- Cebrian, E. & Ballesteros, E. (2010). *Invasion of Mediterranean benthic assemblages by red alga Lophocladia lallemandii (Montagne) F. Schmitz: Depth-related temporal variability in biomass and phenology*. Aquatic Botany, 92, 81-85.
- Cofradía de pescadores de Gandía: <http://www.cofradiapescadoresdegandia.com> (Última visita: 03/12/2019)
- Coma, R., Linares, C., Ribes, M., Díaz, D., Garrabou, J. & Ballesteros, E. (2006). *Consequences of a mass mortality in populations of Eunicella singularis*

- (*Cnidaria: Octocorallia*) in Menorca (NW Mediterranean). Marine Ecology Progress Series, 327, 57-60.
- España. Reglamento (CE) Nº 1967/2006 del Consejo, de 21 de diciembre, relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el Mar Mediterráneo.
- European Environment Agency, Coralligenous platforms: <https://eunis.eea.europa.eu/habitats/2150> (Última visita: 03/12/2019)
- Fundación Oceana en colaboración con la Fundación Biodiversidad (2008). *Hàbitats en perill*.
- Garrabou, J. & Ballesteros, E. (2000). *Growth of Mesophyllum alternans and Lithophyllum frondosum (Corallinales, Rhodophita) in the northwestern Mediterranean*. European Journal of Phycology, 35:1, 1-10.
- Garrabou, J., Ballesteros, E. & Zabala, M. (2002). *Structure and Dynamics of Northwestern Mediterranean Rocky Benthic Communities along a Depth Gradient*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 55, 493-508.
- Garrabou, J., Coma, R., Bensoussan, N., Bally, M., Chevalsonné, P., Cigliano, M., Diaz, D., Harmelin, G., Gambi, M.C., Kersting, D.K., Ledoux, J.B., Lejeune, C., Linares, C., Marschal, C., Pérez, T., Ribes, M., Romano, J.C., Serrano, E., Teixido, N., Torrents, O., Zabala, M., Zuberer, F. & Cerrano, C. (2009). *Mass mortality in Northwestern Mediterranean rocky benthic communities: effects of the 2003 heat wave*. Global Change Biology, 15, 1090-1103.
- Gobierno de España, Ministerio para la transición ecológica: <https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/ecocartografias/ecocartografia-valencia.aspx> (Última visita: 03/12/2019)
- Gori, A., Rossi, S., Berganzo, E., Pretus, J. L., Dale, M. R. T. & Gili, J. M. (2011). *Spatial distribution patterns of the gorgonians Eunicella singularis, Paramuricea clavata, and Leptogorgia sarmentosa (Cape of Creus, Northwestern Mediterranean Sea)*. Marine Biology, 158 (1), 143-158. Ed.: Springer-Verlag.
- Hoffman, R., Sternberg, M. & Serio, D. (2014). *First report of Laurencia chondrioides (Ceramiales, Rhodophyta) and its potential to be an invasive in the eastern Mediterranean Sea*. Botanica Marina, 57(6), 449-457.
- Hofrichter, R. (2005). *El mar Mediterráneo (II), guía sistemática y de identificación*. Ed.: Omega.
- Joher, S., Ballesteros, E., Cebrian, E., Sánchez, N. & Rodríguez-Prieto, C. (2012). *Deep-water macroalgal-dominated coastal detritic assemblages on the continental shelf off Mallorca and Menorca (Balearic Islands, Western Mediterranean)*. Botanica Marina, 55 (5), 485-497.
- Krebs, C.J. (1989). *Ecological Methodology*. Ed.: Harper & Row.
- Linares, C., Coma, R., Garrabou, J., Díaz, D. & Zabala, M. (2008). *Size distribution, density and disturbance in two Mediterranean gorgonians: Paramuricea clavata and Eunicella singularis*. Journal of Applied Ecology, 45, 688-699.
- Martínez, W. (2011). *El Messiniense en el Golfo de Valencia y el Mar de Alborán: implicaciones paleogeográficas y paleoceanográficas*. Revista de la Sociedad Geológica de España, 24, 3-4.
- Palacín, M., Giribet, G., Carner, S., Dantart, L. & Turon, X. (1998). *Low densities of sea urchins influence the structure of algal assemblages in the western Mediterranean*. Journal of Sea Research, 39, 281-290.

- Piazzì, L., Gennaro, P. & Belata, D. (2011). *Effects of nutrients enrichment on macroalgal coralligenous assemblages*. *Marine Pollution Bulletin*, 62 (8), 1830-1835.
- Regional Activity Centre for Specially Protected Areas, (2003). *The coralligenous in the Mediterranean Sea*.
- Riold, R. (2011). *Fauna y flora del mar Mediterráneo*. Ed.: Omega.
- Rodríguez-Prieto, C., Ballesteros, E., Boisset, F. & Afonso-Carrillo, J. (2013). *Guía de Macroalgas y Fanerógamas Marinas del Mediterráneo Occidental*. Ed.: Omega.
- Sartoni, G., Urbani, R., Sist, P., Berto, D., Nuccio, C. & Giani, M. (2008). *Benthic mucilaginous aggregates in the Mediterranean Sea: Origin, chemical composition and polysaccharide characterization*. *Marine Chemistry*, 111, 184-198.
- Sartoretto, S., Schohn, T., Bianchi, C., Morri, C., Garrabou, J., Ballesteros, E., Ruitton, S., Verlaque, M., Daniel, B., Charbonnel, E., Blouet, S., David, R., Féral, J.P & Gatti, G. (2017). *An integrated method to evaluate and monitor the conservation state of coralligenous habitats: The INDEX-COR approach*. *Marine Pollution Bulletin*, 120 (1-2), 222-231.
- Schiaparelli, S., Castellano, M., Povero, P., Sartoni, G. & Cattaneo-Vietti, R. (2007). *A benthic mucilage event in North-Western Mediterranean Sea and its possible relationships with the summer 2003 European heatwave: short term effects on littoral rocky assemblages*. *Marine Ecology*, 28, 341-353.
- Tomas, F., Cebrian, E. & Ballesteros, E. (2011). *Differential herbivory of invasive algae by native fish in the Mediterranean Sea*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 92, 27-34.