

---

**Caracterización de las comunidades de  
invertebrados marinos asociadas a los  
entornos portuarios de las islas Canarias**

Characterization of marine invertebrate  
communities associated with the port  
environments of the Canary Islands

---

MARC MARTIN SOLA

**MÁSTER EN BIOLOGÍA MARINA:  
BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN**

SEPTIEMBRE 2022

 <b>Universidad de La Laguna</b>	<b>AUTORIZACIÓN DEL TUTOR/ES</b>	
---	--------------------------------------	--

El **Dr. José Carlos Hernández Pérez**, Profesor Titular de la Universidad de La Laguna y el **Dr. Leopoldo Moro Abad**, Técnico Biólogo del Servicio de Biodiversidad del Gobierno de Canarias, como Tutor Académico y Tutor Externo, respectivamente,

DECLARAN:

Que la memoria presentada por **D. Marc Martín Solà** titulada “**Caracterización de las comunidades de invertebrados marinos asociadas a los entornos portuarios de las islas Canarias**”, ha sido realizada bajo su dirección y consideran que reúne todas las condiciones de calidad y rigor científico requeridas para optar a su presentación como Trabajo de Fin de Máster, en el Máster Oficial de Postgrado de Biología Marina: Biodiversidad y Conservación de la Universidad de La Laguna, curso académico 2021-2022.

Y para que así conste y surta los efectos oportunos, firman el presente informe favorable en San Cristóbal de La Laguna a **06 de septiembre** de 2022.

**HERNANDEZ PEREZ  
JOSE CARLOS -  
78611575J**

Firmado digitalmente por  
HERNANDEZ PEREZ  
JOSE CARLOS -  
78611575J  
Fecha: 2022.09.06  
16:18:15 +01'00'

**MORO ABAD  
LEOPOLDO ENRIQUE -  
45436713Y**

Firmado digitalmente por  
MORO ABAD LEOPOLDO  
ENRIQUE - 45436713Y  
Nombre de reconocimiento  
(DN): c=ES,  
serialNumber=IDCES-45436  
713Y,  
givenName=LEOPOLDO  
ENRIQUE, sn=MORO ABAD,  
cn=MORO ABAD  
LEOPOLDO ENRIQUE -  
45436713Y  
Fecha: 2022.09.06 11:23:44  
+01'00'

Fdo. **Dr. José Carlos Hernández Pérez**

Fdo. **Dr. Leopoldo Moro Abad**

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
2.1. Área de estudio	3
2.2. Muestreo en los pantalanes flotantes	4
2.3. Factores considerados	6
2.4. Análisis de los datos	7
3. RESULTADOS	9
3.1. Riqueza de especies: estructura y composición	9
3.2. Coberturas y composición de las comunidades	14
3.3. Principales grupos taxonómicos y factores determinantes	18
3.4. La influencia de las comunidades vegetales	21
4. DISCUSIÓN	21
5. CONCLUSIONES	25
6. AGRADECIMIENTOS	26
7. BIBLIOGRAFÍA	26
8. ANEXO	32
8.1. Anexo 1: imagen de satélite de los distintos puertos muestreados	32
8.2. Anexo 2: fotografías del desarrollo del estudio in situ	33
8.3. Anexo 3: catálogo taxonómico ilustrado	34
8.4. Anexo 4: tabla resumen de la base de datos	78
8.5. Anexo 5: primeras citas para Canarias	81
8.6. Anexo 6: especies introducidas observadas	82

## RESUMEN

Los entornos artificiales proporcionan sustratos óptimos para ser colonizados por distintas especies de invertebrados marinos. Una de las estructuras más habituales en los entornos portuarios son los pantalanés flotantes, empleados para el atraque de las embarcaciones. En su parte sumergida, los flotadores presentan una amplia variedad de organismos asociados que, a su vez, constituyen comunidades marinas singulares. La composición de las comunidades varía en función de las características del puerto. El presente trabajo se centra en el estudio de dichas comunidades abarcando 8 puertos de la isla de Tenerife. Su caracterización ha permitido determinar la influencia que tienen factores como la exposición a la luz o la turbidez del agua en la composición y estructura de las comunidades de invertebrados marinos establecidas. Zonas con menor exposición a la luz y puertos con mayor turbidez presentan mayor riqueza de especies y coberturas de invertebrados. También se ha observado que cada puerto posee unas comunidades particulares, si bien puertos con características similares presentan comunidades parecidas. Asimismo, a partir de varias visitas exploratorias a los entornos portuarios se ha elaborado el primer catálogo taxonómico ilustrado de fauna asociada a los pantalanés flotantes, que incluye más de 150 especies agrupadas en 10 filos distintos.

**Palabras clave:** entornos portuarios, pantalanés flotantes, comunidades de invertebrados, biodiversidad marina, Islas Canarias

## ABSTRACT

Artificial environments provide optimal substrates to be colonized by different species of marine invertebrates. One of the most common structures in port environments are the floating pontoons, used for docking boats. In their submerged part, the floats present a wide variety of organisms that, in turn, constitute unique marine communities. The composition of these communities change depending on the characteristics of the port. The present work focuses on the study of these communities in 8 ports on the island of Tenerife. Its characterization has made it possible to determine the influence of factors such as exposure to light or water turbidity on the composition and structure of the established marine invertebrate communities. Areas with less exposure to light and ports with greater turbidity present higher richness of species and invertebrates cover. It has also been observed that each port shows particular communities and that the ports with similar characteristics present similar communities. Likewise, based on several exploratory visits to port environments, the first illustrated taxonomic catalog of fauna associated with floating pontoons has been elaborated, which includes more than 150 species grouped into 10 different phyla.

**Key words:** port environments, floating pontoons, invertebrate communities, marine biodiversity, Canary Islands

## 1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas ha habido un aumento en el desarrollo urbano costero que ha conllevado la construcción y expansión de estructuras artificiales en el litoral (Elmqvist et al., 2016; Firth et al., 2016). Las estructuras artificiales sumergidas, incluyendo aquellas ubicadas en zonas portuarias, proporcionan hábitats adecuados para su colonización (Mineur et al., 2012; Airoidi et al., 2015). Sin embargo, las comunidades que se desarrollan en estos entornos acostumbra a diferir sustancialmente de las propias que habitan en los fondos rocosos naturales más cercanos, principalmente en términos de composición de especies, diversidad, estructura de la comunidad e interacciones bióticas (Bulleri y Chapman, 2004; Megina et al., 2013; Airoidi et al., 2015). En gran parte, esto se debe a factores como la presencia de materiales artificiales, la constante alteración física y/o química de las condiciones del agua, la homogeneidad de los hábitats y la intensa actividad humana que presenta la zona (Bulleri y Chapman 2010; Rivero et al., 2013).

En los entornos portuarios, los sustratos artificiales son colonizados mayoritariamente por especies sésiles, como moluscos, briozoos, percebes, hidrozoos, serpulidos y ascidias (Karlson y Osman 2012; Mineur et al., 2012). Se ha demostrado que las especies exóticas suelen tener más éxito que las especies nativas en la colonización de estos sustratos, apareciendo en mayor proporción en estos ambientes artificiales (Glasby et al., 2007; Airoidi et al., 2015; Megina et al., 2016; Ruiz et al., 2009). Junto con la degradación del hábitat, la introducción de especies exóticas se considera una de las mayores amenazas ambientales y económicas del momento (Costello et al., 2010; Cuthbert et al., 2021; Diagne et al., 2021). En las últimas dos décadas la tasa referente al número de invasiones biológicas documentadas de especies exóticas marinas ha aumentado notablemente (Ruiz et al., 2009). El transporte marítimo se considera la vía principal para la introducción de especies exóticas en todo el mundo, actuando como vectores de transporte de los organismos principalmente mediante las aguas de lastre o el *fouling* en los cascos de los barcos (Carlton 1996; Hewitt et al., 2009). De manera que, los grandes puertos es probable que actúen como principales emplazamientos receptores de especies exóticas, que llegan desde otra región distante a través del transporte marítimo, y una vez que se establecen en el nuevo entorno, el tráfico local de embarcaciones más pequeñas puede facilitar su propagación secundaria hacia otras localidades portuarias (Minchin et al., 2006; Floerl et al., 2009). Esto implica que, tanto los grandes puertos comerciales como los más pequeños puertos recreativos, se consideren puntos calientes de

especies exóticas y, al mismo tiempo, áreas prioritarias para la detección temprana de especies exóticas y la gestión previa a la dispersión de posibles invasiones biológicas marinas (Lehtiniemi et al., 2015; Romeo et al., 2015; Tempesti et al., 2020).

El presente estudio se centra en la caracterización de las comunidades de invertebrados asociadas a los pantalanes flotantes de distintos entornos portuarios de la isla de Tenerife (Islas Canarias). Ya que estos son unos elementos comunes presentes en la mayoría de los puertos y que proporcionan una superficie considerable, siempre sumergida y susceptible de ser colonizada (Minchin, 2012). Mediante un exhaustivo trabajo de campo que ha incluido el muestreo de 8 puertos recreativos de la Isla, se ha elaborado un listado a modo de inventario de la riqueza de especies observadas y sus respectivas coberturas. A partir de ahí, se han considerado factores como la exposición a la luz o la turbidez del agua para determinar su influencia en la composición y estructura de estas comunidades. A partir de los respectivos análisis se observa que dichos factores influyen sustancialmente en el desarrollo de las comunidades, presentando mayor similitud las comunidades vinculadas a zonas y puertos con características similares.

Por otro lado, al considerar que las macroalgas también son una de las especies sésiles capaces de colonizar considerablemente estos entornos artificiales (Karlson y Osman 2012; Mineur et al., 2012), sus coberturas se han contemplado en el estudio. Es bien conocido que las macroalgas desempeñan un papel fundamental como productores primarios de los ecosistemas costeros y sirven como hábitats, refugios, lugares de desove y crianza, así como fuentes de alimento para los organismos marinos debido a la complejidad estructural que presentan (Lobban y Harrison, 1979; Zemke-White y Ohno 1999). La superficie sumergida de los pantalanes proporciona una mayor homogeneidad respecto a los sustratos naturales, de manera que las comunidades algales que acostumbran a establecerse tienden a desarrollarse de manera relativamente uniforme (Ramos et al., 2016). A través del estudio de sus coberturas se observa que las macroalgas erectas más desarrolladas pueden llegar a competir por el espacio con determinadas especies de invertebrados incrustantes, siendo capaces de influir en la composición de las comunidades marinas establecidas.

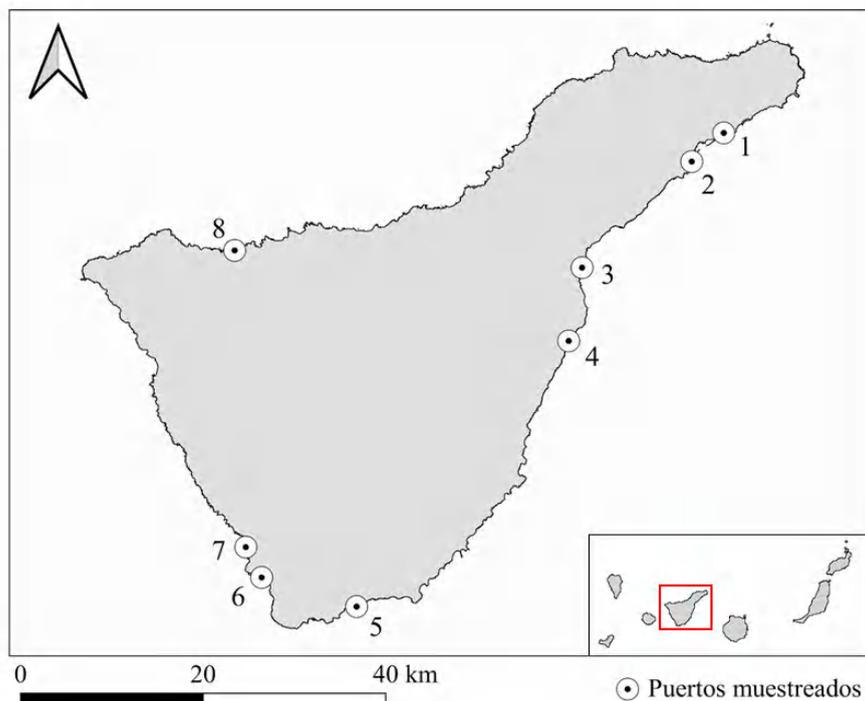
A través de toda la información registrada en cuanto a la biodiversidad faunística identificada, se ha elaborado un catálogo taxonómico e ilustrado de las diferentes especies características de los pantalanes flotantes. Asimismo, los datos recopilados durante el presente estudio constituyen un punto de partida en el ámbito del estudio de la biodiversidad marina en los

entornos portuarios de Canarias. Permitiendo un seguimiento de su evolución a lo largo de los años que proporcione una visión más amplia, con tal de entender determinados fenómenos de colonización de especies exóticas que se han venido observando en el resto de los fondos marinos de las Islas.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Área de estudio

El estudio se ha centrado en la isla de Tenerife ( $28^{\circ}16'07''\text{N}$   $16^{\circ}36'20''\text{O}$ ), ubicada en la región subtropical del océano Atlántico centro-oriental y perteneciente a la comunidad autónoma española de Canarias. Se han seleccionado 8 puertos deportivos repartidos por la isla: Puerto deportivo Marina Puerto Chico, Puerto deportivo Marina Santa Cruz de Tenerife, Puerto deportivo La Galera (Candelaria), Puerto deportivo Club Náutico Puertito de Güímar, Puerto deportivo Amarilla Marina, Puerto deportivo Los Cristianos, Puerto deportivo Puerto Colón y Puerto deportivo Garachico (Figura 1 y Anexo 1).



**Figura 1.** Mapa de Tenerife con los puertos muestreados durante el estudio: 1. Puerto deportivo Marina Puerto Chico, 2. Puerto deportivo Marina Santa Cruz de Tenerife, 3. Puerto deportivo La Galera (Candelaria), 4. Puerto deportivo Club Náutico Puertito de Güímar, 5. Puerto deportivo Amarilla Marina, 6. Puerto deportivo Los Cristianos, 7. Puerto deportivo Puerto Colón, 8. Puerto deportivo Garachico.

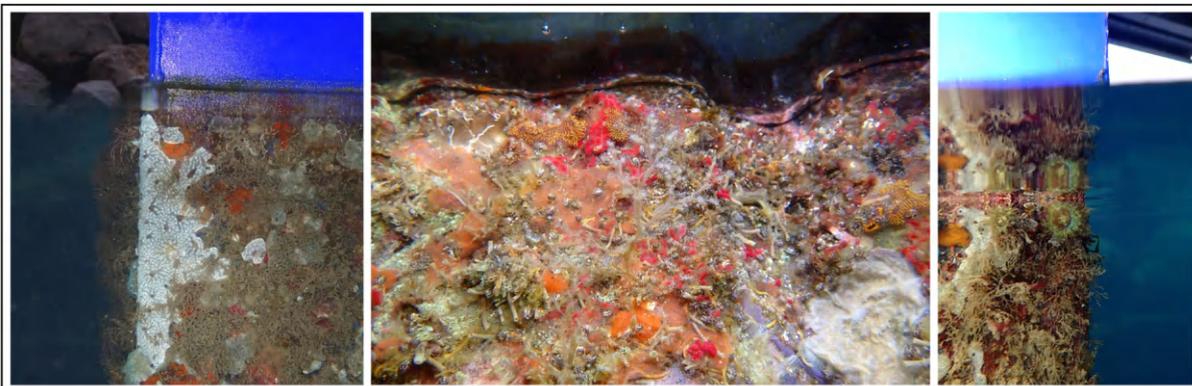
Los distintos puertos seleccionados poseen sistemas de pantalanes flotantes con características similares. En todos ellos, las pasarelas se sustentan mediante un sistema de flotadores con forma de prismas rectangulares y un tamaño aproximado de 2 metros de longitud, 0,5 metros de alto y 0,5 metros de ancho. Los flotadores se organizan por pares y disponen a ambos lados de la pasarela, dejando el interior vacío, proporcionando un aspecto de “catamarán” (Figura 2). Todos ellos presentan una coloración azul y están constituidos principalmente a base de polietileno de alta densidad (HDPE).



**Figura 2.** Modelo típico de pantalán flotante con disposición de los flotadores de aspecto de “catamarán”. Visto desde el exterior e interior.

## 2.2. Muestreo en los pantalanes flotantes

Previamente a los muestreos se realizaron un total de 20 salidas exploratorias con material de buceo ligero en diferentes puertos de la isla para la familiarización del investigador responsable de los muestreos con las principales especies y comunidades de invertebrados que habitan en dichos entornos (Figura 3 y Anexo 2).

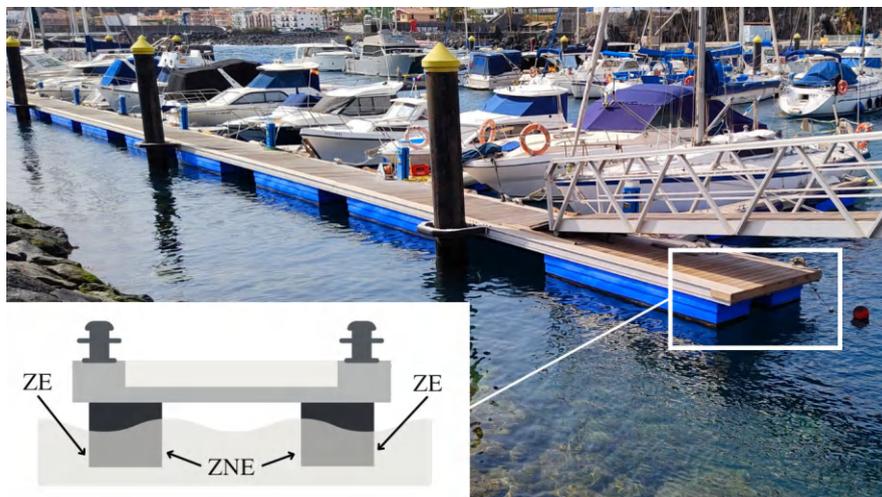


**Figura 3.** Ejemplo de las comunidades de invertebrados que recubren la parte sumergida de los flotadores de los pantalanes.

El material empleado tanto para las salidas exploratorias como para los muestreos *in situ* ha sido: equipo de snorkel ligero (máscara y tubo, aletas, traje de neopreno y plomos), cámara

fotográfica subacuática con foco externo con tal de registrar fotográficamente las especies y las coberturas, una tablilla de plástico para anotar todo aquello relevante y botes de muestreo para los casos convenientes.

Los muestreos se han centrado únicamente en la parte sumergida de las estructuras flotantes de los pantalanes (Figura 4) y su desarrollo ha sido idéntico en los distintos puertos. En cada puerto se han muestreado 6 flotadores, cada uno con una superficie de 2 metros de longitud por 0,3 metros de ancho, que fueron seleccionados de manera aleatoria. Repartidos en dos zonas condicionadas por la exposición a la iluminación: 3 muestreos en la zona expuesta (ZE) y 3 en la zona no expuesta (ZNE) del flotador.



**Figura 4.** Representación gráfica de las dos zonas consideradas durante los muestreos: zona expuesta (ZE) y zona no expuesta (ZNE).

El muestreo de cada uno de los flotadores consistió en un primer reconocimiento genérico visual y fotográfico de las coberturas y las principales especies dominantes (Anexo 2). Seguido de una observación más detallada para determinar el resto de especies presentes, que presentaban unas coberturas menores. Posteriormente se anotaba en una tablilla aquellas observaciones que fueran de interés en cada muestreo y, en caso de ser necesario, se recolectaron muestras de ejemplares para un análisis *ex situ* más detallado.

El tiempo estimado para el muestreo de un flotador fue de 15 minutos. De manera que por el estudio de cada una de las zonas (ZNE y ZE) se destinaban unos 45 minutos. Resultando un total de 1 hora y media de estudio *in situ* en cada puerto. Posteriormente, a través de la información anotada en la tablilla y mediante el análisis detallado de las fotografías, se realizó para cada uno de los 6 flotadores muestreados en cada puerto un listado de las especies

observadas y de sus respectivas coberturas en porcentaje. Para el análisis de los datos, los valores de porcentaje se convirtieron a metros cúbicos de flotador de pantalán (m<sup>3</sup> de flotador), que corresponden a una superficie rectangular de 2 metros de longitud y 0,3 metros de ancho.

La identificación de las especies se realizó mediante una búsqueda exhaustiva de información taxonómica. En el caso de la identificación de las muestras de campo, también se utilizó una lupa binocular de 5 aumentos para observar con mayor detalle las características morfológicas de los ejemplares. En algunos casos, para la correcta identificación de determinadas especies ha sido necesario contactar con especialistas en la taxonomía del grupo. A pesar de que en algunas especies no se ha podido realizar una identificación a nivel de especie, sí que han sido identificadas a niveles taxonómicos superiores.

### 2.3. Factores considerados

Con tal de determinar los principales factores que influyen en la composición de las comunidades de invertebrados portuarias se han considerado tres factores en cada uno de los puertos muestreados. Los factores seleccionados han sido:

- “**Localidad**”: con el objetivo de estudiar si cada uno de los puertos presenta unas características singulares, en mayor o menor medida, respecto al resto de puertos.
- “**Exposición**” a la luz: con el fin de estudiar si existen variaciones en la composición de las comunidades de invertebrados en función de si se ubican en zonas de mayor o menor exposición a la luz: ZNE y ZE.
- “**Turbidez**” del agua: referente a la carga de partículas en suspensión, con el objetivo de estudiar si aquellos puertos con mayor carga de partículas presentan unas comunidades de invertebrados mayor desarrolladas. Dicho factor se ha determinado en cada puerto siguiendo la metodología de estudio del disco Secchi (Preisendorfer, 1986) (Anexo 2). Habiendo clasificado los puertos de manera cualitativa según tres categorías: alta, media y baja turbidez (Tabla 1).

**Tabla 1.** Tabla de los distintos puertos junto con los factores considerados durante el estudio.

<b>Nombre del puerto</b>	<b>Turbidez</b>	<b>Coordenadas</b>
Marina Puerto Chico	Alta carga (<2 m)	28.496591°N 16.207986°W
Marina Santa Cruz de Tenerife	Alta carga (<2 m)	28.466442°N 16.241673°W
La Galera (Candelaria)	Baja carga (>5 m)	28.361054°N 16.363675°W
Club Náutico Puertito de Güímar	Baja carga (>5 m)	28.283214°N 16.366922°W
Amarilla Marina	Carga media (2-5 m)	28.021721°N 16.608385°W
Los Cristianos	Carga media (2-5 m)	28.047966°N 16.711912°W
Puerto Colón	Carga media (2-5 m)	28.078271°N 16.726289°W
Garachico	Alta carga (<2 m)	28.373933°N 16.747228°W

#### **2.4. Análisis de los datos**

Los datos se organizaron en una matriz de coberturas en la que las filas corresponden a las especies y las columnas a los distintos puertos y zonas muestreadas (ZNE y ZE). Posteriormente, se realizaron varios análisis de varianza por permutaciones de 3 vías (multivariados o univariados) para comparar la riqueza de especies y sus coberturas en los diferentes puertos y zonas muestreadas. Los análisis se agrupan en cuatro apartados: i) Riqueza de especies, ii) Coberturas y estructuras de las comunidades, iii) Principales grupos taxonómicos e iv) Influencia de las comunidades vegetales.

Para los análisis se han considerado los tres factores previamente descritos. El factor “exposición” a la luz de tipo fijo y con dos niveles correspondientes a la zona no expuesta (ZNE) y zona expuesta (ZE). El factor “turbidez”, también de tipo fijo y con tres niveles correspondientes a los puertos con alta carga, media carga y baja carga de partículas en suspensión. Y el factor “localidad” de tipo aleatorio, con 8 niveles correspondientes a los 8 puertos muestreados y que está anidado a su vez en “turbidez”.

Los valores de  $p$  se han calculado a partir de 4000 permutaciones y mediante suma de cuadrados Tipo III (SS). El nivel de significación en los distintos análisis se ha establecido en  $\alpha = 0,05$ . Los análisis se han realizado con el paquete estadístico PRIMER7 y PERMANOVA+ (Anderson et al., 2008).

#### **Riqueza de especies: estructura y composición**

Por un lado, se ha realizado un análisis PERMANOVA (Anderson 2001; McArdle y Anderson 2001) multivariante basado en la similitud de las riquezas medias de especies observadas en los distintos puertos y las dos zonas: no expuesta a la luz (ZNE) y expuesta a la luz (ZE). Con tal de modificar el énfasis relativo del análisis en especies raras frente a

especies más abundantes, en este caso se han utilizado transformaciones de presencia-ausencia y calculado la matriz de similaridades mediante una semejanza medida a través de la similitud Bray-Curtis (Bray y Curtis 1957). Posteriormente, a través de una ordenación nMDS se visualizan los patrones multivariantes relativos a la estructura basada en presencia-ausencia media de especies en los distintos puertos y zonas muestreadas.

Por otro lado, para el estudio de la composición en especies, se ha realizado un segundo análisis ANOVA univariante por permutaciones utilizando la matriz de similaridades de la riqueza de especies basado en la distancia de la riqueza de especies observadas en los distintos puertos y las dos zonas: no expuesta a la luz (ZNE) y expuesta a la luz (ZE). En este caso se han utilizado distancias euclídeas para calcular la matriz triangular de similaridades. La semejanza se ha medido a través de la distancia euclídea, de modo que se trata de una prueba no paramétrica equivalente a un ANOVA paramétrico, pero libre de la suposición de normalidad de los residuos (Anderson 2017). Por último, se ha utilizado un diagrama de cajas para visualizar la variación de la riqueza y un gráfico *shade plot* para visualizar los grupos taxonómicos con mayor relevancia a nivel genérico en los distintos puertos y zonas muestreadas.

### **Coberturas y composición de las comunidades**

Se ha realizado un análisis PERMANOVA basado en la similitud de las coberturas de las especies identificadas en las zonas (ZNE y ZE) y distintos puertos. A partir de la matriz transformada mediante raíz cuadrada de los datos y utilizando las distancias de Bray-Curtis para calcular la matriz triangular de similaridades. Con tal de visualizar correctamente los datos obtenidos se han elaborado tres gráficas distintas a escala multidimensional (MDS), correspondientes a los tres factores considerados (exposición, turbidez y localidad). Asimismo, se ha utilizado un análisis de componentes principales (PCO) para mostrar la ordenación de los muestreos determinando a su vez aquellas especies con mayor correlación con el patrón observado (Anderson 2003).

### **Principales grupos taxonómicos y factores determinantes**

Se han estudiado los principales grupos taxonómicos independientemente, observando en cada uno de ellos los factores más influyentes. Para ello, se han seleccionado los 6 principales filos: Chordata - Ascidiacea, Arthropoda, Annelida, Bryozoa, Cnidaria y Porifera. A través de un análisis univariante por permutaciones basado en la distancia de las coberturas de los

diferentes filos observadas en los distintos puertos y zonas establecidas: no expuesta a la luz (ZNE) y expuesta a la luz (ZE). En este caso se han utilizado las distancias euclídeas para calcular la matriz de similitudes. Para visualizar correctamente los resultados se han utilizado diagramas de caja.

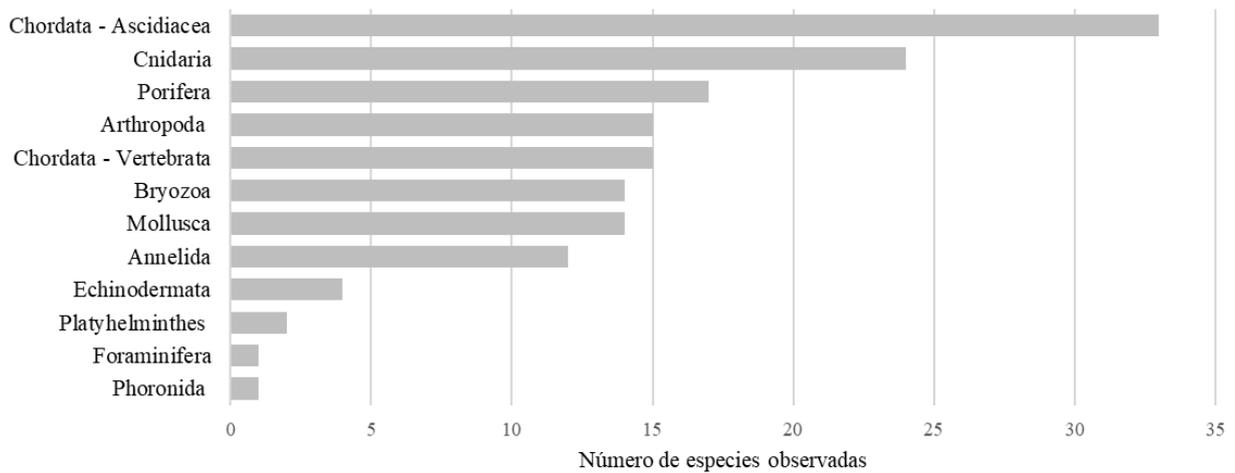
### **La influencia de las comunidades vegetales**

Se ha estudiado la influencia de las comunidades vegetales en la composición de las comunidades de invertebrados a través de un test BEST, correlacionando la matriz de similitudes de coberturas de los distintos grupos de algas con los patrones de ordenación de los muestreos de especies de invertebrados. En este caso las algas fueron utilizadas como variables ambientales y se han dividido en 3 grupos: algas calcáreas incrustantes, algas cespitosas y macroalgas erectas. El análisis se ha realizado a través del procedimiento BIOENV. Éste es un procedimiento basado en distancias que identifica qué variable o subset de variables ambientales (matriz de distancias euclídeas) se correlaciona altamente con la matriz de similitudes basada en Bray-Curtis de las muestras de invertebrados (Clarke and Ainsworth 1993; Clarke y Gorley 2006).

## **3. RESULTADOS**

### **3.1. Riqueza de especies: estructura y composición**

A nivel genérico, se ha observado un total de 152 especies asociadas a los flotadores de los pantalanes de los diferentes puertos, repartidas en los siguientes grupos: Annelida (12), Arthropoda (15), Ascidiacea (33), Bryozoa (14), Cnidaria (24), Echinodermata (4), Foraminifera (1), Mollusca (14), Phoronida (1), Platyhelminthes (2), Porifera (17) y Vertebrata (15) (Figura 5).



**Figura 5.** Número de especies observadas de cada filo en los distintos puertos de la Isla.

Todas las especies observadas en los pantalanes flotantes durante el estudio han sido recopiladas en un catálogo taxonómico ilustrado disponible en el Anexo 3. El catálogo contempla fotografías *in situ* de las 152 especies registradas, agrupadas mediante diferentes niveles taxonómicos: Filo > Clase > Orden > Superfamilia > Familia > Género > Especie. En varios casos para una misma especie se han incluido distintas fotografías, dada la variabilidad morfológica o cromática que muestran.

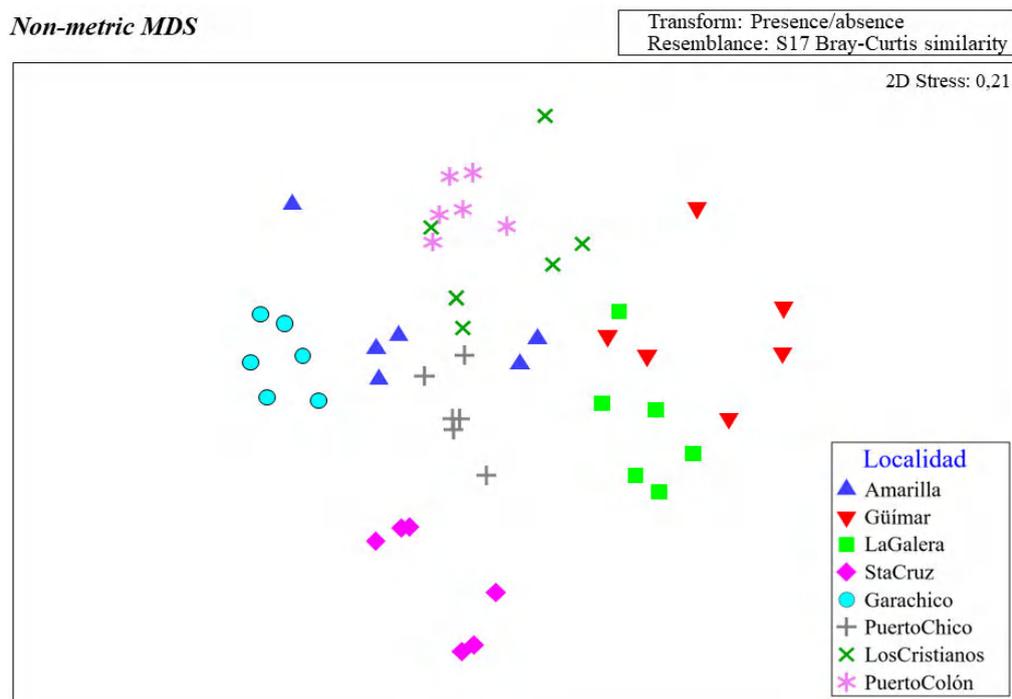
Por otro lado, a través de los muestreos se ha elaborado una base de datos que incluye las especies observadas en los distintos puertos y zonas (ZNE y ZE), junto con sus respectivos valores de cobertura. En el Anexo 4 se adjunta una tabla resumen de las especies observadas con valores promedio de las coberturas de cada una de las zonas de los distintos puertos.

La estructura en riqueza de especies parece estar determinada por la “exposición” a la luz, que interacciona con la “localidad” y que a su vez está anidada a la “turbidez” (Tabla 2). A través del diagrama de ordenación multidimensional nMDS (Figura 6) se observa una tendencia de agrupación entre las diferentes muestras de un mismo puerto, de manera que presentan unos valores similares, influenciados por la turbidez de las aguas del puerto. Se observa que puertos con características similares como el de Los Cristianos y el de Puerto Colón presentan riquezas de especies parecidas, mientras que otros como el de Marina Santa Cruz y el de Amarilla Marina difieren sustancialmente.

**Tabla 2. Análisis de la estructura en especies de la comunidad.** Resultados del análisis PERMANOVA en el que se contrastan la composición en especies en los distintos puertos y zonas a través de los distintos factores: localidad, exposición a la luz (ZNE y ZE) y turbidez (carga de partículas en suspensión).

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Exposición	1	5901,8	5901,8	5,2626	0,0147	3994
Turbidez	2	27218	13609	2,0275	0,0172	1523
Localidad (Turbidez)	5	33339	6667,8	13,197	0,0002	3988
Exposición x Turbidez	2	1642,7	821,36	0,7299	0,6593	3990
<b>Exposición x Localidad (Turbidez)</b>	5	5611,7	1122,3	2,2213	<b>0,002*</b>	3987
Residual	32	16168	505,25			
Total	47	1,00E+05				

\* Diferencias significativas ( $P(\text{perm}) < 0,05$ )



**Figura 6.** Gráfico de ordenación espacial de las observaciones proporcionadas por nMDS con datos transformados de la riqueza de especies correspondiente a las distintas muestras de los ocho puertos muestreados.

La riqueza de especies en los distintos puertos y zonas está determinada por la “exposición” a la luz que interacciona con la “localidad” y que al mismo tiempo está anidada a la “turbidez” (Tabla 3). A partir del diagrama de cajas se observa que en la mayoría de los puertos muestreados la riqueza de especies es notablemente superior en las zonas no expuestas a la luz (ZNE) respecto a las expuestas (ZE) (Figura 7). Sobre todo, en puertos como el de Marina Amarilla, el de Puertito de Güímar o el de Puerto Colón.

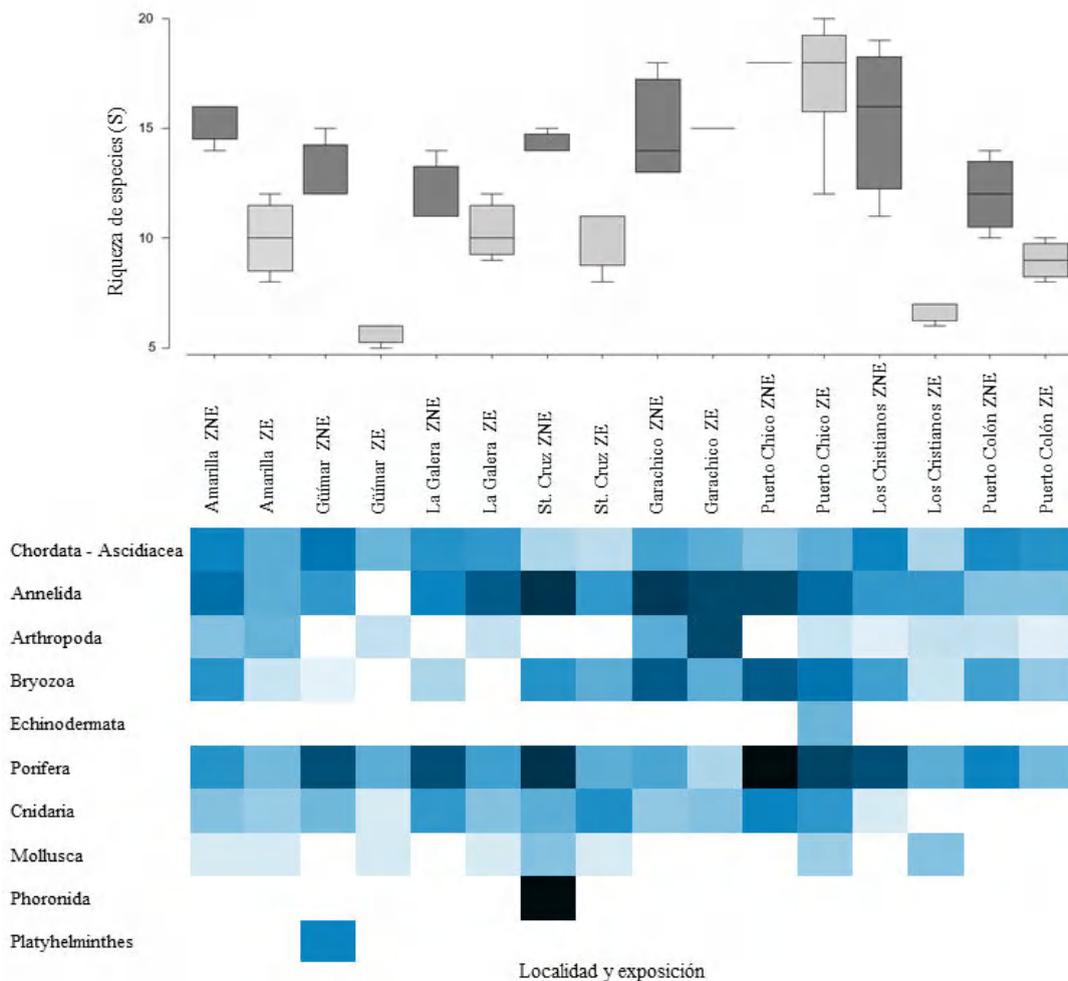
En el diagrama *shade plot* se visualiza la riqueza de especies organizada por grupos taxonómicos en los diferentes puertos muestreados, diferenciando las zonas expuestas (ZE) y las no expuestas a la luz (ZNE) (Figura 7). Los filos con unos mayores valores de riqueza de

especies son los poríferos, los cordados (ascidias), los anélidos y los cnidarios. Seguidos de otros como los briozoos, los moluscos o los artrópodos (crustáceos). Aquellos filos con menor riqueza de especies son los equinodermos, los foronídeos y los platelmintos.

**Tabla 3. Análisis de la composición de especies.** Resultados del Anova por permutaciones en el que se contrastan las variaciones en la riqueza de especies en los distintos puertos y zonas a través de los distintos factores: localidad, exposición a la luz (ZNE y ZE) y turbidez (carga de partículas en suspensión).

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Exposición	1	157,41	157,41	12,936	0,016	3972
Turbidez	2	143,59	71,795	3,9304	0,109	1496
Localidad (Turbidez)	5	90,745	18,149	4,1842	0,0035	3992
Exposición x Turbidez	2	28,126	14,063	1,1492	0,3967	3994
<b>Exposición x Localidad (Turbidez)</b>	5	60,897	12,179	2,8079	<b>0,032*</b>	3995
Residual	32	138,8	4,3375			
Total	47	707,48				

\* Diferencias significativas (P(perm) < 0,05)



**Figura 7.** ↑: Diagrama de cajas de las riquezas de especies en las zonas ZE (zona expuesta a la luz) y ZNE (zona no expuesta a la luz) de los diferentes puertos muestreados. ↓: Gráfica *shade plot* de la riqueza de especies de cada uno de los filos en los diferentes puertos y zonas. Representando las mayores riquezas con colores más fuertes y las menores con más claros. Las cuadrículas en blanco indican que no se han observado especies.

A continuación se detallan los diferentes grupos taxonómicos observados, junto con las principales especies y algunos datos relevantes:

**Clase Ascidiacea** (Anexo 3, Pág. 64). Es el grupo de invertebrados con mayor riqueza de especies observadas en los entornos portuarios. Se han registrado un total de 33 especies, siendo algunas de las especies más comunes *Botrylloides* aff. *leachii*, *Symplegma brakenhielmi* y *Lissoclinum perforatum* o *Clavelina lepadiformis*. Asimismo, se ha constatado la presencia en determinados puertos de especies introducidas (Anexo 6) como *Ecteinascidia turbinata*, *Microcosmus squamiger*, *Botrylloides leachii*, *Polyandrocarpa zorritensis*, *Styela plicata* y *Symplegma brakenhielmi*.

**Filo Annelida** (Anexo 3, Pág. 51) Se han observado 12 especies de anélidos, algunas de ellas presentes en la mayoría de los puertos. Dos de las especies más comunes pertenecen a la familia serpulidae, concretamente: *Salmacina dysteri* y *Spirobranchus tetraceros*. Coincidiendo en que *S. tetraceros* es la primera vez que se cita en aguas Canarias (Anexo 5). La cual podría tratarse de una especie introducida, posiblemente por el tráfico marítimo.

**Filo Arthropoda** (Anexo 3, Pág. 58). Se han observado 15 especies de crustáceos. Entre las más recurrentes se encuentran especies como *Palaemon elegans* o *Pachygrapsus transversus*, junto con cirrípedos del orden Balanomorpha como *Amphibalanus amphitrite*. Asimismo, se ha constatado la presencia en determinados puertos de especies introducidas (Anexo 6) como *Ligia italica* y *Ligia exotica*.

**Filo Bryozoa** (Anexo 3, Pág. 55). Se han observado 14 especies de briozoos, siendo la más común *Schizoporella errata*, seguida de otras incrustantes como *Schizomavella (Schizomavella) linearis* o *Schizobrachiella sanguinea*. Asimismo, en uno de los puertos se ha observado coberturas considerables de *Beania magellanica*, un briozoo colonial citado también por primera vez en Canarias (Anexo 5). Al parecer, podría tratarse de una especie introducida, posiblemente por el tráfico marítimo.

**Filo Echinodermata** (Anexo 3, Pág. 63). Su presencia ha sido ocasional. Se han observado 4 especies, siendo la más común el equinodermo *Arbacia lixula*. Principalmente se han observado asociados a microhábitats de origen tanto natural como artificial.

**Filo Porifera** (Anexo 3, Pág. 34). Se han observado 16 especies de poríferos, algunas de ellas presentes en la mayoría de los puertos, como algunas pertenecientes al género *Sycon* u otras con morfología incrustante como *Aplysilla rosea* o *Mycale microsigmata*.

**Filo Cnidaria** (Anexo 3, Pág. 39). Se han observado 24 especies de cnidarios, siendo las más comunes especies como *Corynactis viridis*, *Aglaophenia pluma* o *Pennaria disticha*, entre otras. A destacar la presencia ocasional de especies consideradas de aguas más profundas como *Stichopathes gracilis* o *Antipathella wollastoni*. Asimismo, se ha registrado la presencia en determinados puertos de las especies introducidas e invasoras *Tubastraea coccinea* y *Oculina patagonica* (Anexo 6).

**Filo Mollusca** (Anexo 3, Pág. 46). Se han observado 14 especies de moluscos, siendo algunas de las más comunes especies del género *Patella* o el bivalvo *Pinctada imbricata*. En determinados puertos se han observado colonias relativamente grandes de *Eualetes tulipa*, un vermético citado también por primera vez en aguas Canarias (Anexo 5). Al parecer, podría tratarse de una especie introducida, posiblemente por el tráfico marítimo.

**Filo Phoronida** (Anexo 3, Pág. 58). Su presencia ha sido ocasional. Se ha observado solamente la especie *Phoronis hippocrepia* en uno de los puertos.

**Filo Platyhelminthes** (Anexo 3, Pág. 46). Su presencia ha sido ocasional. Se han observado dos especies de platelmintos, siendo la más común *Thysanozoon brocchii*.

**Filo Foraminifera** (Anexo 3, Pág. 34). Su presencia ha sido ocasional y referente a la especie *Miniacina miniacea*.

### 3.2. Coberturas y composición de las comunidades

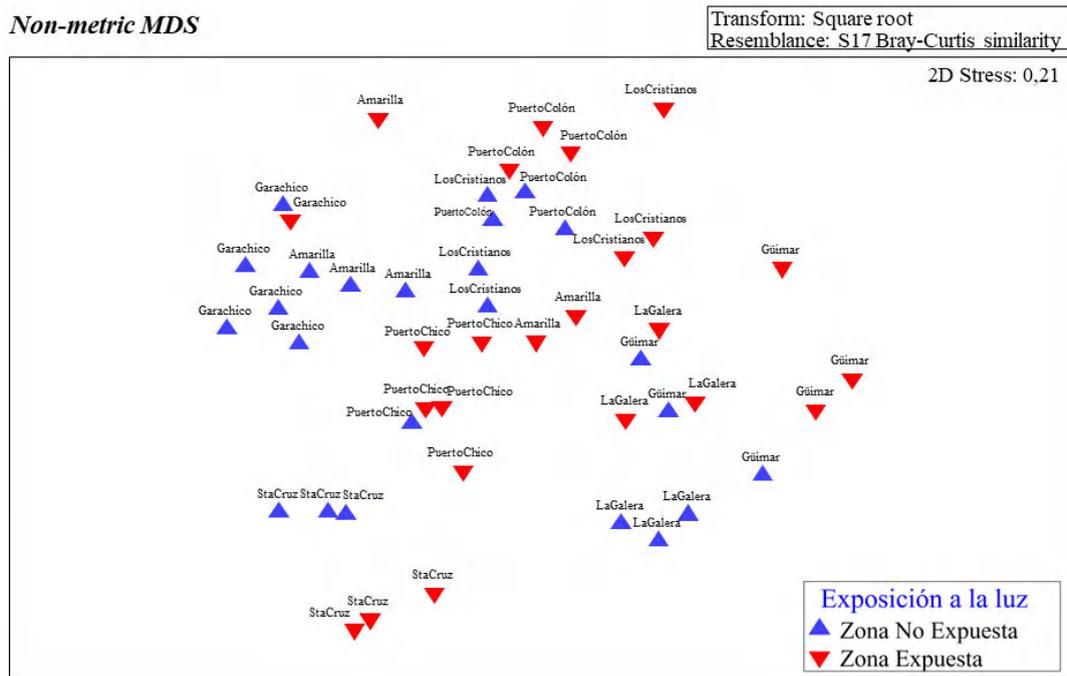
Se observa que de manera significativa la “exposición” a la luz interacciona con la “localidad”, que al mismo tiempo está anidada a la “turbidez” (Tabla 4). De modo que las coberturas de especies en los distintos puertos se ven afectadas por estos factores. Gracias a la ordenación multidimensional nMDS (Figura 8) se aprecia una tendencia de agrupación en función de la “exposición” a la luz (ZE y ZNE). Al repetir el diagrama con el factor “localidad” se observa también cierta agrupación entre las muestras de una misma localidad o puerto (Figura 9). Sucede lo mismo al repetir el diagrama (Figura 10) con el factor “turbidez”, en el que se observa claramente una agrupación de los distintos niveles (Figura 10).

Los resultados obtenidos sugieren que entre puertos con condiciones de turbidez o carga de partículas en suspensión similares, las coberturas de las comunidades de invertebrados presentan cierto grado de similitud. Dentro de cada puerto, aquellas muestras obtenidas en zonas no expuestas a la luz (ZNE) y muestras de las zonas expuestas (ZE) también presentan similitud alta.

**Tabla 4.** Resultados del análisis PERMANOVA en el que se contrastan las variaciones en la cobertura de las especies en los distintos puertos y zonas a través de los distintos factores: localidad, exposición a la luz (ZNE y ZE) y turbidez (carga de partículas en suspensión).

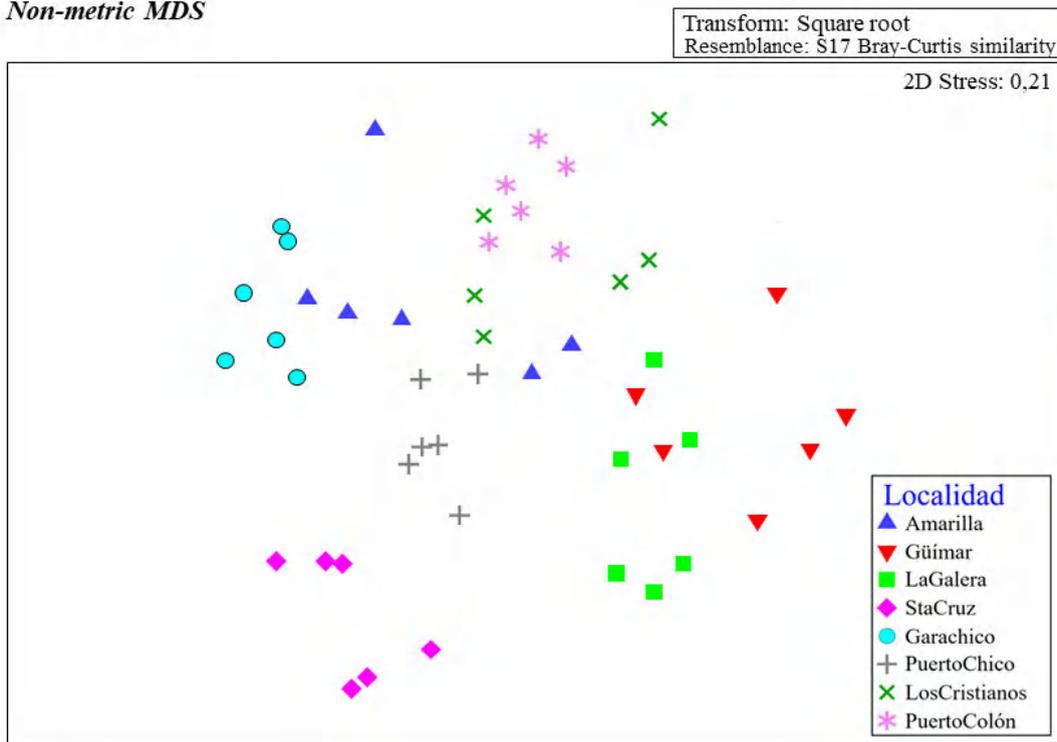
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Exposición	1	6782,1	6782,1	4,7949	0,011	3995
Turbidez	2	28606	14303	2,0342	0,0142	1508
Localidad (Turbidez)	5	34927	6985,5	10,78	0,0002	3976
Exposición x Turbidez	2	3010,3	1505,2	1,0592	0,4199	3990
<b>Exposición x Localidad (Turbidez)</b>	5	7077,7	1415,5	2,1845	<b>0,0002*</b>	3984
Residual	32	20736	647,99			
Total	47	1,12E+05				

\* Diferencias significativas ( $P(\text{perm}) < 0,05$ )



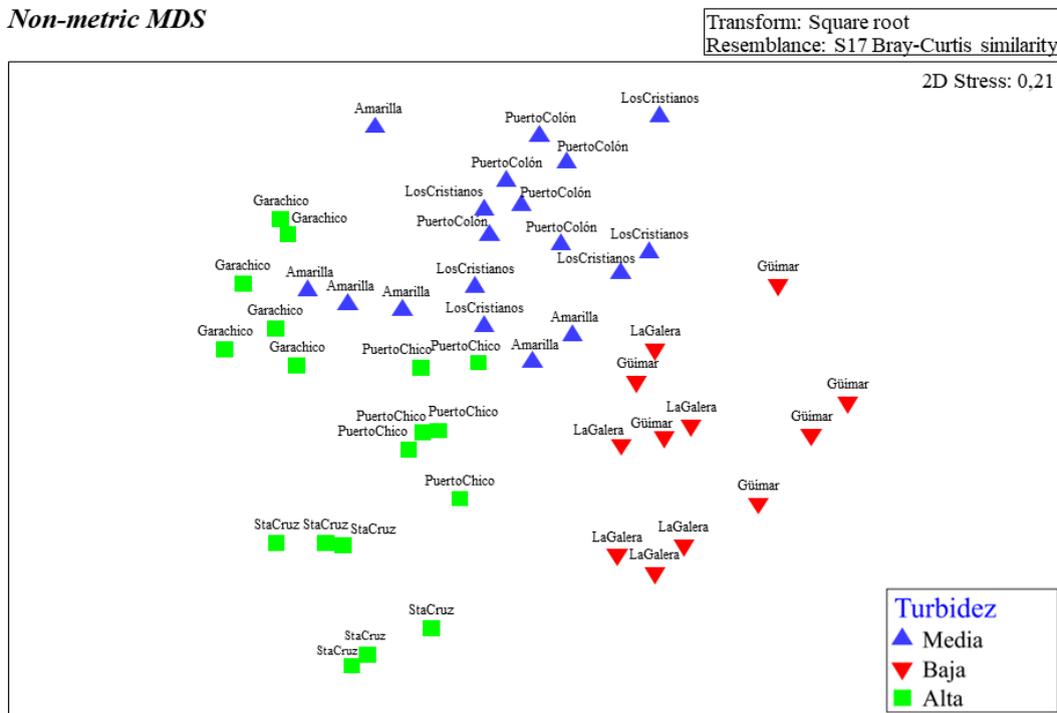
**Figura 8.** Gráfico de ordenación espacial de las observaciones proporcionadas por nMDS con datos transformados mediante raíz cuadrada de las coberturas de especies correspondientes a los distintos puertos muestreados, separando las muestras de zonas no expuestas (ZNE) de las expuestas (ZE).

*Non-metric MDS*



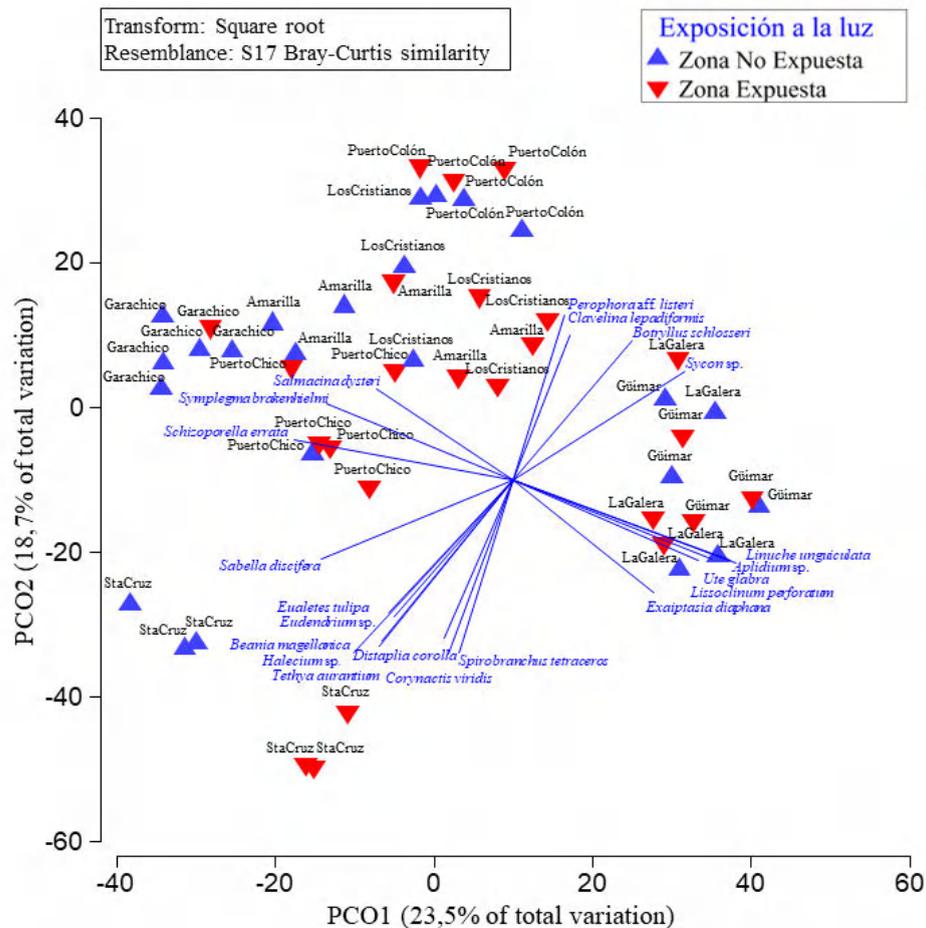
**Figura 9.** Gráfico de ordenación espacial de las observaciones proporcionadas por nMDS con datos transformados mediante raíz cuadrada de las coberturas de especies correspondientes a los distintos puertos muestreados, separando las muestras según los tres tipos de turbidez (alta, media y baja) de los puertos.

*Non-metric MDS*



**Figura 10.** Gráfico de ordenación espacial de las observaciones proporcionadas por nMDS con datos transformados de las coberturas de especies correspondientes a las distintas muestras de los puertos muestreados, considerando la turbidez o carga de partículas en suspensión (alta, media y baja).

La ordenación (PCO) nos muestra las especies con mayor influencia a nivel genérico (Figura 11). La primera componente principal abarca un 23,5% de la variación total y la segunda componente un 18,7%. De modo que las dos primeras componentes principales comprenden un 42,2% de la variación total. De manera aproximada, se han agrupado las especies en las 4 esquinas del gráfico. Las de la parte superior a la izquierda, vinculadas a zonas con una baja exposición a la luz y una alta o media turbidez de las aguas, destacan las especies: *Salmacina dysteri*, *Symplegma brakenhielmi* y *Schizoporella errata*. La parte superior derecha, vinculadas a zonas donde predomina una mayor exposición a la luz, destacan: *Perophora* aff. *listeri*, *Clavelina lepadiformis*, *Botryllus schlosseri* y *Sycon* sp.. Por otro lado, la parte inferior izquierda, destacan especies de la Marina Santa Cruz, un puerto que parece diferir sustancialmente del resto, con alta carga de partículas en suspensión, algunas de las principales son: *Sabella discifera*, *Eualetes tulipa*, *Eudendrium* sp., *Beania magellanica*, *Halecium* sp., *Tethya* aff. *aurantium*, *Distaplia corolla*, *Corynactis viridis* y *Spirobranchus tetraceros*. Por último, la parte inferior derecha incluye especies ubicadas en puertos con baja carga de partículas en suspensión, como: *Linuche unguiculata*, *Aplidium* sp., *Ute glabra*, *Lissoclinum perforatum* y *Aiptasia diaphana*.



**Figura 11.** Ordenación mediante componentes principales (PCO) donde aparecen las diferentes muestras de cada puerto, diferenciando la zona no expuesta a la luz (ZNE) de la expuesta (ZE), con las especies más relevantes. La longitud y dirección de cada vector indica la fuerza y el signo de la relación con los ejes PCO. Los ejes muestran los porcentajes de variación explicada.

### 3.3. Principales grupos taxonómicos y factores determinantes

A continuación se detallan los resultados de las ANOVAs por permutaciones de los principales grupos taxonómicos identificados en el área de estudio: Ascidiacea - Chordata, Annelida, Arthropoda, Bryozoa, Cnidaria y Porifera.

En el caso de las coberturas respectivas a ascidias (Chordata) (Tabla 5), los artrópodos (Tabla 7) y los cnidarios (Tabla 9) presentan diferencias significativas en función de la exposición a la luz y la localidad, que está a su vez anidada a la turbidez del puerto (Figura 12). Mientras que las ascidias y los cnidarios presentan unos valores de cobertura mayores en zonas no expuestas (ZNE), en el caso de los artrópodos son mayores las coberturas en zonas expuestas (ZE).

En el caso de las coberturas respectivas a los anélidos (Tabla 6) presentan diferencias significativas en función de la exposición a la luz y la turbidez del puerto (Figura 12). Se aprecia una tendencia de mayores coberturas en zonas no expuestas (ZNE) y puertos con mayor turbidez o carga de partículas en suspensión.

En el caso de las coberturas respectivas a briozoos (Tabla 8) y poríferos (Tabla 10) presentan diferencias significativas en función de la exposición a luz, que interacciona al mismo tiempo con la localidad y que está anidada con la turbidez del puerto (Figura 12). Ambos grupos presentan unas coberturas mayores en zonas no expuestas (ZNE). Influenciados al mismo tiempo por la localidad y la turbidez o carga de partículas en suspensión del puerto.

**Tabla 5.** Resultados de los ANOVAs por permutaciones de los principales grupos taxonómicos identificados en el área de estudio: Ascidiacea - Chordata, Annelida, Arthropoda, Bryozoa, Cnidaria y Porifera; en el que se contrastan las variaciones en la cobertura de cada uno de los grupos a través de los distintos factores: localidad, exposición a la luz (ZNE y ZE) y turbidez (carga de partículas en suspensión).

<b>Filo Chordata - Ascidiacea</b>						
<b>Source</b>	<b>df</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>Pseudo-F</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Unique perms</b>
<b>Exposición</b>	1	0,031017	0,031017	12,351	<b>0,0177*</b>	3970
Turbidez	2	0,012272	0,0061358	0,55456	0,6113	1524
<b>Localidad (Turbidez)</b>	5	0,055014	0,011003	9,551	<b>0,0002*</b>	3992
Exposición x Turbidez	2	0,021951	0,010976	4,3404	0,0852	3994
Exposición x Localidad (Turbidez)	5	0,012566	0,0025132	2,1816	0,0877	3996
Residual	32	0,036864	0,001152			
Total	47	0,19181				

<b>Filo Annelida</b>						
<b>Source</b>	<b>df</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>Pseudo-F</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Unique perms</b>
<b>Exposición</b>	1	0,0055087	0,0055087	8,1524	<b>0,0422*</b>	3972
<b>Turbidez</b>	2	0,047894	0,023947	42,285	<b>0,0002*</b>	947
Localidad (Turbidez)	5	0,0028133	0,0005626	0,4341	0,7868	3994
Exposición x Turbidez	2	0,0050856	0,0025428	3,7554	0,104	3991
Exposición x Localidad (Turbidez)	5	0,0033741	0,0006748	0,52064	0,7186	3992
Residual	32	0,041477	0,0012962			
Total	47	0,1293				

<b>Filo Arthropoda</b>						
<b>Source</b>	<b>df</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>Pseudo-F</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Unique perms</b>
<b>Exposición</b>	1	0,0037965	0,0037965	7,1732	<b>0,0182*</b>	3982
Turbidez	2	0,00054635	0,00027317	0,12062	0,938	1505
<b>Localidad (Turbidez)</b>	5	0,011338	0,0022677	6,9892	<b>0,0002*</b>	3993
Exposición x Turbidez	2	0,00038	0,00019	0,36053	0,7901	3998
Exposición x Localidad (Turbidez)	5	0,0026478	0,00052955	1,6322	0,1895	3990
Residual	32	0,010382	0,00032445			
Total	47	0,025125				

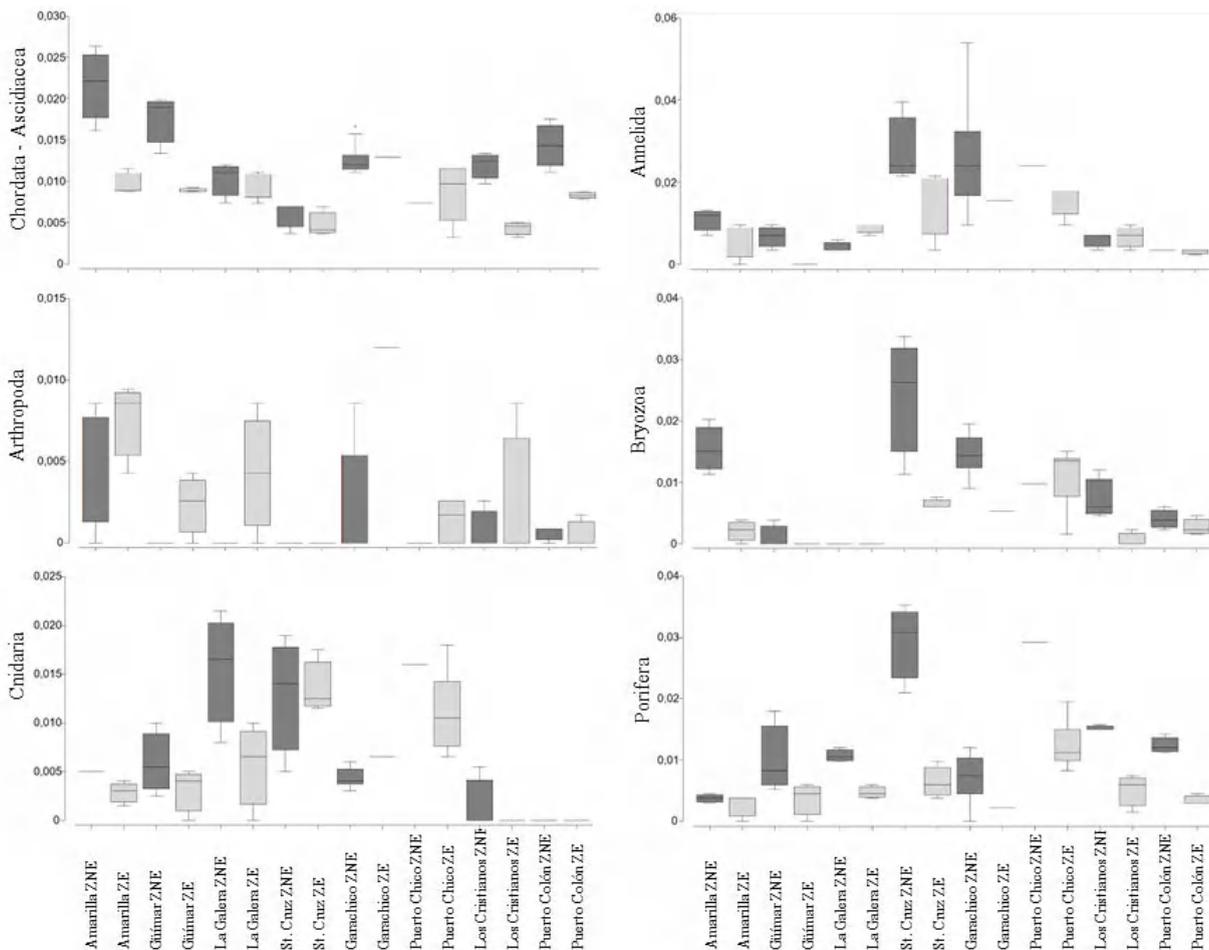
<b>Filo Bryozoa</b>						
<b>Source</b>	<b>df</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>Pseudo-F</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Unique perms</b>
Exposición	1	0,019069	0,019069	5,1086	0,0672	3976
Turbidez	2	0,049806	0,024903	10,485	0,0002	1529
Localidad (Turbidez)	5	0,011798	0,0023596	2,1519	0,099	3995
Exposición x Turbidez	2	0,0070898	0,0035449	0,94425	0,4564	3994
<b>Exposición x Localidad (Turbidez)</b>	5	0,018682	0,0037364	3,4076	<b>0,0185*</b>	3993

Residual	32	0,035088	0,0010965		
Total	47	0,17816			

Filo Cnidaria						
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
<b>Exposición</b>	1	0,010964	0,010964	5,9538	<b>0,042*</b>	3970
Turbidez	2	0,091906	0,045953	5,1148	0,0715	1527
<b>Localidad (Turbidez)</b>	5	0,044626	0,0089252	4,7299	<b>0,0032*</b>	3990
Exposición x Turbidez	2	0,0091746	0,0045873	2,481	0,1795	3995
Exposición x Localidad (Turbidez)	5	0,0092076	0,0018415	0,9759	0,4359	3994
Residual	32	0,060384	0,001887			
Total	47	0,24206				

Filo Porifera						
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Exposición	1	0,055915	0,055915	18,218	0,0077	3977
Turbidez	2	0,028358	0,014179	1,6294	0,2694	1528
Localidad (Turbidez)	5	0,043231	0,0086461	10,024	0,0002	3991
Exposición x Turbidez	2	0,0085451	0,0042726	1,383	0,3287	3995
<b>Exposición x Localidad (Turbidez)</b>	5	0,015362	0,0030724	3,5622	<b>0,0152*</b>	3992
Residual	32	0,0276	0,0008625			
Total	47	0,18201				

\* Diferencias significativas (P(perm) < 0,05)



**Figura 12.** Diagramas de cajas de las coberturas por flotador de los principales grupos taxonómicos identificados en el área de estudio: Ascidiacea - Chordata, Annelida, Arthropoda, Bryozoa, Cnidaria y Porifera; en las zonas ZE (zona expuesta a la luz) y ZNE (zona no expuesta a la luz) de los diferentes puertos muestreados.

### 3.4. La influencia de las comunidades vegetales

Los resultados del test BEST indican que las coberturas de macroalgas erectas son las que mejor explican el patrón de similitud encontrado para la ordenación de los muestreos donde Exposición x Localidad fue el factor más relevante (Tabla 11). Otras algas como las calcáreas incrustantes o las cespitosas parece que no son tan influyentes.

De modo que existe una correlación con las macroalgas erectas que explica el patrón que observamos. Siendo el grupo de las macroalgas erectas el más influyentes en la determinación de las comunidades de invertebrados.

**Tabla 11.** Resultados del test BEST en el que se correlaciona las coberturas de algas con la distribución de especies. A través del método Spearman rank y el método BIOENV.

<b>Best result for each number of groups</b>	
No.Groups	Corr. Selections
1	0,558 Algas erectas
2	0,233 Algas coralinas incrustantes,Algas erectas
3	0,193 Algas coralinas incrustantes,Algas cespitosas,Algas erectas

## 4. DISCUSIÓN

Durante el estudio se han registrado un total de 152 especies asociadas a los pantalanes flotantes, de las cuales 33 corresponden a la clase Ascidiacea y 24 al filo Cnidaria, seguido de otras con valores similares pertenecientes a los filos Bryozoa, Porifera, Arthropoda, Mollusca y Annelida. Los filos con menor representación en este entorno han sido Echinodermata, Plathelmynta y Phoronida. Tal y como se cita en otros artículos, las ascidias acostumbran a ser uno de los grupos más exitosos en la colonización de sustratos artificiales (Lambert, 2001; Lambert y Lambert, 2003), al ser filtradores altamente eficientes capaces de prosperar en ambientes perturbados antropogénicamente (Coma et al., 2001). A nivel genérico, se observa que un porcentaje relevante de las especies observadas en el presente trabajo coinciden con las encontradas en otras zonas portuarias del mundo (Rocha et al., 2010; Pontes et al., 2021; Ramalhosa et al., 2021). Por ejemplo, en un estudio realizado en tres entornos portuarios distintos del Mediterráneo (Tempesti et al., 2022) se observaron hasta 21 especies de brioos, 14 de ascidias y 9 de cnidarios. Mientras que por otro lado, se registraron únicamente 6 de equinodermos, 2 de foraminíferos y 3 de platelmintos.

Entre las especies observadas se han identificado algunas consideradas introducidas en Canarias, principalmente correspondientes a la clase de las ascidias, como *Symplegma brakenhielmi* o *Polyandrocarpa zorritensis*. Estudios realizados en el ámbito macaronésico (Castro et al., 2022) sustentan que las ascidias son el filo de invertebrados con un mayor porcentaje de especies introducidas, seguido de otros como los briozoos, los artrópodos y los cnidarios. Exponiendo que, después de Madeira y Sao Miguel (Isla del archipiélago de las Azores), Tenerife es la isla con mayor tasa de especies introducidas en el ámbito macaronésico (Castro et al., 2022). Por otro lado, entre las especies introducidas destacan dos de ellas consideradas a su vez como invasoras en el archipiélago, concretamente: *Tubastraea coccinea* y *Oculina patagonica*. Los datos de ubicación y desarrollo sugieren que dichas especies han sido introducidas a través del tráfico marítimo, formando parte de las comunidades incrustantes asociadas a los cascos de las embarcaciones de movimiento lento (Creed et al., 2017; López et al., 2019). El puerto Marina Santa Cruz es uno de los sitios en los que se ha observado un mayor número de especies introducidas, resultando al mismo tiempo uno de los puertos con mayor afluencia de tráfico marítimo de Canarias. Tan solo en el año 2020 consta un registro del tráfico total de embarcaciones superior a los 9 millones, siendo, sin contar España, Brasil el principal origen y destino de las mercancías (Autoridad Portuaria Santa Cruz de Tenerife, 2020). Otro agente relevante vinculado a la introducción de especies es la llegada de plataformas petrolíferas a los principales puertos de Canarias, provenientes la mayoría de ellas de regiones tropicales del Atlántico como el Brasil, el Caribe o el Golfo de Guinea (Falcón, 2015; Pajuelo et al., 2016). A su vez, es importante recalcar que además del conjunto de especies determinadas como introducidas, los entornos portuarios albergan una cantidad considerable de especies criptogénicas, como algunas pertenecientes a la clase Ascidiacea o al filo Bryozoa. Hecho que complica la verificación fiable de su origen, y por lo tanto, de si corresponden a especies introducidas o autóctonas (Carlton, 1996).

A través del presente estudio se ha observado que los tres factores considerados influyen en menor o mayor grado al desarrollo de las comunidades de invertebrados marinos asociadas a los entornos portuarios. Tanto la exposición a la luz, como la localidad y la turbidez del mismo puerto determinan en la mayoría de los casos de una manera significativa la estructura de las comunidades de invertebrados establecidas. Los puertos con características parecidas, tanto de turbidez como de exposición a la luz, presentan unas comunidades con mayor similitud. Sin embargo, siempre considerando que cada puerto presenta cierto grado de similitud asociado a su localidad. La importancia que adquiere el factor localidad, en parte se

debe a que determinadas especies presentan una capacidad de dispersión muy limitada, por ejemplo el grupo de los caprélidos (del filo Arthropoda), organismos de desarrollo directo, sin fase larvaria, y unos apéndices abdominales muy reducidos (Ros et al., 2013). De modo que uno de los principales vectores de dispersión para este tipo de especies es el transporte asociado a las especies sésiles que componen el fouling del casco de los barcos recreativos (Bax et al., 2003). Lo que podría sugerir que una vez este tipo de especies llegan a una localidad portuaria y encuentran unas condiciones favorables, son capaces de reproducirse y colonizar sustratos del mismo puerto, pero encuentran dificultades inherentes a su ciclo de vida que limitan su dispersión. Algunos estudios demuestran que los cascos de las embarcaciones atracadas en los puertos desarrollan con el tiempo unas comunidades similares a las incrustaciones que se producen en los flotadores de los pantalanes (Floerl y Inglis, 2005). De este modo, una vez que dichas especies consiguen establecerse en el casco de una embarcación pueden ser fácilmente transportadas a otro lugar.

A través de las dos primeras componentes del análisis de componentes principales (PCO) se explica un 42,4% de la varianza total, destacando simultáneamente aquellas especies con mayor influencia. Las especies destacadas se han agrupado entre sí, en función de los factores que las determinan. Mientras que especies de anélidos como *Sabella discifera* o *Spirobranchus tetraceros*, la esponja *Tethya* aff. *aurantium* y los cnidarios de los géneros *Halecium* o *Eudendrium* se han observado principalmente en entornos de alta turbidez, otros como las especies de ascidias *Lissoclinum perforatum* o *Botryllus schlosseri*, la esponja *Ute glabra* o el cnidario *Aiptasia diaphana* se han observado en entornos de baja turbidez. Sugiriendo que aquellos entornos con una mayor turbidez presentan coberturas más estructuradas de organismos filtradores o suspensívoros. Mediante un estudio realizado en los sustratos artificiales de un puerto de Australia se atribuyó que, como mínimo, la mitad de la biomasa de estos entornos corresponde a organismos filtradores o suspensívoros (Wilson et al., 1993).

A partir de los análisis detallados para cada uno de los principales grupos taxonómicos se ha observado que los factores localidad, exposición a la luz y turbidez del agua influyen de manera diferente. Mientras que en el caso de los cnidarios, las ascidias o los artrópodos presentan diferencias según la exposición a la luz y la localidad, influenciada por la turbidez del puerto, otros grupos como los anélidos presentan diferencias únicamente en la exposición a la luz y la turbidez del puerto. Es conocido que factores ambientales como la exposición a la

luz, las corrientes de agua y la turbidez influyen en el asentamiento de las larvas de determinados invertebrados marinos (Underwood y Keough 1980; Drake et al. 2015). Igual que en otros estudios se observa que las coberturas de invertebrados son mayores en las zonas con menor exposición a la luz (Glasby 1999; Jessen et al. 2014). En el caso de las coberturas de determinados grupos taxonómicos como el de las ascidias, es importante resaltar el papel de ingenieros del ecosistema que pueden llegar a generar en las comunidades. Existen varios trabajos que demuestran que las ascidias pueden incrementar la riqueza de especies de las comunidades de macroinvertebrados de la zona, principalmente al proporcionar con su estructura microhábitats que facilitan el asentamiento de larvas de organismos sésiles (Castilla et al., 2004; Claar et al., al., 2011; Rimondino et al., 2015). Además, algunas de estas coberturas más desarrolladas pueden llegar a obstruir el movimiento de depredadores como los erizos de mar y los gasterópodos, disminuyendo indirectamente la depredación y la simplificación de la comunidad bentónica (Nydam y Stachowicz, 2007).

La menor densidad de la mayoría de los invertebrados en la zona de alta intensidad lumínica (ZE) puede deberse a que las larvas evitan el asentamiento debido al mayor crecimiento de algas (Glasby 1999; Siddik y Satheesh, 2021). Por lo tanto, parece que los invertebrados prefieren áreas sombreadas donde la baja intensidad de la luz (ZNE) impide el crecimiento de algas y evita la competencia de las algas por el espacio, proporcionando así un espacio libre para que se asienten y sobrevivan las larvas de invertebrados marinos (Miller y Etter 2008). En este trabajo se ha observado que las coberturas de macroalgas erectas/ramificadas son las que presentan una mayor influencia sobre las comunidades de invertebrados, reduciendo considerablemente su cobertura. Sin embargo, también se ha observado que dichas macroalgas erectas se distribuyen principalmente en la zona expuesta (ZE) de algunos puertos con media o baja carga de partículas en suspensión. Ya que las macroalgas se consideran sensibles a la variación de los factores ambientales, incluyendo la turbidez y disponibilidad de luz (Chapman y Fletcher, 2002; Falace y Bressan, 2002; Shepherd et al., 2009). En estudios recientes, se ha observado que los niveles más altos de enriquecimiento de nutrientes y turbidez se asocian a una menor riqueza de especies de macroalgas, una menor abundancia general y una menor diversidad. Mientras que los niveles intermedios de turbidez se asocian a una mayor diversidad, sin influir tanto en la riqueza de especies. Hecho que sugiere que condiciones ambientales como la turbidez influyen en la abundancia de macroalgas antes de la riqueza de especies (Drakard et al., 2018). Asimismo, se ha observado que las poblaciones de

algas marinas sujetas a altos niveles de perturbaciones tienden a destinar más recursos al crecimiento vegetativo que al desarrollo reproductivo, lo que tendría un impacto en la fecundidad y sostenibilidad de estas poblaciones (Ruuskanen y Back, 1999; Drakard et al., 2021). Aun así, la colonización de macroalgas marinas en estructuras artificiales es un tema pendiente que se debe estudiar con mayor detalle en los mares europeos, a diferencia de otras regiones del mundo como California o Japón que cuentan con numerosas publicaciones en dicho ámbito (Tsiamis et al., 2020).

## 5. CONCLUSIONES

- El sustrato que proporciona la parte sumergida de los pantalanes flotantes en los puertos tiende a ser colonizado por una amplia diversidad de especies marinas. Constituyendo unas comunidades marinas singulares, en las que invertebrados incrustantes filtradores o suspensívoros, tales como las ascidias, los poríferos o los briozoos, acostumbran a presentar valores de riqueza de especies y cobertura altas.
- Al tratarse de entornos notablemente influenciados por el tráfico marítimo, cabe destacar la presencia de especies introducidas, algunas de ellas consideradas como invasoras. Así como la existencia de especies reconocidas como criptogénicas, hecho que dificulta la determinación con certeza de su origen.
- Los resultados del presente estudio sugieren que factores como la localidad (puerto), la exposición a la luz y la turbidez del agua juegan un papel importante en la composición de las comunidades de invertebrados que habitan en los entornos portuarios. De manera que las comunidades varían en función de cada localidad, según la turbidez del agua y dependiendo de la exposición a la luz de la zona.
- Aquellas zonas con menor exposición a la luz (ZNE) tienden a presentar una mayor riqueza de especies y cobertura de invertebrados. En cuanto a la turbidez, parece que aquellos puertos con mayores cargas de partículas en suspensión en el agua presentan una mayor riqueza de especies y cobertura de invertebrados.
- Simultáneamente, estos lugares con mayor riqueza de especies y cobertura de invertebrados son los que tienden a presentar un mayor número de especies introducidas. De modo que los puertos constituyen zonas de interés para la detección y el seguimiento de determinadas especies introducidas y/o invasoras.

- El presente estudio constituye un primer paso hacia la caracterización de las comunidades de invertebrados asociadas a los entornos portuarios de Canarias. Sin embargo, es conveniente dar continuidad a esta línea de investigación con el fin de abordar aspectos desde puramente taxonómicos a los más aplicados como el diseño de pantalanés que limiten el asentamiento de especies invasoras.

- El catálogo taxonómico ilustrado que acompaña al presente trabajo proporciona a su vez una información valiosísima y de interés para el conocimiento y estudio de las especies que habitan en entornos portuarios. Además, el seguimiento de las comunidades de invertebrados asociadas a entornos portuarios puede llegar a convertirse en una herramienta de alerta temprana y de información sobre la llegada de especies exóticas a las Islas.

## 6. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer a los doctores José Carlos Hernández y Leopoldo Moro por la tutorización del estudio, así como por la dedicación y el soporte brindado en todo momento.

También agradecer a los investigadores: Adriana Giangrande, especializada en serpúlidos; Xavier Turón, especializado en ascidias; Jorge Núñez, especializado en anélidos; José Templado, especializado en verméticos; y Xavier Salvador, especializado en invertebrados de entornos antropizados; por proporcionar información de interés para contribuir en la identificación de determinadas especies.

Por último, agradecer a familia y compañeros por todos los ánimos y el soporte proporcionado en el transcurso del estudio.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

**Airoldi, L., & Bulleri, F.** 2011. Anthropogenic disturbance can determine the magnitude of opportunistic species responses on marine urban infrastructures. *PLoS One*, 6(8), e22985.

**Airoldi, L., Turon, X., Perkol-Finkel, S., & Rius, M.** 2015. Corridors for aliens but not for natives: effects of marine urban sprawl at a regional scale. *Diversity and Distributions*, 21(7), 755-768.

**Anderson, M. J.** 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral ecology*, 26(1), 32-46.

**Anderson, M. J.** 2003. PCO: a FORTRAN computer program for principal coordinate analysis. *Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand*.

- Anderson, M., Gorley, R. N., & Clarke, R. K.** 2008. *Permanova+ for primer: Guide to software and statistical methods*. Primer-E Limited.
- Bax, N., Williamson, A., Agüero, M., Gonzalez, E., & Geeves, W.** 2003. Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Marine policy*, 27(4), 313-323.
- Bray, J. R., & Curtis, J. T.** 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological monographs*, 27(4), 326-349.
- Bulleri, F., & Chapman, M. G.** 2004. Intertidal assemblages on artificial and natural habitats in marinas on the north-west coast of Italy. *Marine Biology*, 145(2), 381-391.
- Bulleri, F., & Chapman, M. G.** 2010. The introduction of coastal infrastructure as a driver of change in marine environments. *Journal of Applied Ecology*, 47(1), 26-35.
- Canning-Clode, J., Fofonoff, P. W., McCann, L., Carlton, J. T., & Ruiz, G. M.** 2013. Marine invasions on a subtropical island: fouling studies and new records in a recent marina on Madeira Island (Eastern Atlantic Ocean). *Aquatic Invasions*, 8(3), 261-270.
- Carlton, J. T.** 1996. Biological invasions and cryptogenic species. *Ecology*, 77(6), 1653-1655.
- Carlton, J. T.** 1996. Pattern, process, and prediction in marine invasion ecology. *Biological conservation*, 78(1-2), 97-106.
- Castilla, J. C., Lagos, N. A., & Cerda, M.** 2004. Marine ecosystem engineering by the alien ascidian *Pyura praeputialis* on a mid-intertidal rocky shore. *Marine Ecology Progress Series*, 268, 119-130.
- Castro, N., Carlton, J. T., Costa, A. C., Marques, C. S., Hewitt, C. L., Cacabelos, E., ... & Canning-Clode, J.** 2022. Diversity and patterns of marine non-native species in the archipelagos of Macaronesia. *Diversity and Distributions*, 28(4), 667-684.
- Chapman, A. S., Albrecht, A. S., & Fletcher, R. L.** 2002. Differential effects of sediments on survival and growth of *Fucus serratus* embryos (Fucales, Phaeophyceae). *Journal of Phycology*, 38(5), 894-903.
- Claar, D. C., Edwards, K. F., & Stachowicz, J. J.** 2011. Positive and negative effects of a dominant competitor on the settlement, growth, and survival of competing species in an epibenthic community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 399(2), 130-134.
- Clarke, K. R., & Ainsworth, M.** 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Marine Ecology-Progress Series*, 92, 205-205.
- Coma, R., Ribes, M., Gili, J. M., & Hughes, R. N.** 2001. The ultimate opportunists: consumers of seston. *Marine Ecology Progress Series*, 219, 305-308.
- Costello, M. J., Coll, M., Danovaro, R., Halpin, P., Ojaveer, H., & Miloslavich, P.** 2010. A census of marine biodiversity knowledge, resources, and future challenges. *PloS one*, 5(8), e12110.
- Creed, J. C., Fenner, D., Sammarco, P., Cairns, S., Capel, K., Junqueira, A. O., ... & Oigman-Pszczol, S.** 2017. The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors. *Biological Invasions*, 19(1), 283-305.
- Cuthbert, R. N., Pattison, Z., Taylor, N. G., Verbrugge, L., Diagne, C., Ahmed, D. A., ... & Courchamp, F.** 2021. Global economic costs of aquatic invasive alien species. *Science of the Total Environment*, 775, 145238.
- Diagne, C., Leroy, B., Vaissière, A. C., Gozlan, R. E., Roiz, D., Jarić, I., ... & Courchamp, F.** 2021. High and rising economic costs of biological invasions worldwide. *Nature*, 592(7855), 571-576.
- Dolan, L. M., van Boheman, H., Whelan, P., Akbar, K. F., O'Malley, V., O'Leary, G., & Keizer, P. J.** 2006. Towards the sustainable development of modern road ecosystems. *The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment*, 275-331

- Drakard, V. F., Brooks, P., Crowe, T. P., Earp, H. S., Thompson, B., Bourke, N., ... & Moore, P. J.** 2021. *Fucus vesiculosus* populations on artificial structures have potentially reduced fecundity and are dislodged at greater rates than on natural shores. *Marine Environmental Research*, 168, 105324.
- Drakard, V. F., Lanfranco, S., & Schembri, P. J.** 2018. Macroalgal fouling communities as indicators of environmental change: potential applications for water quality monitoring. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 98(7), 1581-1588.
- Drake, P. T., Edwards, C. A., & Morgan, S. G.** 2015. Relationship between larval settlement, alongshore wind stress and surface temperature in a numerical model of the central California coastal circulation. *Marine Ecology Progress Series*, 537, 71-87.
- Elmqvist, T., Zipperer, W. C., & Güneralp, B.** 2015. Urbanization, habitat loss and biodiversity decline: solution pathways to break the cycle. In *The Routledge Handbook of Urbanization and Global Environmental Change*, 163-175.
- Falace, A., & Bressan, G.** 2002. Evaluation of the influence of inclination of substrate panels on seasonal changes in a macrophytobenthic community. *ICES Journal of Marine Science*, 59(suppl), S116-S121.
- Ferrario, J., Caronni, S., Occhipinti-Ambrogi, A., & Marchini, A.** 2017. Role of commercial harbours and recreational marinas in the spread of non-indigenous fouling species. *Biofouling*, 33(8), 651-660.
- Firth, L. B., Knights, A. M., Bridger, D., Evans, A. J., Mieszkowska, N., Moore, P. J., ... & Hawkins, S. J.** 2016. Ocean sprawl: challenges and opportunities for biodiversity management in a changing world. *Oceanography and Marine Biology: an annual review*, 54, 189-262.
- Floerl, O., & Inglis, G. J.** 2005. Starting the invasion pathway: the interaction between source populations and human transport vectors. *Biological invasions*, 7(4), 589-606.
- Floerl, O., Inglis, G. J., Dey, K., & Smith, A.** 2009. The importance of transport hubs in stepping-stone invasions. *Journal of Applied Ecology*, 46(1), 37-45.
- Glasby, T. M.** 1999. Interactive effects of shading and proximity to the seafloor on the development of subtidal epibiotic assemblages. *Marine Ecology Progress Series*, 190, 113-124.
- Glasby, T. M., Connell, S. D., Holloway, M. G., & Hewitt, C. L.** 2007. Nonindigenous biota on artificial structures: could habitat creation facilitate biological invasions?. *Marine biology*, 151(3), 887-895.
- Hewitt, C. L., Gollasch, S., & Minchin, D.** 2009. The vessel as a vector-biofouling, ballast water and sediments. In *Biological invasions in marine ecosystems*, 117-131.
- Jessen, C., Voolstra, C. R., & Wild, C.** 2014. In situ effects of simulated overfishing and eutrophication on settlement of benthic coral reef invertebrates in the Central Red Sea. *PeerJ Life & Environment*, 2, e339.
- Karlson, R. H., & Osman, R. W.** 2012. Species composition and geographic distribution of invertebrates in fouling communities along the east coast of the USA: a regional perspective. *Marine Ecology Progress Series*, 458, 255-268.
- Kr, C., & Gorley, R. N.** 2006. PRIMER v6: user manual/tutorial. *PRIMER-E, Plymouth, UK*.
- Lambert, C. C., & Lambert, G.** 2003. Persistence and differential distribution of nonindigenous ascidians in harbors of the Southern California Bight. *Marine Ecology Progress Series*, 259, 145-161.
- Lambert, G.** 2001. A global overview of ascidian introductions and their possible impact on the endemic fauna. *The biology of ascidians*, 249-257.
- McArdle, B. H., & Anderson, M. J.** 2001. Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology*, 82(1), 290-297.
- Megina, C., González-Duarte, M. M., López-González, P. J., & Piraino, S.** 2013. Harbours as marine habitats: hydroid assemblages on sea-walls compared with natural habitats. *Marine biology*, 160(2), 371-381.

- Minchin, D.** 2012. Rapid assessment of the bryozoan, *Zoobotryon verticillatum* (Delle Chiaje, 1822) in marinas, Canary Islands. *Marine Pollution Bulletin*, 64(10), 2146-2150.
- Mineur, F., Cook, E. J., Minchin, D., Bohn, K., MacLeod, A., & Maggs, C. A.** 2012. Changing coasts: Marine aliens and artificial structures. *In Oceanography and marine biology*, 198-243
- Molnar, J. L., Gamboa, R. L., Revenga, C., & Spalding, M. D.** 2008. Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(9), 485-492.
- Nydam, M., & Stachowicz, J. J.** 2007. Predator effects on fouling community development. *Marine Ecology Progress Series*, 337, 93-101.
- Lehtiniemi, M., Ojaveer, H., David, M., Galil, B., Gollasch, S., McKenzie, C., ... & Pederson, J.** 2015. Dose of truth—monitoring marine non-indigenous species to serve legislative requirements. *Marine policy*, 54, 26-35.
- Lindsey Zemke-White, W., & Ohno, M.** 1999. World seaweed utilization: an end-of-century summary. *Journal of applied Phycology*, 11(4), 369-376.
- Lobban, C. S., & Harrison, P. J.** 1994. Seaweed ecology and physiology. *Cambridge University Press*.
- López, C., Clemente, S., Moreno, S., Ocaña, O., Herrera, R., Moro, L., ... & Brito, A.** 2019. Invasive *Tubastraea* spp. and *Oculina patagonica* and other introduced scleractinians corals in the Santa Cruz de Tenerife (Canary Islands) harbor: Ecology and potential risks. *Regional Studies in Marine Science*, 29, 100713.
- Pajuelo, J. G., González, J. A., Triay-Portella, R., Martín, J. A., Ruiz-Díaz, R., Lorenzo, J. M., & Luque, Á.** 2016. Introduction of non-native marine fish species to the Canary Islands waters through oil platforms as vectors. *Journal of Marine Systems*, 163, 23-30.
- Pontes, M., Salvador, X., Parera, À., Álvarez, G., & Ballesteros, M.** 2021. Biodiversity in anthropized marinas. The case of the Barcelona Forum bathing area (Spain). *Monografies de la Institució Catalana d'Història Natural*, 3.
- Preisendorfer, R. W.** 1986. Secchi disk science: Visual optics of natural waters 1. *Limnology and oceanography*, 31(5), 909-926.
- Ramalhosa, P., Gestoso, I., Rocha, R. M., Lambert, G., & Canning-Clode, J.** 2021. Ascidian biodiversity in the shallow waters of the Madeira Archipelago: Fouling studies on artificial substrates and new records. *Regional Studies in Marine Science*, 43, 101672.
- Ramos, E., de Terán, J. R. D., Puente, A., & Juanes, J. A.** 2016. The role of geomorphology in the distribution of intertidal rocky macroalgae in the NE Atlantic region. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 179, 90-98.
- Rimondino, C., Torre, L., Sahade, R., & Tatian, M.** 2015. Sessile macro-epibiotic community of solitary ascidians, ecosystem engineers in soft substrates of Potter Cove, Antarctica. *Polar Research*, 34(1), 24338.
- Rivero, N. K., Dafforn, K. A., Coleman, M. A., & Johnston, E. L.** 2013. Environmental and ecological changes associated with a marina. *Biofouling*, 29(7), 803-815.
- Rocha, R. M., Guerra-Castro, E., Lira, C., Pauls, S. M., Hernández, I., Pérez, A., ... & Cruz-Motta, J. J.** 2010. Inventory of ascidians (Tunicata, Ascidiacea) from the National Park La Restinga, Isla Margarita, Venezuela. *Biota Neotropica*, 10, 209-218.
- Romeo, T., D'Alessandro, M., Esposito, V., Scotti, G., Berto, D., Formalewicz, M., ... & Renzi, M.** 2015. Environmental quality assessment of Grand Harbour (Valletta, Maltese Islands): a case study of a busy harbour in the Central Mediterranean Sea. *Environmental monitoring and assessment*, 187(12), 1-21.
- Ros, M., Guerra-García, J. M., González-Macías, M., Saavedra, Á., & López-Fe, C. M.** 2013. Influence of fouling communities on the establishment success of alien caprellids (Crustacea: Amphipoda) in Southern Spain. *Marine Biology Research*, 9(3), 261-273.

**Ruiz, G. M., Freestone, A. L., Fofonoff, P. W., & Simkanin, C.** 2009. Habitat distribution and heterogeneity in marine invasion dynamics: the importance of hard substrate and artificial structure. *In Marine hard bottom communities*, 321-332.

**Ruuskanen, A., & Bäck, S.** 1999. Does environmental stress affect fertility and frond regeneration of *Fucus vesiculosus*?. *Finnish Zoological and Botanical Publishing Board. In Annales Botanici Fennici*, 285-290.

**Santa Cruz de Tenerife, Autoridad Portuaria.** 2020. Memoria de Sostenibilidad - Puertos de Tenerife. Gobierno de España, Puertos del Estado.

**Shepherd, S. A., Watson, J. E., Womersley, H. B. S., & Carey, J. M.** 2009. Long-term changes in macroalgal assemblages after increased sedimentation and turbidity in Western Port, Victoria, Australia. *Botanica marina*, 52(3).

**Siddik, A. A., & Satheesh, S.** 2021. Interactive effects of light and substrate colour on the recruitment of marine invertebrates on artificial materials. *Community Ecology*, 22(1), 69-78.

**Tempesti, J., Langeneck, J., Maltagliati, F., & Castelli, A.** 2020. Macrobenthic fouling assemblages and NIS success in a Mediterranean port: The role of use destination. *Marine Pollution Bulletin*, 150, 110768.

**Tempesti, J., Langeneck, J., Romani, L., Garrido, M., Lardicci, C., Maltagliati, F., & Castelli, A.** 2022. Harbour type and use destination shape fouling community and non-indigenous species assemblage: A study of three northern Tyrrhenian port systems (Mediterranean Sea). *Marine Pollution Bulletin*, 174, 113191.

**Toledo, J. M. F., Herrera, R., Ayza, O., & Hernández, A. M. B.** 2015. New species of tropical littoral fish found in Canarian waters. Oil platforms as a central introduction vector. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias: Folia Canariensis Academiae Scientiarum*, 27(1), 67-82.

**Tsiamis, K., Salomidi, M., Gerakaris, V., Mogg, A. O., Porter, E. S., Sayer, M. D., & Küpper, F. C.** 2020. Macroalgal vegetation on a north European artificial reef (Loch Linnhe, Scotland): biodiversity, community types and role of abiotic factors. *Journal of applied phycology*, 32(2), 1353-1363.

**Vázquez, E., & Urgorri Carrasco, V.** 1992. Ascidiáceos del "fouling" de la ensenada de A Graña, Ría de Ferrol (Galicia, España). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 3 161-167.

**Underwood, A. J.** 2001. Supply-side ecology. The natural and consequences of variations in recruitment of intertidal organisms. *Marine community ecology*, 231, 171-190.

**Wilson, R. S., Cohen, B. F., & Poore, G. C.** 1993. The role of suspension-feeding and deposit-feeding benthic macroinvertebrates in nutrient cycling in Port Phillip Bay. *Melbourne: CSIRO*, 10, 41-84.

#### Bibliografía de apoyo en la identificación de las nuevas especies citadas para Canarias:

- Referente a la especie de vermético *Eualetes tulipa* (Rousseau, 1843)

**Skinner, L. F., de Albuquerque Tenório, A., Penha, F. L., & Soares, D. C.** 2019. Depth and density distribution of the invasive vermetid *Eualetes tulipa* (Rousseau in Chenu, 1843) in the southwestern tropical Atlantic. *BioInvasions Record*, 8(1).

**Spotorno-Oliveira, P., Coutinho, R., & de Souza Tâmega, F. T.** 2018. Recent introduction of non-indigenous vermetid species (Mollusca, Vermetidae) to the Brazilian coast. *Marine Biodiversity*, 48(4), 1931-1941.

**Tan, S. K., Loh, R. K., & Ng, T. H.** 2021. First record of the worm snail *Eualetes tulipa* (Rousseau in Chenu, 1843) in Southeast Asia. *BioInvasions Records*, 10(3), 605-611.

- Referente a la especie de anélido *Spirobranchus tetracerus* (Schmarda, 1861)

**Bastida-Zavala, J. R., & Sánchez-Ovando, J. P.** 2009. 50. Serpulidae Rafinesque, 1815. *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y América Tropical*, 2.

**Çinar, M. E.** 2006. Serpulid species (Polychaeta: Serpulidae) from the Levantine coast of Turkey (eastern Mediterranean), with special emphasis on alien species. *Aquatic invasions*, 1(4), 223-240.

**Rodrigues, A. R., Skinner, L. F., & Brasil, A. C. D. S.** 2020. Do Morphological Similarities and human-induced dispersal explain the non-native occurrence of Serpulidae (Annelida) in Southwest Atlantic? Taxonomic detailing is the key. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 60.

**Sun, Y., Ten Hove, H. A., & Qiu, J. W.** 2012. Serpulidae (Annelida: Polychaeta) from Hong Kong. *Zootaxa*, 3424(1), 1-42.

**Ten Hove, H.** 1970. Serpulinae (Polychaeta) from the Caribbean: I—the genus Spirobranchus. *Studies on the Fauna of Curaçao and other Caribbean Islands*, 32(1), 1-57.

**Wong, E., Kupriyanova, E. K., Hutchings, P., Capa, M., Radashevsky, V. I., & ten Hove, H. A.** 2014. A graphically illustrated glossary of polychaete terminology: invasive species of Sabellidae, Serpulidae and Spionidae. *Memoirs of Museum Victoria*, 71, 327-342.

- Referente a la especie de briozoo *Beania magellanica* (Busk, 1852)

**Souto, J., Nascimento, K. B., Reverter-Gil, O., & Vieira, L. M.** 2019. Dismantling the *Beania magellanica* (Busk, 1852) species complex (Bryozoa, Cheilostomata): two new species from European waters. *Marine Biodiversity*, 49(3), 1505-1518.

#### Páginas web consultadas para la identificación de especies:

**Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias.** Julio 2022. Búsqueda de especies. Link: <https://www.biodiversidadcanarias.es/biota/especies> . Fecha de consulta: Agosto 2022.

**Club de Inmersión Biología - Universidad de Barcelona.** Julio 2022. Guía de especies. Link: [https://www.cibsub.cat/guia\\_es.php](https://www.cibsub.cat/guia_es.php) . Fecha de consulta: Agosto 2022.

**DORIS - Données d'Observations pour la Reconnaissance et l'Identification de la faune et la flore Subaquatiques** (Julio 2022). Fiches espèces. Link: <https://doris.ffesm.fr/> . Fecha de consulta: Agosto 2022.1

**El litoral de Granada - Universidad de Granada.** Julio 2022. Guía de fauna. Link: <https://litoraldegranada.ugr.es/el-litoral/el-litoral-sumergido/fauna/> . Fecha de consulta: Agosto 2022.

**MarLIN - The Marine Life Information Network.** Julio 2022. Species list. Link: <https://www.marlin.ac.uk/species> . Fecha de consulta: Agosto 2022.

**Mer et littoral - European Marine Life.** Julio 2022. Phyla. Link: <https://www.european-marine-life.org/marine-flora-fauna.php> .

**Red de Observadores del Medio Marino en Canarias.** Julio 2022. Guía de especies. Link: <https://redpromar.org/app/guide> . Fecha de consulta: Agosto 2022.

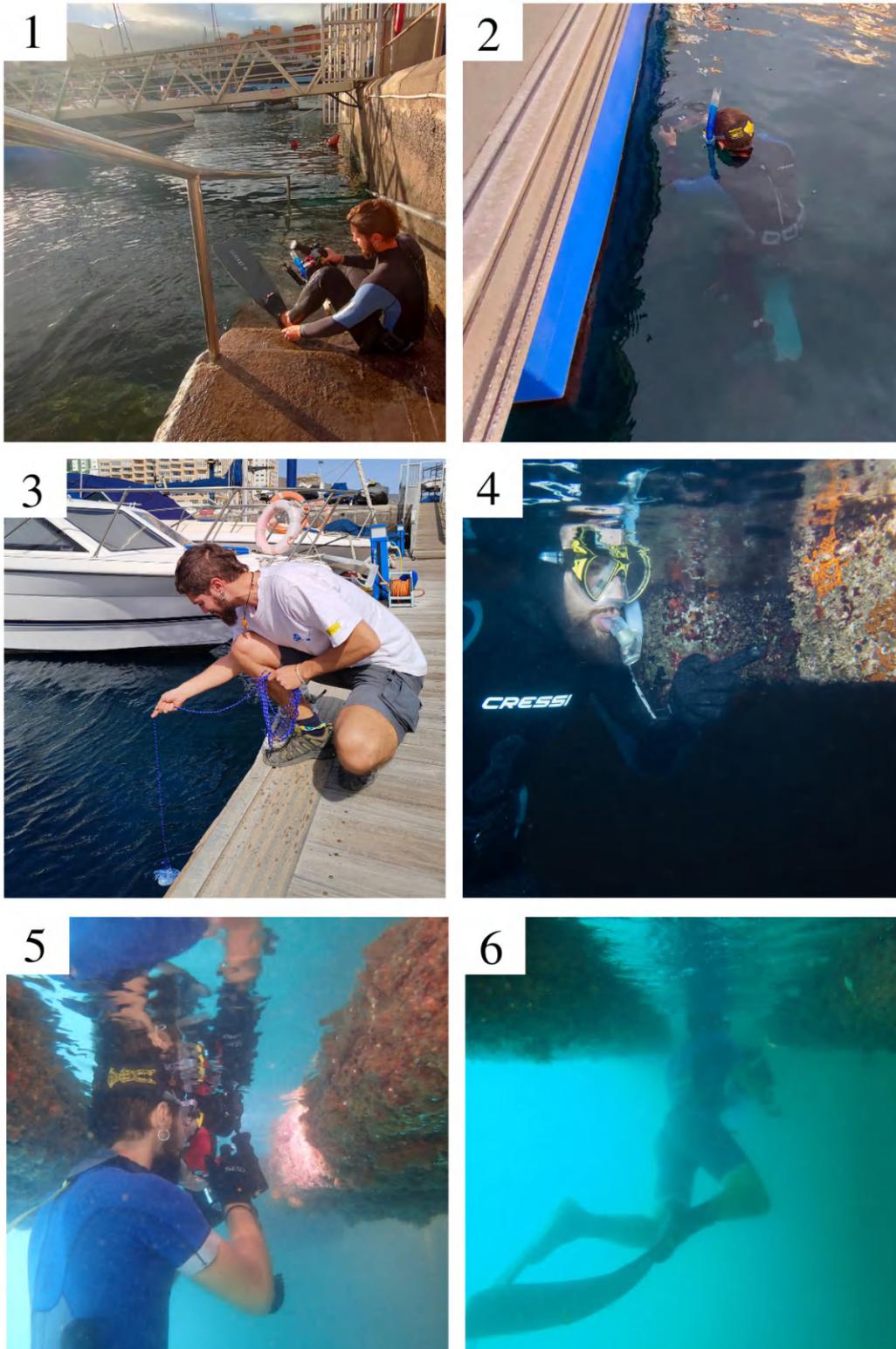
## 8. ANEXO

### 8.1. Anexo 1: imagen de satélite de los distintos puertos muestreados



**Imagen Anexo 1.** Conjunto de imágenes satelitales de los distintos puertos de Tenerife muestreados durante el estudio: **1.** Puerto deportivo Marina Puerto Chico, **2.** Puerto deportivo Marina Santa Cruz de Tenerife, **3.** Puerto deportivo La Galera (Candelaria), **4.** Puerto deportivo Club Náutico Puertito de Güímar, **5.** Puerto deportivo Amarilla Marina, **6.** Puerto deportivo Los Cristianos, **7.** Puerto deportivo Puerto Colón, **8.** Puerto deportivo Garachico. Fuente: Google Earth.

## 8.2. Anexo 2: fotografías del desarrollo del estudio *in situ*



**Imagen Anexo 2.** Conjunto de imágenes tomadas durante el desarrollo del estudio *in situ*: **1.** Instantes previos a realizar una salida exploratoria en un puerto. **2, 4, 5 y 6.** Reconocimiento fotográfico de las coberturas y las principales especies dominantes de la zona expuesta y no expuesta (ZE y ZNE). **3.** Toma de datos de la turbidez del agua de un puerto siguiendo la metodología del disco de Secchi.

### 8.3. Anexo 3: catálogo taxonómico ilustrado

---

#### Filo Foraminifera

---

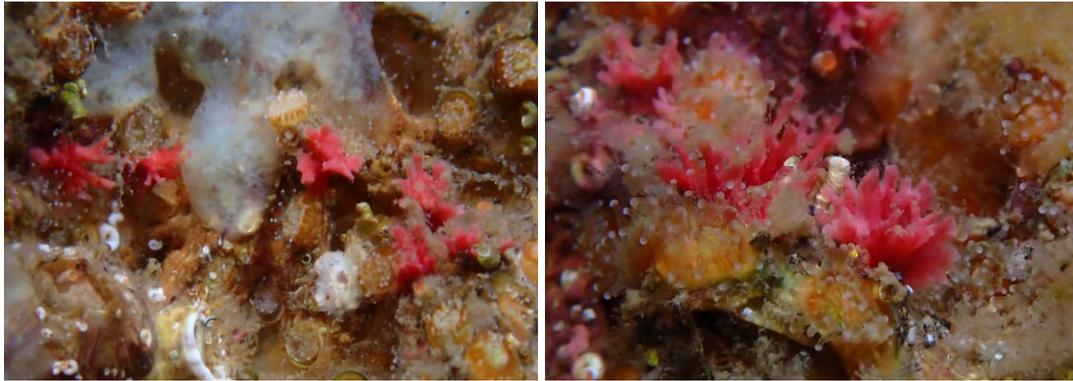
Clase Globothalamea

Orden Rotaliida

Superfamilia Acervulinoidea

Familia Homotrematidae

*Miniacina miniacea* (Pallas, 1766)



---

#### Filo Porifera

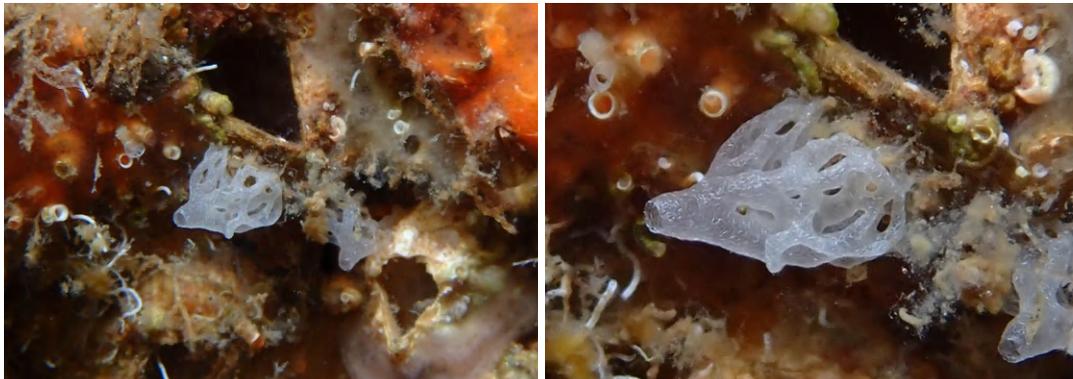
---

Clase Calcarea

Orden Clathrinida

Familia Clathrinidae

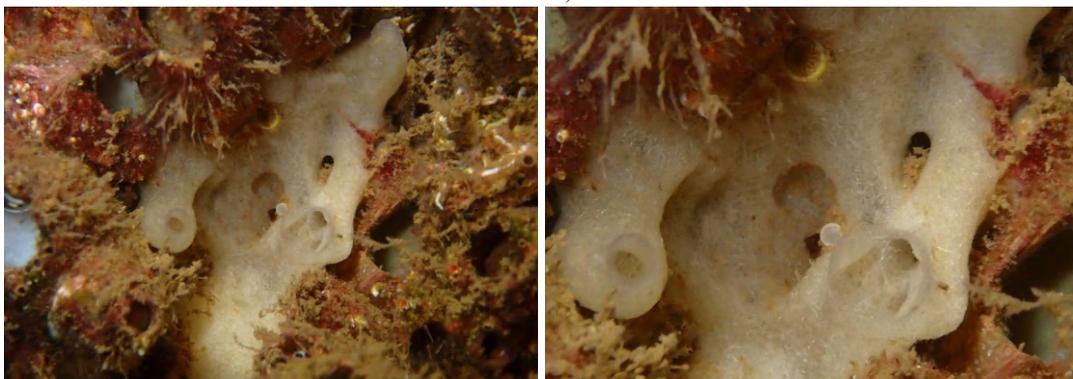
*Clathrina* sp. (Gray, 1867)



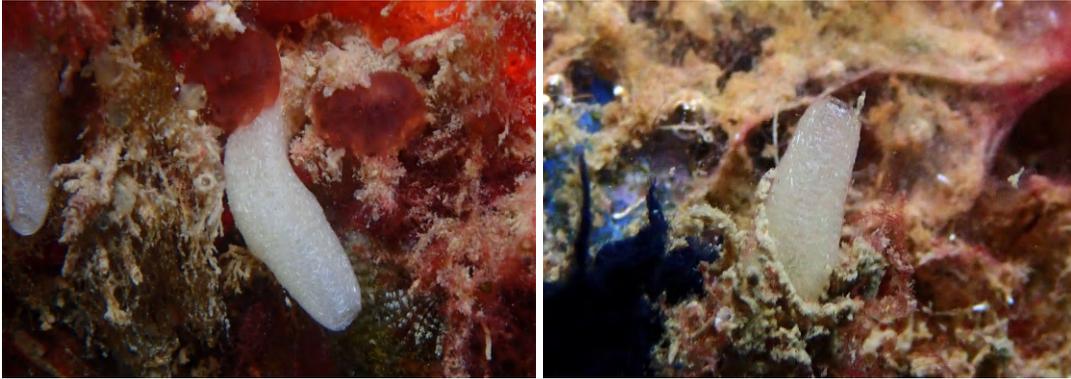
Orden Leucosolenida

Familia Amphoriscidae

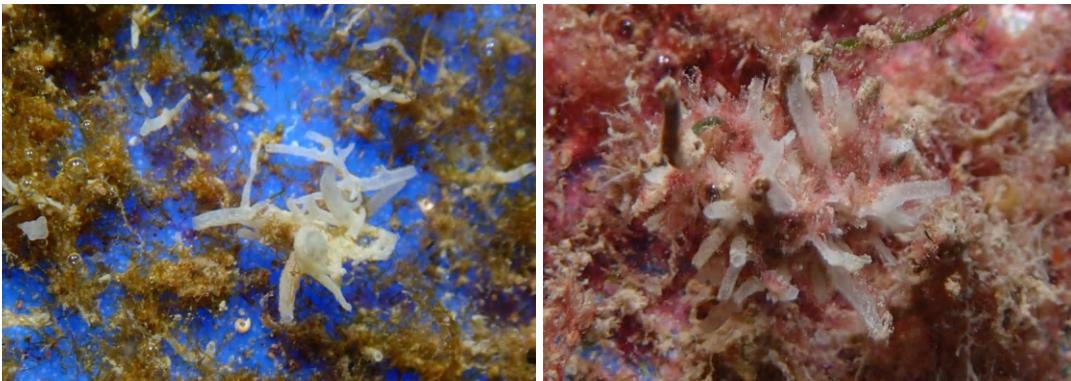
*Paraleucilla magna* (Klautau, Monteiro & Borojevic, 2004)



Familia Grantiidae  
*Ute glabra* (Schmidt, 1864)



Familia Leucosoleniidae  
*Leucosolenia* aff. *variabilis* (Haeckel, 1870)



Familia Syconidae  
*Sycon ciliatum* (Fabricius, 1780)



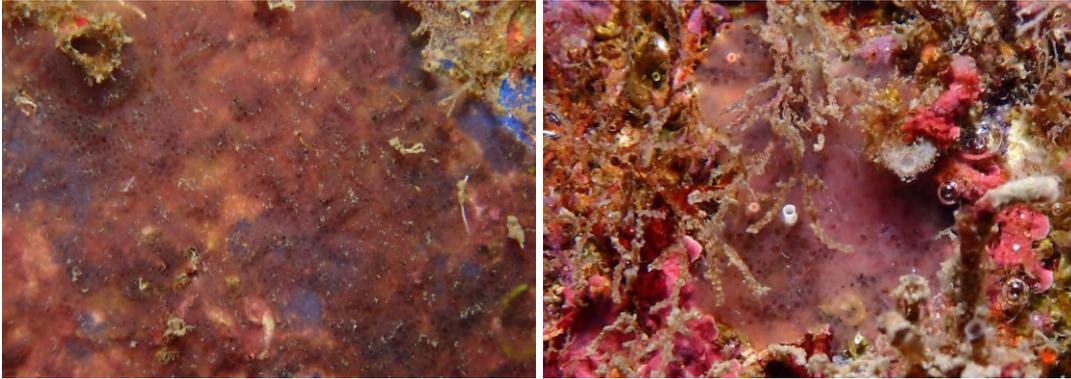
*Sycon* sp. (Risso, 1827)



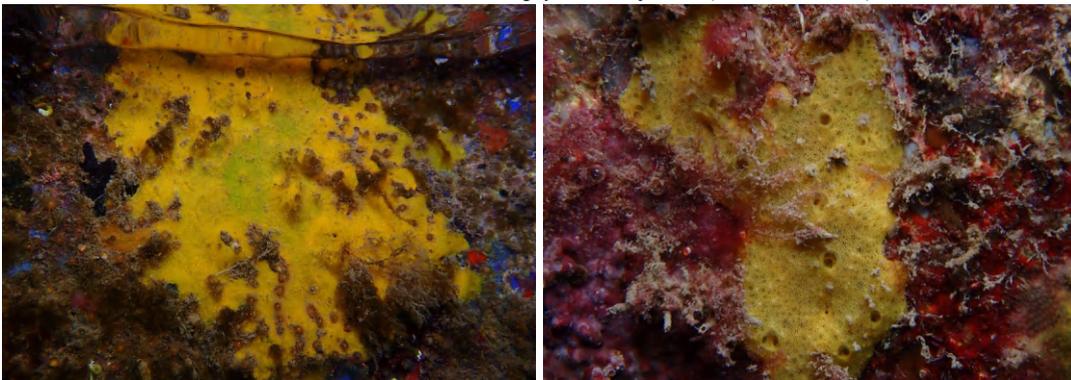
Clase Demospongiae  
Orden Dendroceratida

Familia Darwinellidae

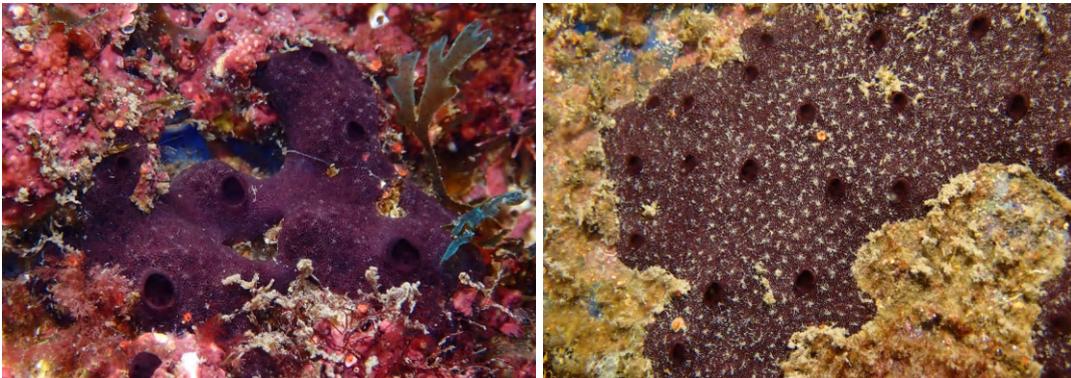
*Aplysilla rosea* (Barrois, 1876)



*Aplysilla sulfurea* (Schulze, 1878)



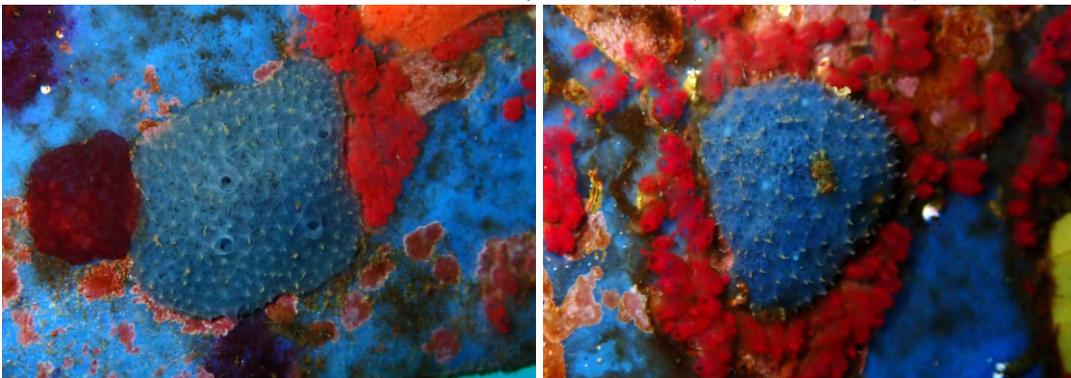
*Chelonaplysilla* aff. *erecta* (Row, 1911)



Orden Dictyoceratida

Familia Dysideidae

*Dysidea etheria* (de Laubenfels, 1936)



Orden Haplosclerida

Familia Chalinidae

*Chalinula parasimulans* (Lévi, 1959)



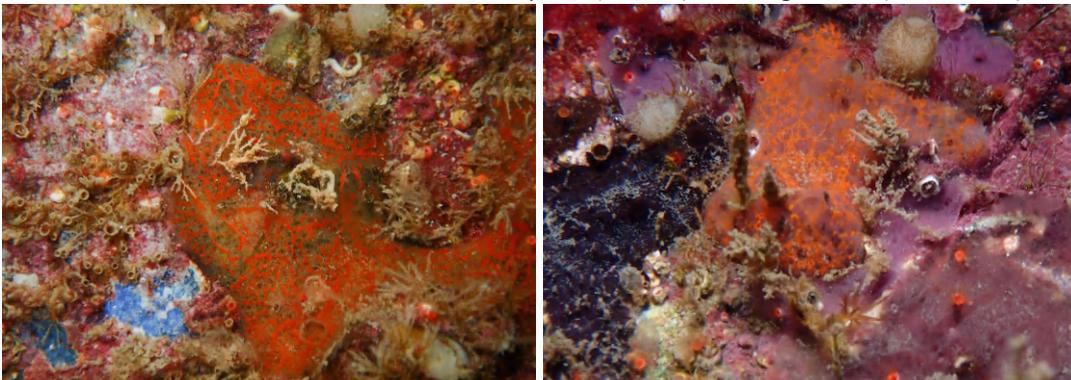
*Haliclona* aff. *cratera* (Schmidt, 1862)



Orden Poecilosclerida

Familia Mycalidae

*Mycale* (*Carmia*) *microsigmatosa* (Arndt, 1927)



Orden Tethyida

Familia Tethyidae

*Tethya* aff. *aurantium* (Pallas, 1766)

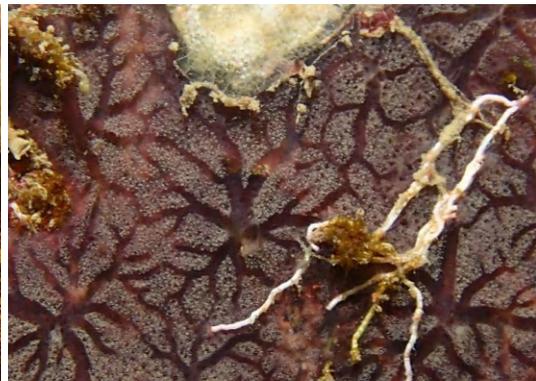




Ejemplares indeterminados  
Indeterminado 1



Indeterminado 2



Indeterminado 3



---

Filo Cnidaria

---

Clase Anthozoa

Orden Actiniaria

Superfamilia Metridioidea

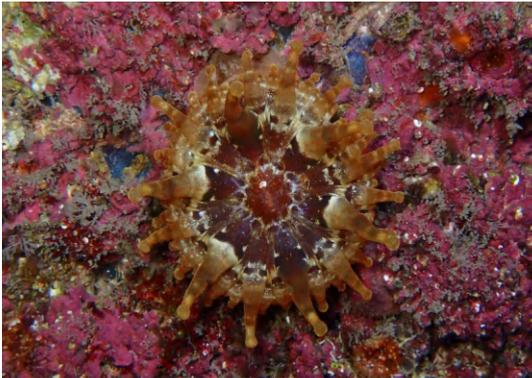
Familia Aiptasiidae

*Exaiptasia diaphana* (Rapp, 1829)



Familia Andvakiidae

*Telmatactis cricoides* (Duchassaing, 1850)



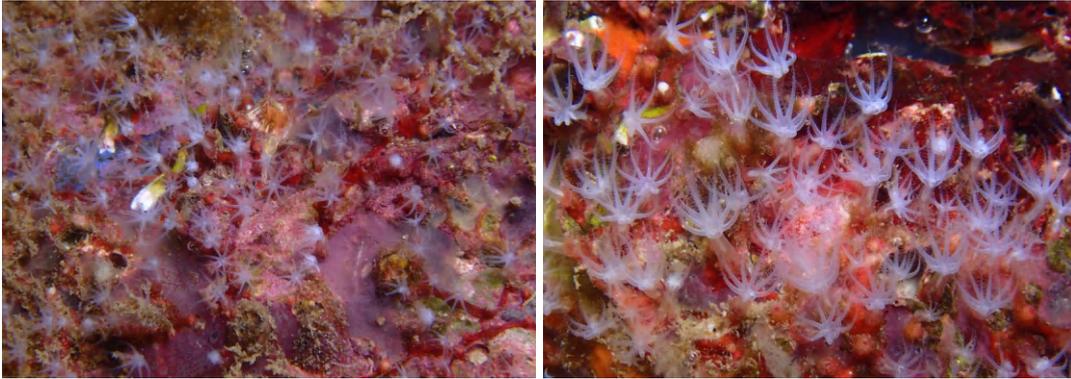
*Telmatactis forskalii* (Hemprich & Ehrenberg in Ehrenberg, 1834)



Orden Alcyonacea

Familia Clavulariidae

*Canarya canariensis* (Ocaña, Brito & Nuñez, 1992)



*Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860)



Orden Antipatharia

Familia Myriopathidae

*Antipathella wollastoni* (Gray, 1857)



Familia Schizopathidae

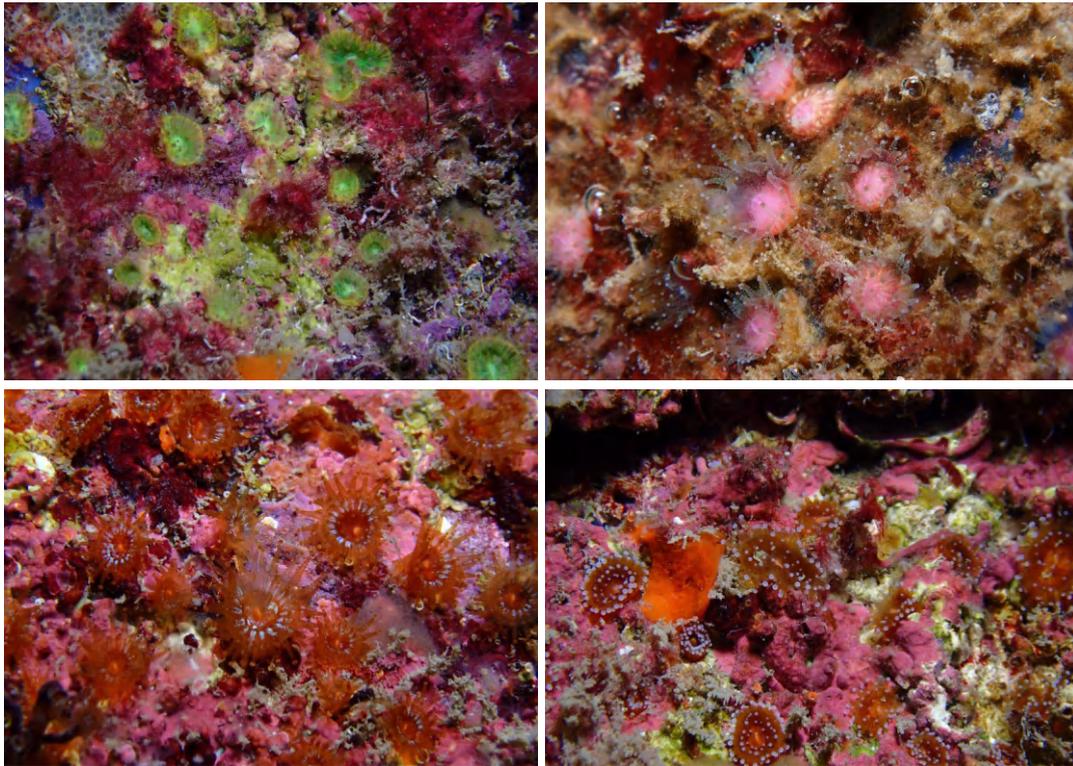
*Stichopathes gracilis* (Gray, 1857)



Orden Corallimorpharia

Familia Corallimorphidae

*Corynactis viridis* (Allman, 1846)



Orden Scleractinia

Familia Caryophylliidae

*Caryophyllia (Caryophyllia) inornata* (Duncan, 1878)



*Phyllangia americana mouchezii* (Lacaze - Duthiers, 1897)



*Polycyathus muellerae* (Abel, 1959)



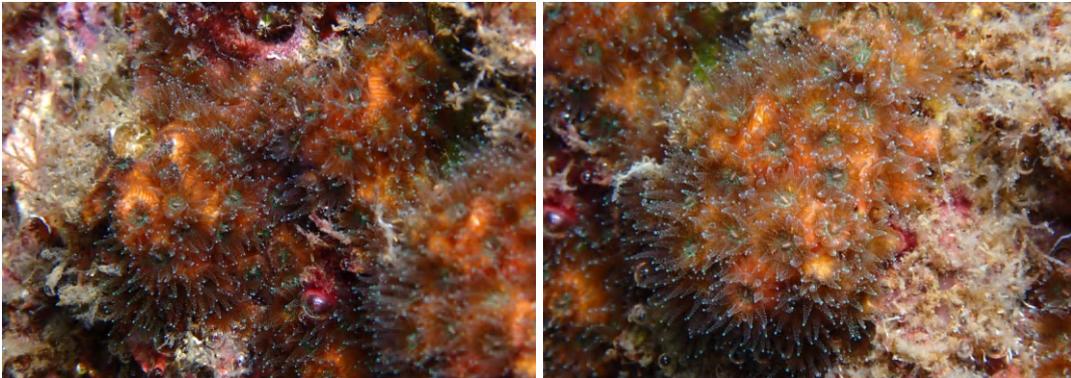
Familia Dendrophylliidae

*Tubastraea coccinea* (Lesson, 1830)



Familia Pocilloporidae

*Madracis pharensis* (Heller, 1868)



Familia Rhizangiidae

*Culicia* sp. (Dana, 1846)



Familia Oculinidae

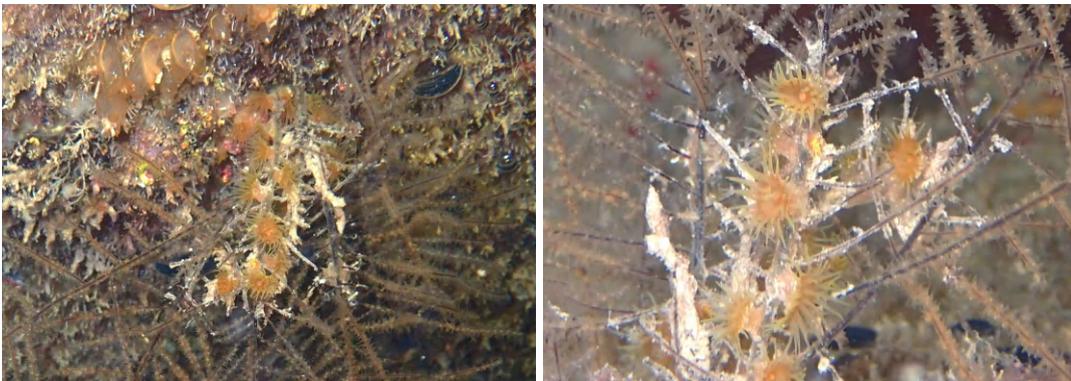
*Oculina patagonica* (de Angelis D'Ossat, 1908)



Orden Zoantharia

Familia Parazoanthidae

*Antipathozoanthus macaronesicus* (Ocana & Brito, 2003)

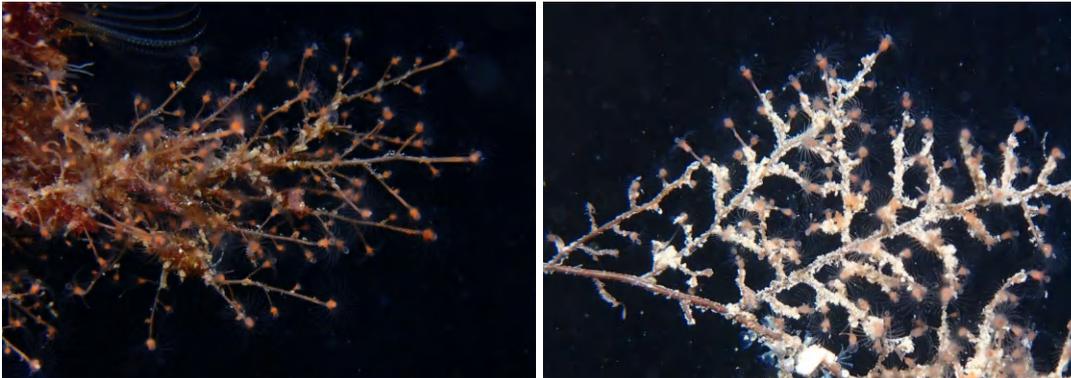


Clase Hydrozoa

Orden Anthoathecata

Familia Eudendriidae

*Eudendrium* sp. (Ehrenberg, 1834)



Familia Pennariidae

*Pennaria disticha* (Goldfuss, 1820)



Orden Leptothecata

Familia Aglaopheniidae

*Aglaophenia pluma* (Linnaeus, 1758)



Familia Haleciidae

*Halecium* sp. (Oken, 1815)



Familia Haleciidae

*Sertularella* sp. (Gray, 1848)



Clase Scyphozoa

Orden Coronatae

Familia Linuchidae

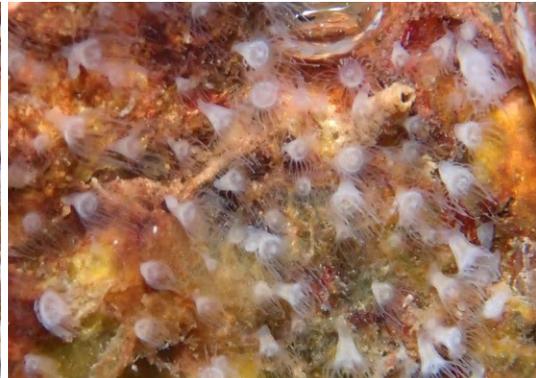
*Linuche unguiculata* (Swartz, 1788)



Orden Semaestomeae

Familia Ulmaridae

*Aurelia* sp. (Lamarck, 1816)



Ejemplares indeterminados  
Indeterminado 1



---

**Filo Platyhelminthes**

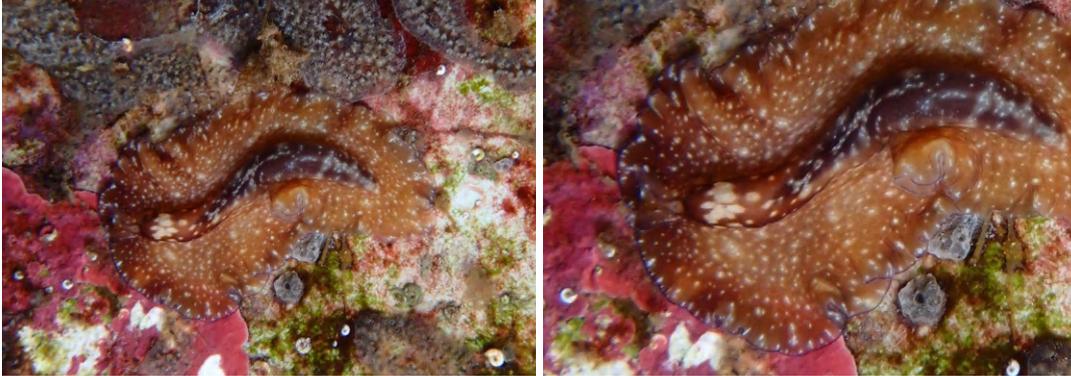
---

Subfilo Rhabditophora

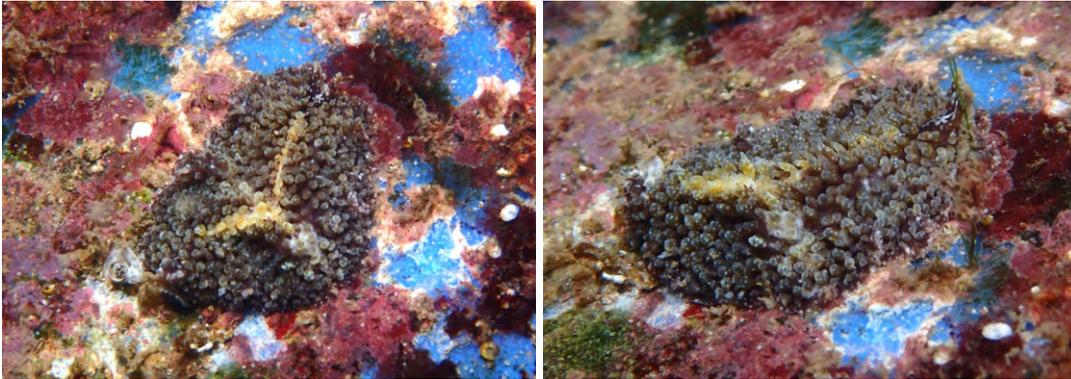
Orden Polycladida

Familia Pseudocerotidae

*Pseudoceros maximus-type A* (Lang, 1884)



*Thysanozoon brocchii* (Risso, 1818)



---

**Filo Mollusca**

---

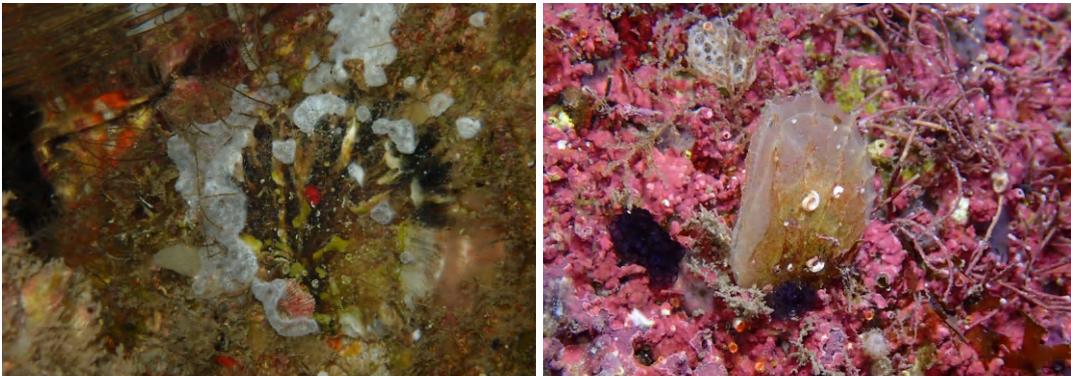
Clase Bivalvia

Orden Ostreida

Superfamilia Pterioidea

Familia Margaritidae

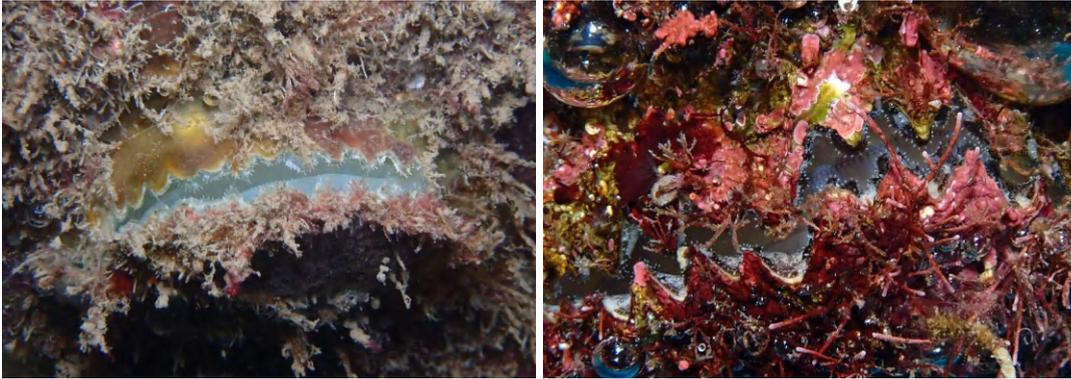
*Pinctada imbricata* (Röding, 1798)



Superfamilia Ostreoidea

Familia Ostreidae

*Ostrea stentina* (Payraudeau, 1826)

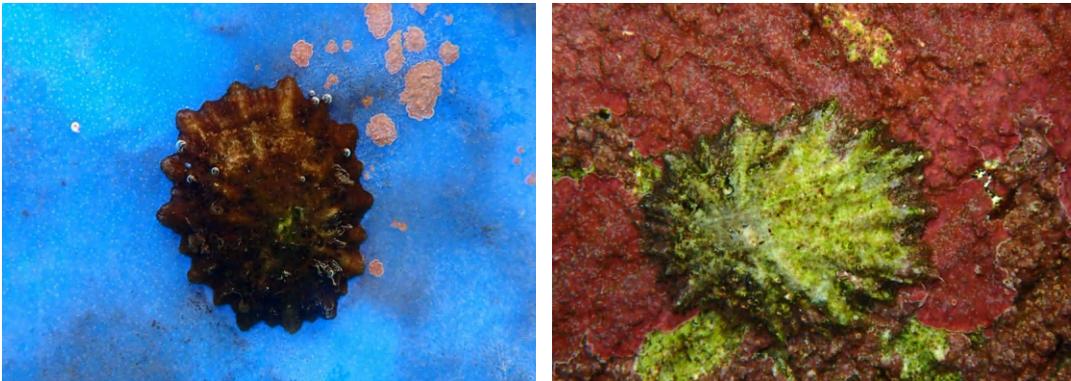


Clase Gastropoda

Superfamilia Patelloidea

Familia Patellidae

*Patella crenata* (Gmelin, 1791)



Orden Aplysiida

Superfamilia Aplysioidea

Familia Aplysiidae

*Aplysia dactylomela* (Rang, 1828)

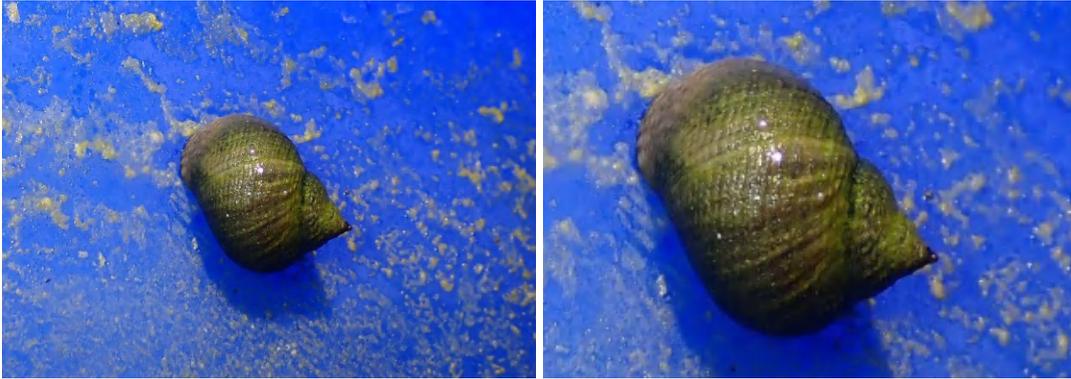


Orden Littorinimorpha

Superfamilia Littorinoidea

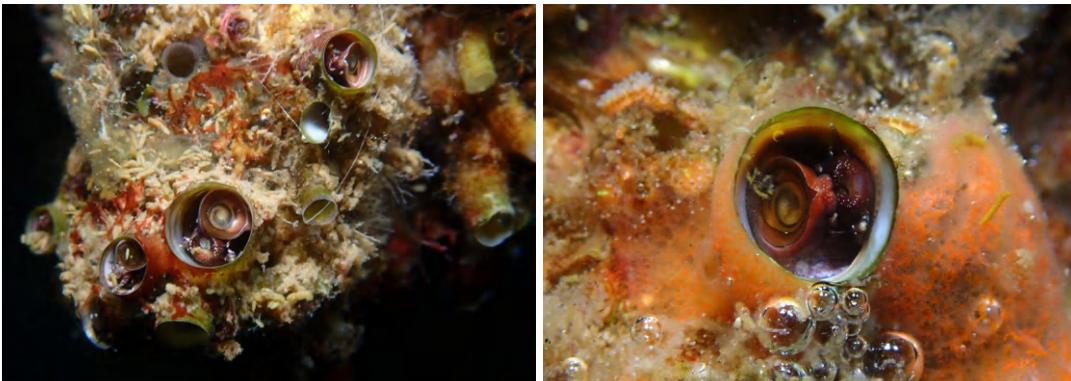
Familia Littorinidae

*Tectarius striatus* (P. P. King, 1832)



Superfamilia Vermetoidea  
Familia Vermetidae

*Eualetes tulipa* (Rousseau in Chenu, 1843)



Orden Neogastropoda  
Superfamilia Buccinoidea  
Familia Columbellidae

*Columbella adansoni* (Menke, 1853)

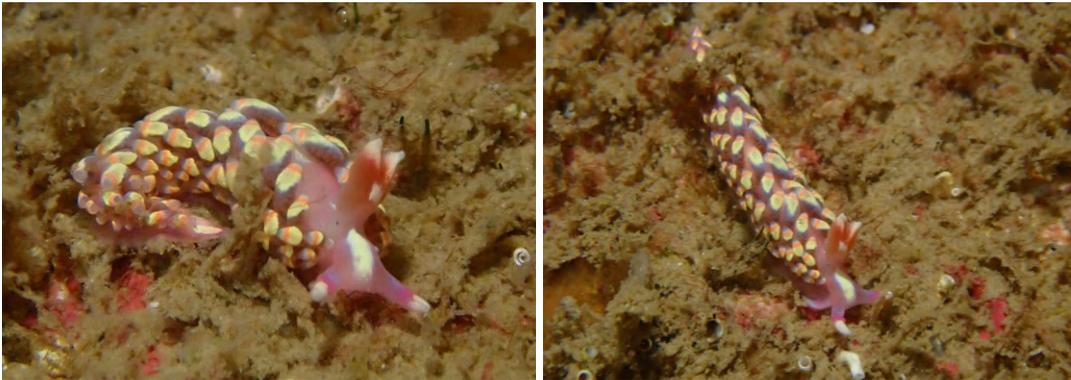


Orden Nudibranchia  
Superfamilia Aeolidioidea  
Familia Aeolidiidae

*Spurilla neapolitana* (Delle Chiaje, 1841)



*Babakina anadoni* (Ortea, 1979)



*Phidiana lynceus* (Bergh, 1867)



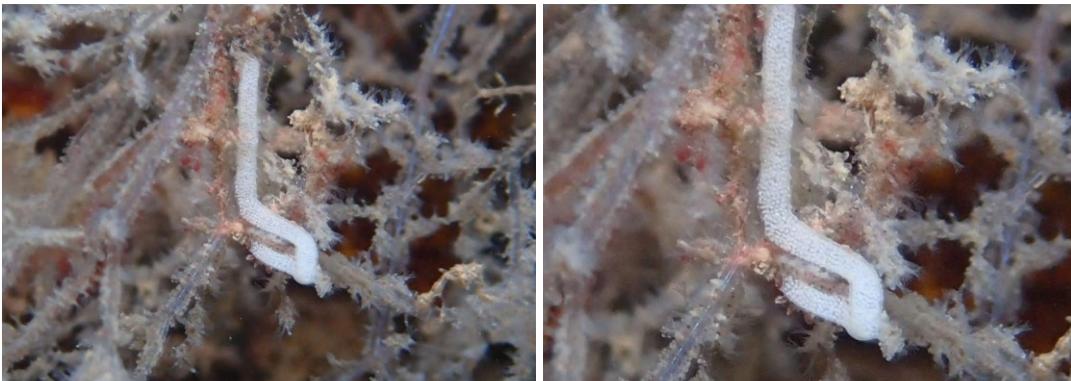
Superfamilia Doridoidea  
Familia Discodorididae

*Diaulula punctifera* (Abraham, 1877)



Superfamilia Onchidoridoidea  
Familia Goniodorididae

*Okenia polycerelloides* (Ortea & Bouchet, 1983)



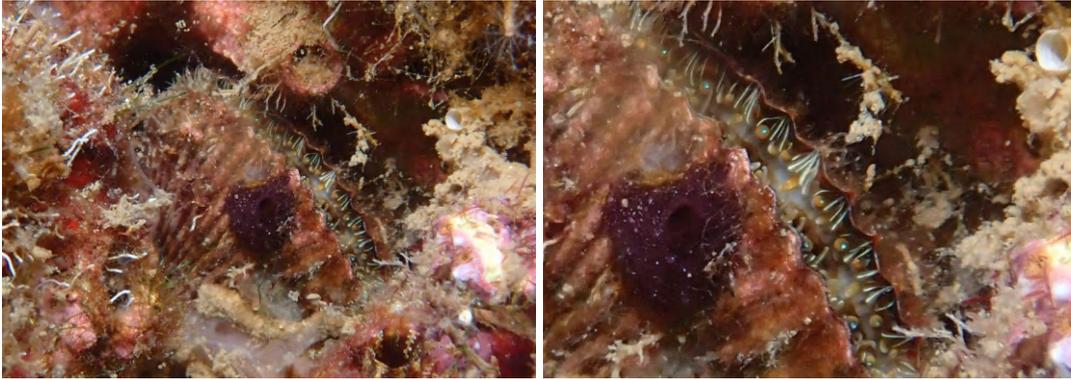
Clase Polyplacophora  
Orden Chitonida  
Superfamilia Chitonoidea  
Familia Chitonidae

*Rhysoplax canariensis* (d'Orbigny, 1840)



Ejemplares indeterminados

Indeterminado 1



---

**Filo Annelida**

---

Clase Polychaeta

Orden Sabellida

Familia Sabellidae

*Branchiomma bairdi* (McIntosh, 1885)



*Branchiomma luctuosum* (Grube, 1870)



*Sabella discifera* (Grube, 1874)



Familia Serpulidae

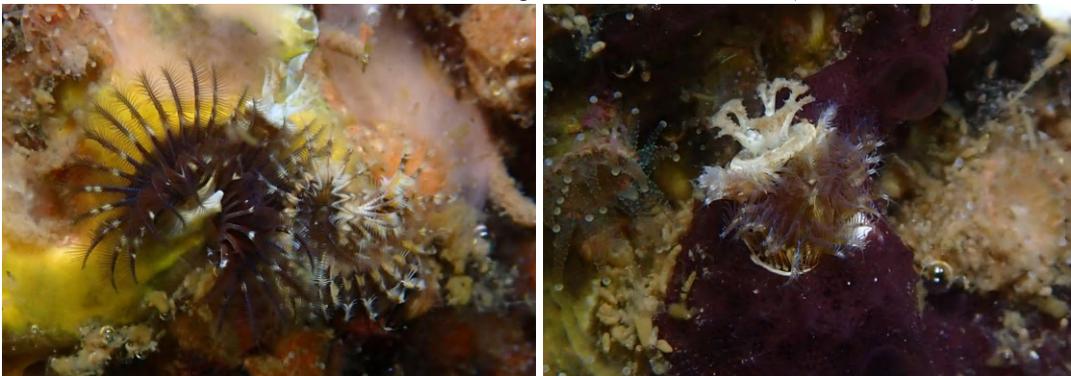
*Protula intestinum* (Lamarck, 1818)

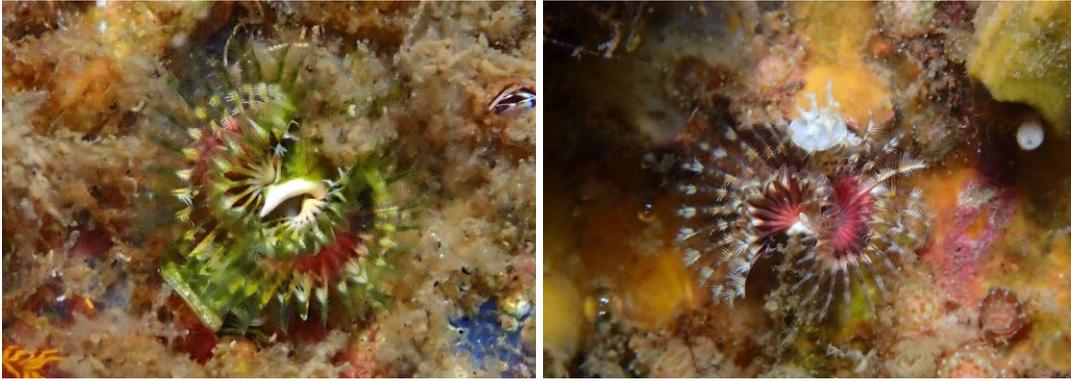


*Salmacina dysteri* (Huxley, 1855)

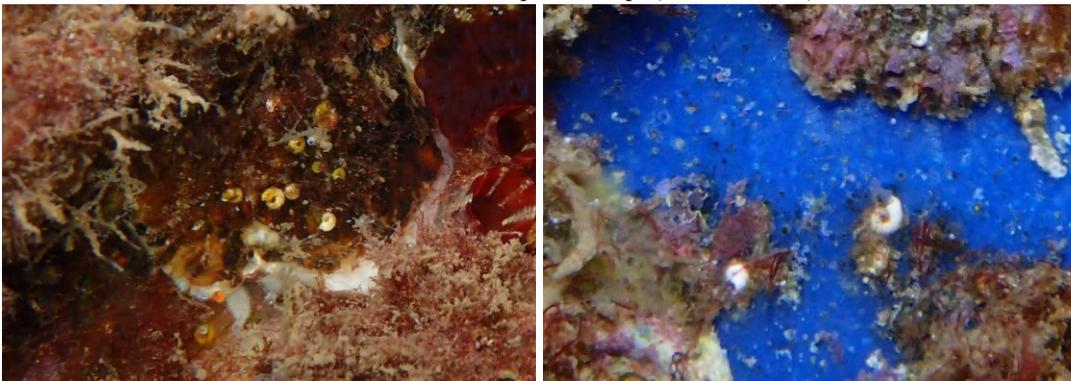


*Spirobranchus tetraceros* (Schmarda, 1861)





*Spirorbis* sp. (Daudin, 1800)



Orden Sipuncula

Familia Phascolosomatidae

*Phascolosoma* sp. (Leuckart, 1828)



Ejemplares indeterminados  
Indeterminado 1



Indeterminado 2



Indeterminado 3



---

Filo Bryozoa

---

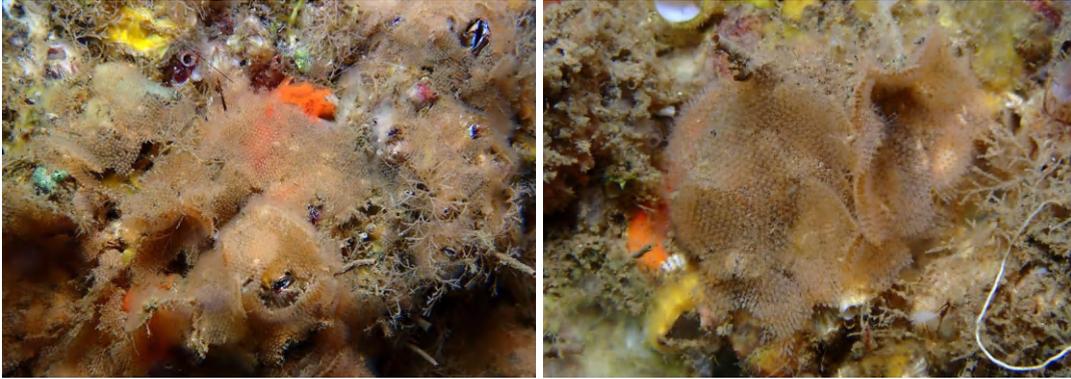
Clase Gymnolaemata

Orden Cheilostomatida

Superfamilia Buguloidea

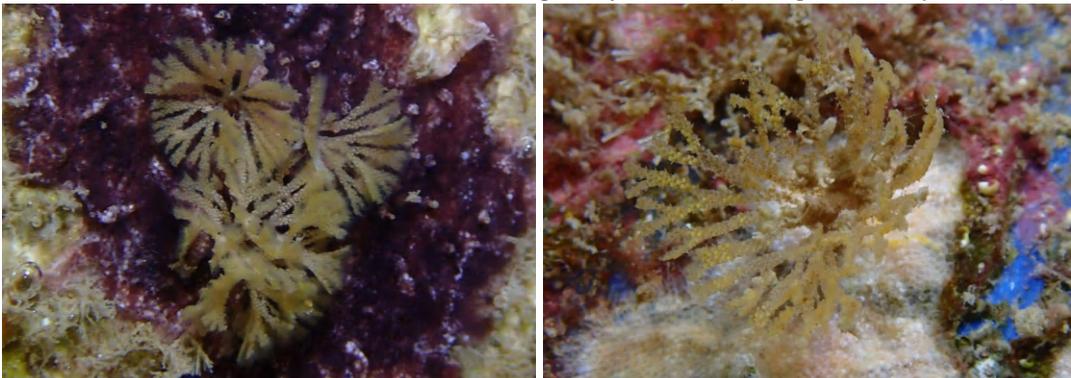
Familia Beaniidae

*Beania magellanica* (Busk, 1852)



Familia Bugulidae

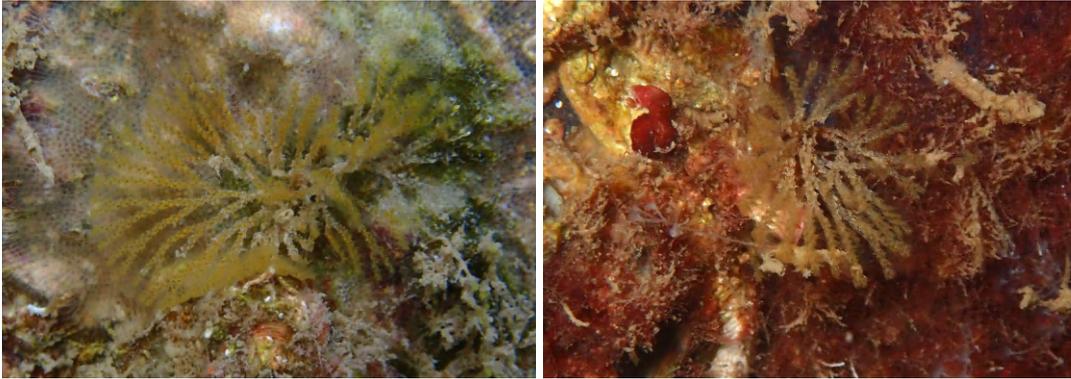
*Bugulina flabellata* (Thompson in Gray, 1848)



*Bugula neritina* (Linnaeus, 1758)

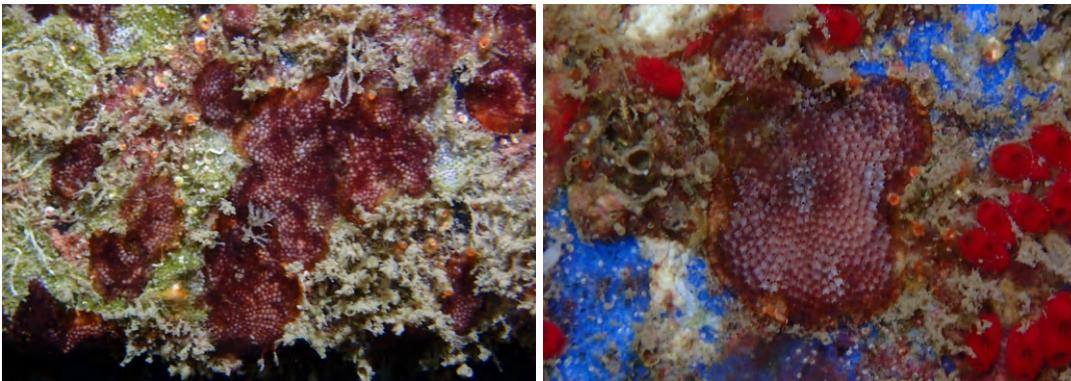


*Bugulina simplex* (Hincks, 1886)

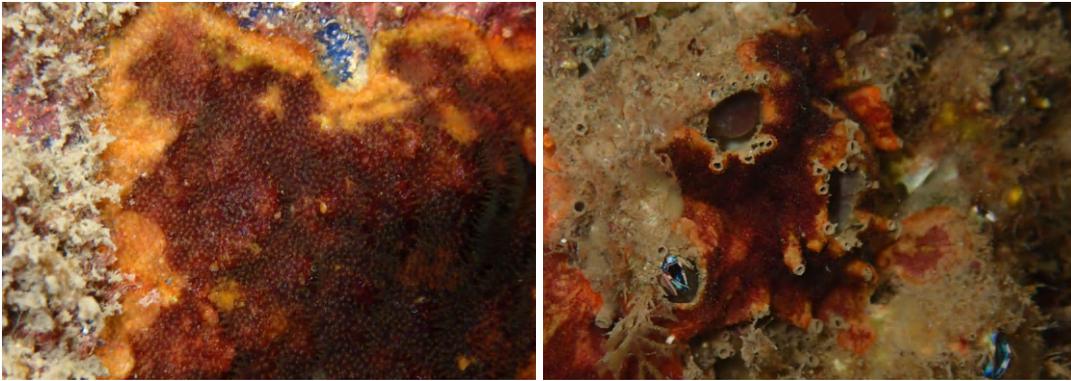


Superfamilia Schizoporelloidea  
 Familia Schizoporellidae

*Schizobrachiella sanguinea* (Norman, 1868)

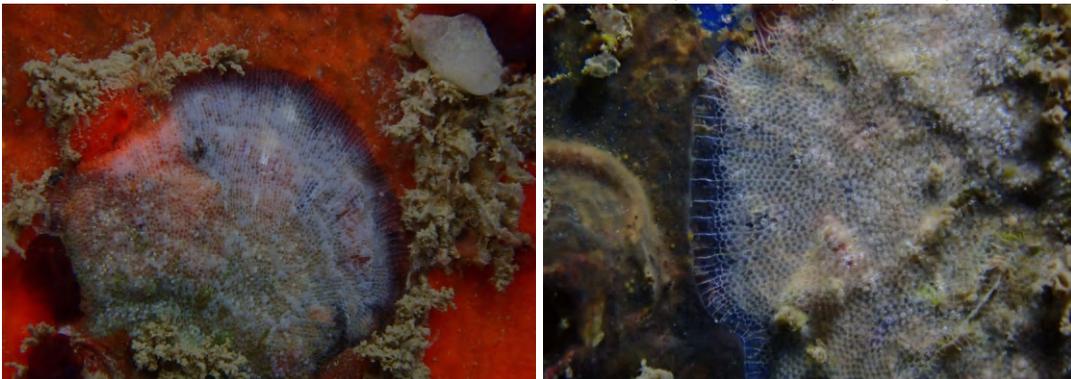


*Schizoporella errata* (Waters, 1878)



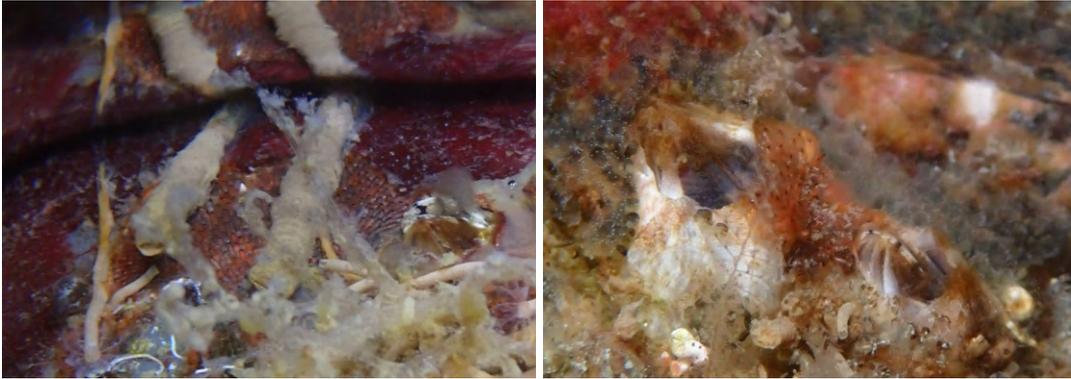
Superfamilia Smittinoidea  
 Familia Bitectiporidae

*Schizomavella (Schizomavella) linearis* (Hassall, 1841)



Familia Watersiporidae

*Watersipora subtorquata* (d'Orbigny, 1852)



Superfamilia Smittinoidea  
Orden Ctenostomatida  
Superfamilia Vesicularioidea  
Familia Vesiculariidae

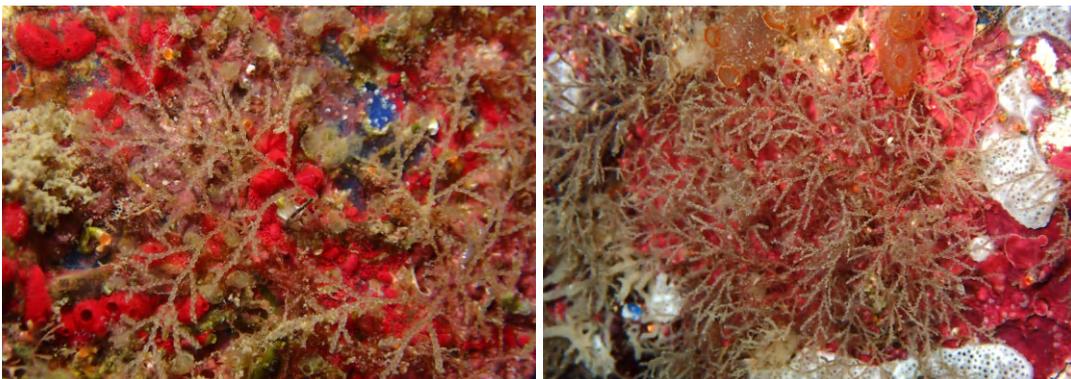
*Amathia verticillata* (delle Chiaje, 1822)



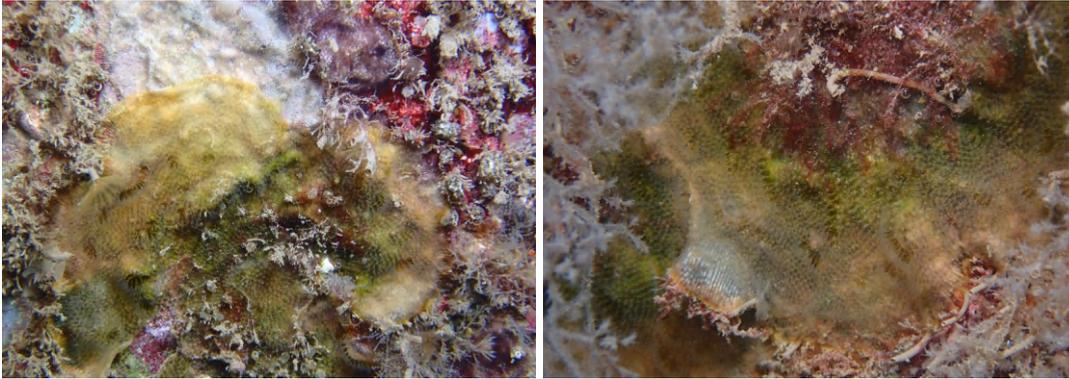
*Amathia vidovici* (Heller, 1867)



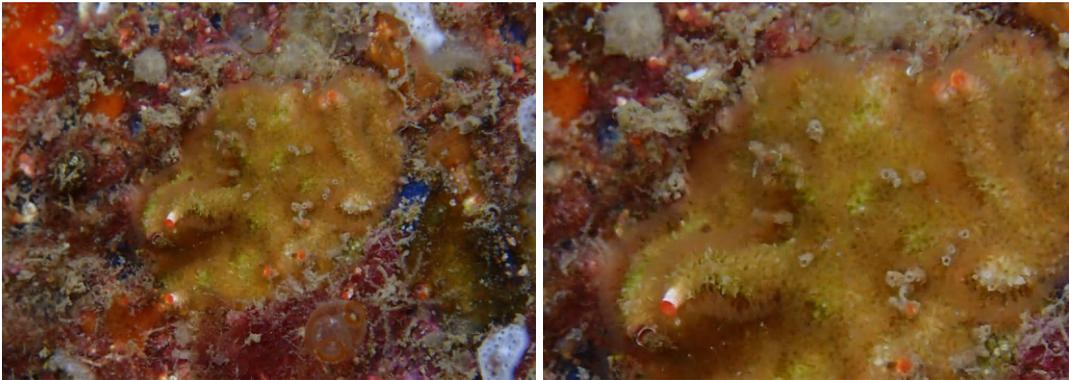
Ejemplares indeterminados  
Indeterminado 1



Indeterminado 2



Indeterminado 3



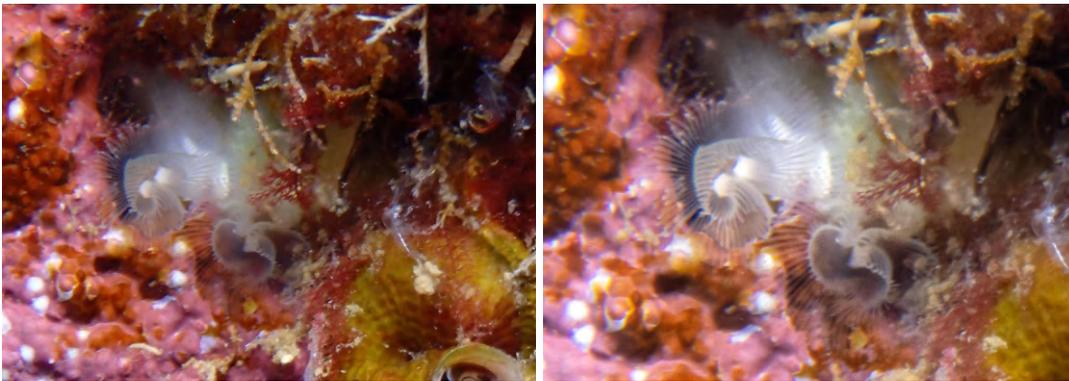
---

**Filo Phoronida**

---

Familia Phoronidae

*Phoronis hippocrepia* (Wright, 1856)



---

**Filo Arthropoda**

---

Subfilo Crustacea

Clase Thecostraca

Orden Balanomorpha

Superfamilia Balanoidea

Familia Balanidae

*Amphibalanus amphitrite* (Darwin, 1854)



*Balanus trigonus* (Darwin, 1854)



*Perforatus perforatus* (Bruguère, 1789)



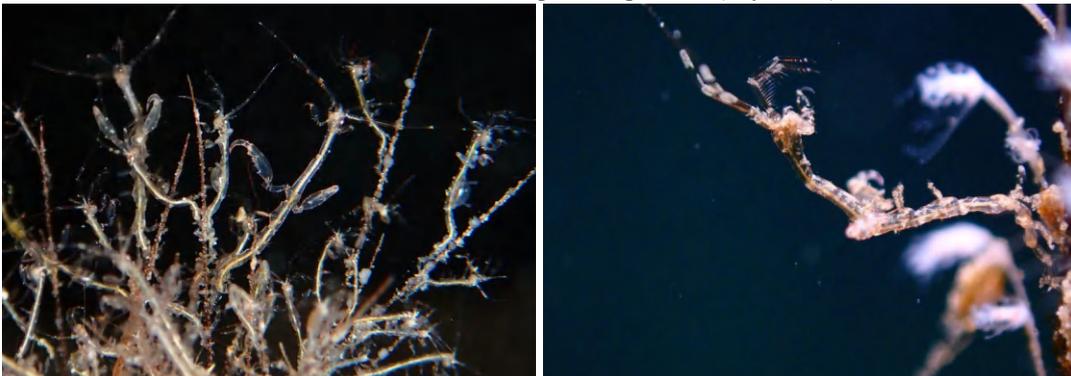
Clase Malacostraca

Orden Amphipoda

Superfamilia Caprelloidea

Familia Caprellidae

*Caprella equilibra* (Say, 1818)

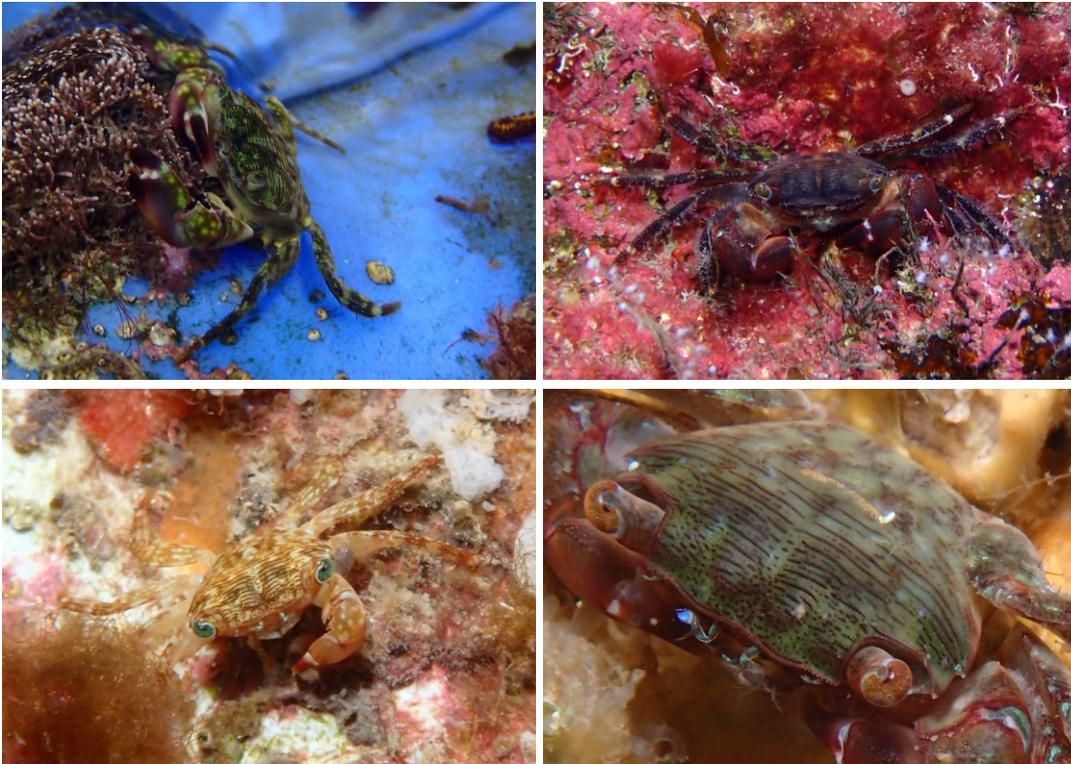


Orden Decapoda

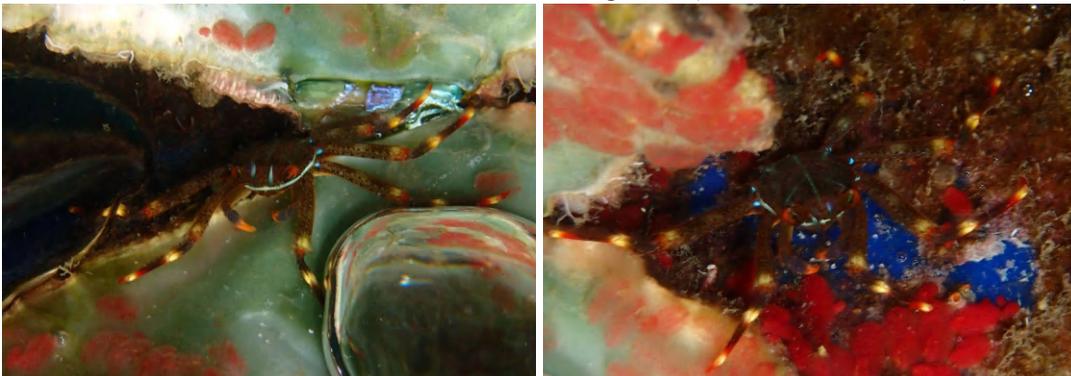
Superfamilia Alpheoidea  
Familia Lysmatidae  
*Lysmata seticaudata* (Risso, 1816)



Superfamilia Grapsoidea  
Familia Grapsidae  
*Pachygrapsus transversus* (Gibbes, 1850)

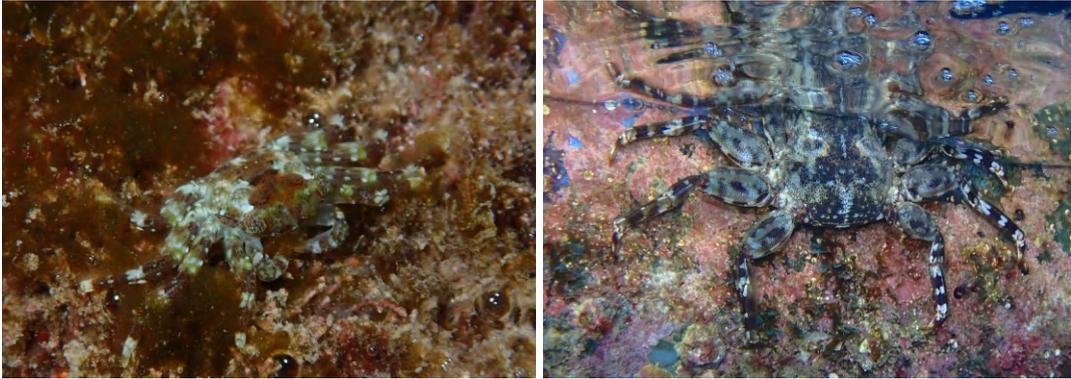


Familia Percnidae  
*Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853)



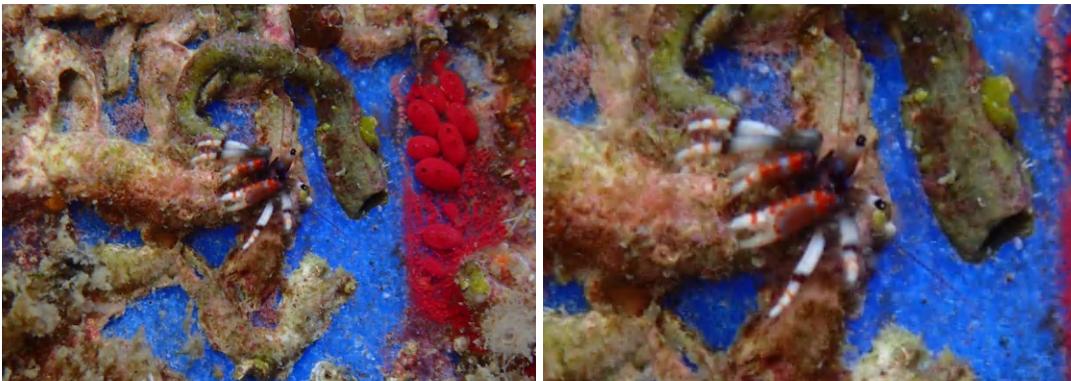
Familia Plagusiidae

*Plagusia depressa* (Fabricius, 1775)



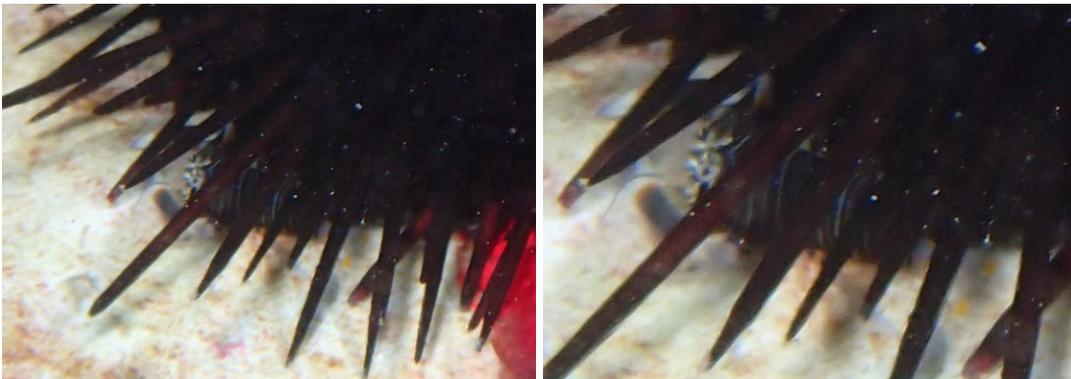
Superfamilia Paguroidea  
Familia Calcinidae

*Calcinus tubularis* (Linnaeus, 1767)



Superfamilia Palaemonoidea  
Familia Palaemonidae

*Gnathophyllum americanum* (Guérin-Méneville, 1855)



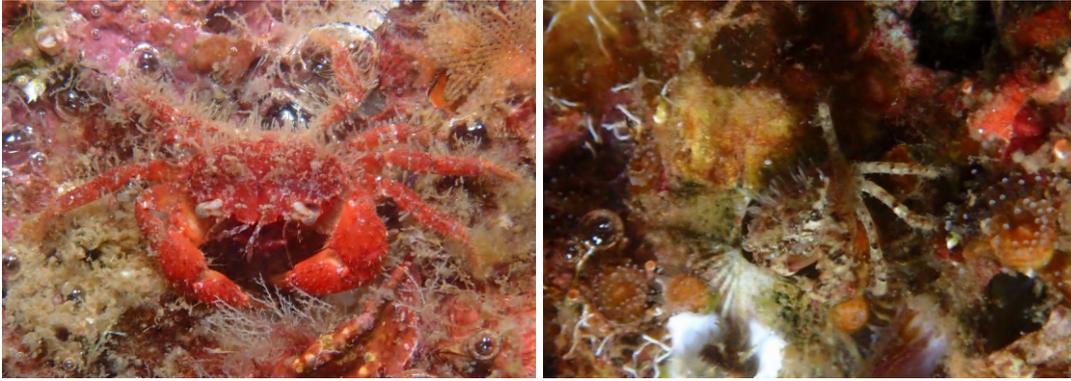
*Palaemon elegans* (Rathke, 1836)



Superfamilia Pilumnoidea

Familia Pilumnidae

*Pilumnus hirtellus* (Linnaeus, 1761)



Orden Isopoda

Familia Ligiidae

*Ligia (Megaligia) exotica* (Roux, 1828)

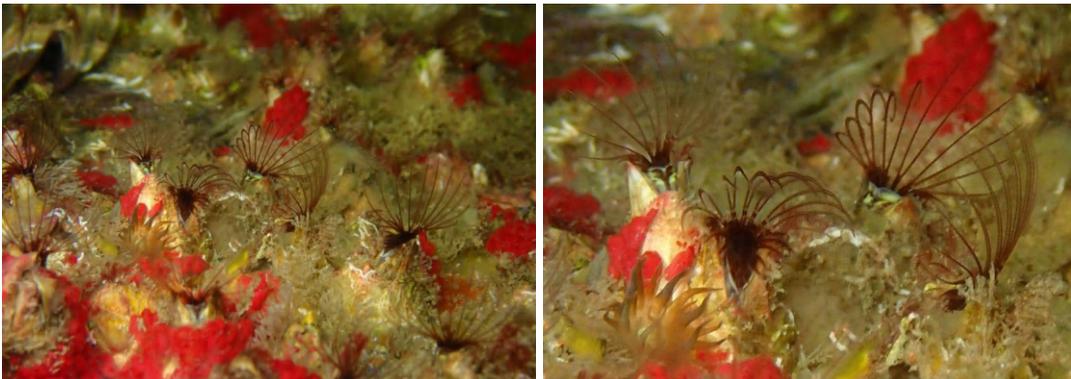


*Ligia italica* (Fabricius, 1798)



Ejemplares indeterminados

Indeterminado 1



---

**Filo Echinodermata**

---

Subfilo Echinozoa

Clase Crinoidea

Orden Comatulida

Familia Antedonidae

*Antedon bifida* (Pennant, 1777)

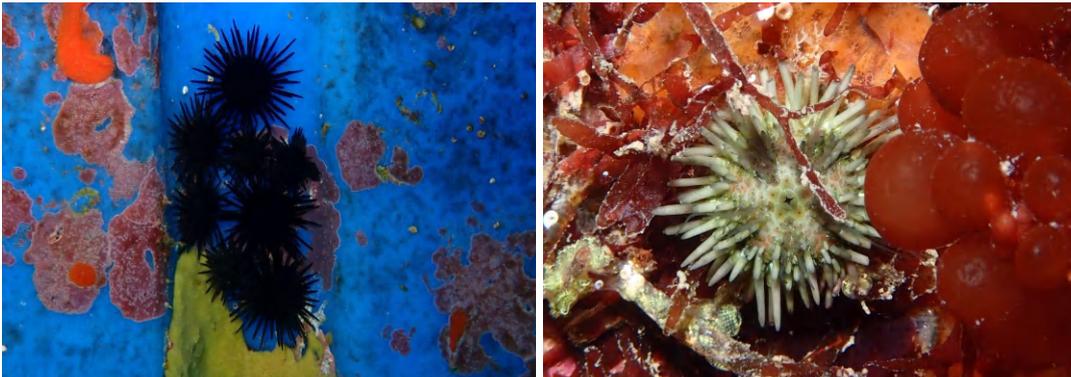


Clase Echinoidea

Orden Arbacioida

Familia Arbaciidae

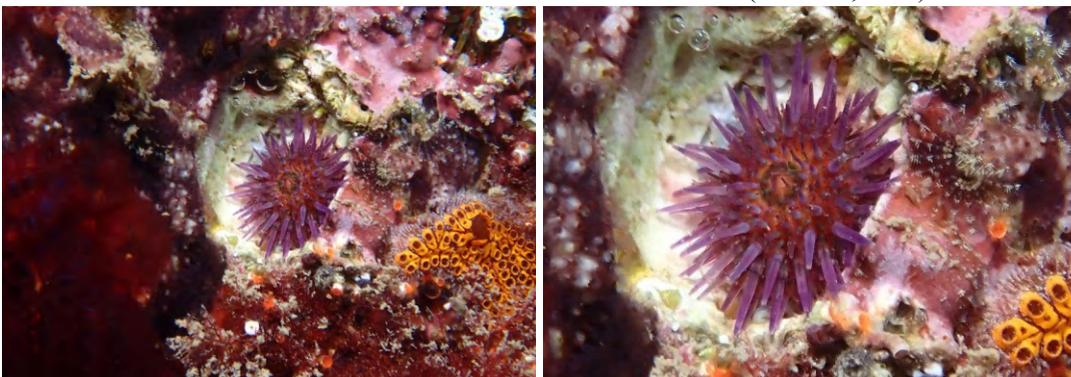
*Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758)



Orden Camarodonta

Familia Parechinidae

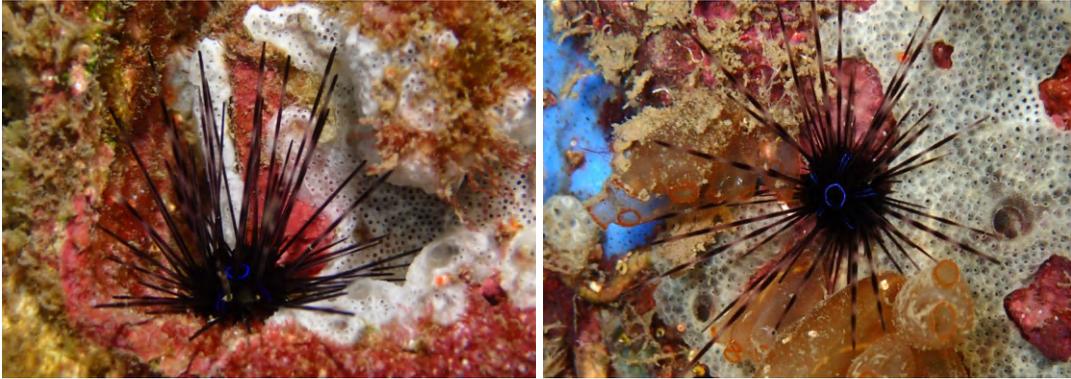
*Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816)



Orden Diadematoida

Familia Diadematidae

*Diadema africanum* (Rodríguez, Hernández, Clemente & Coppard, 2013)



---

**Filo Chordata**

---

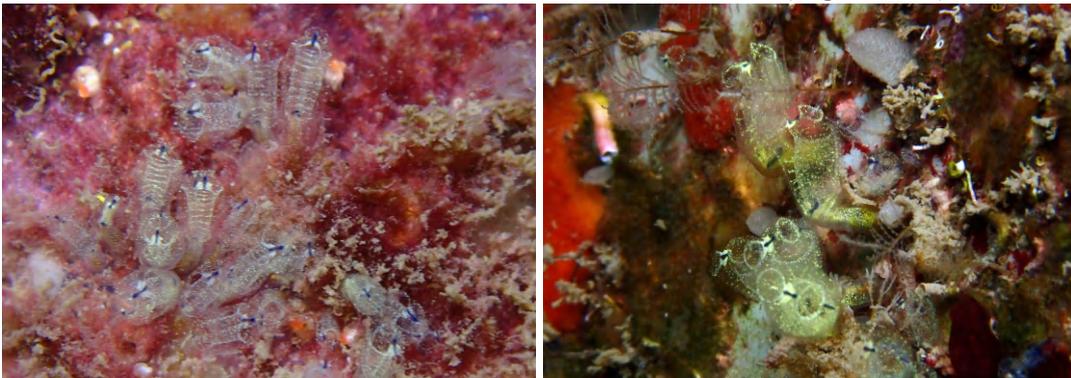
Subfilo Tunicata

Clase Ascidiacea

Orden Aplousobranchia

Familia Clavelinidae

*Clavelina* aff. *dellavallei* (Zirpolo, 1925)

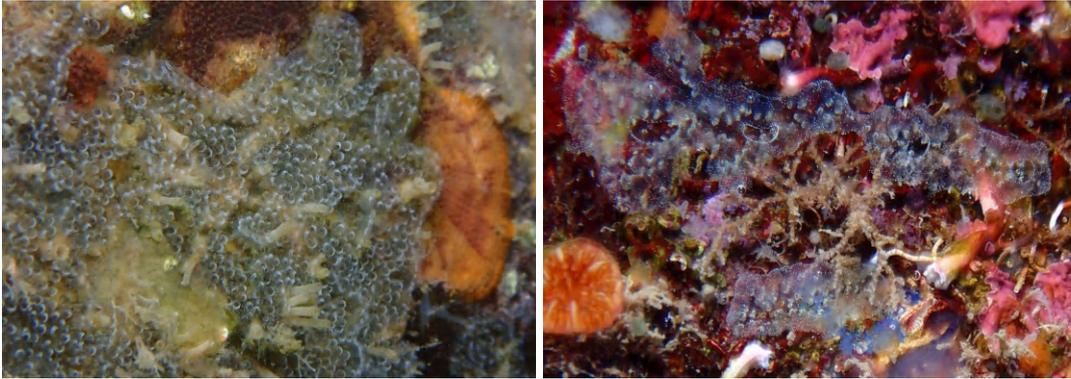


*Clavelina lepadiformis* (Müller, 1776)

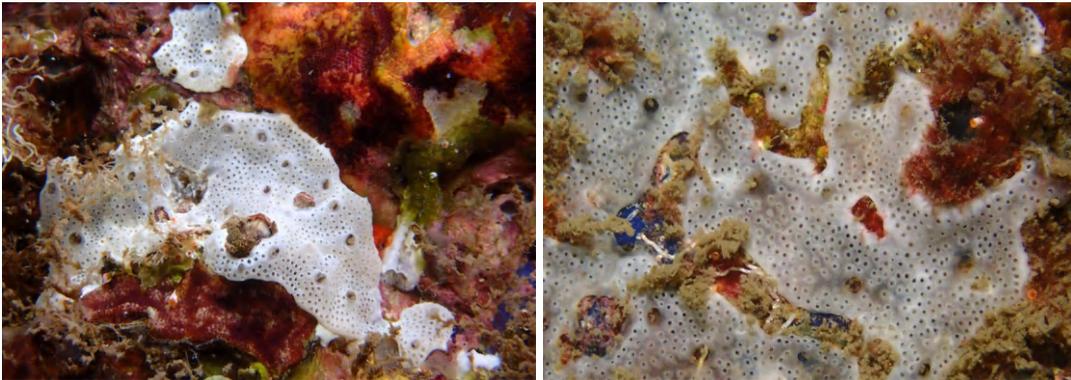


Familia Didemnidae

*Diplosoma listerianum* (Milne Edwards, 1841)

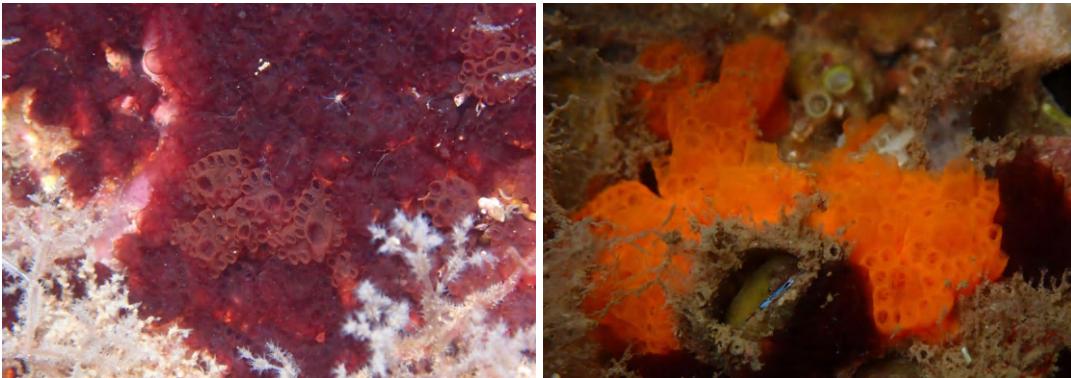


*Lissoclinum perforatum* (Giard, 1872)



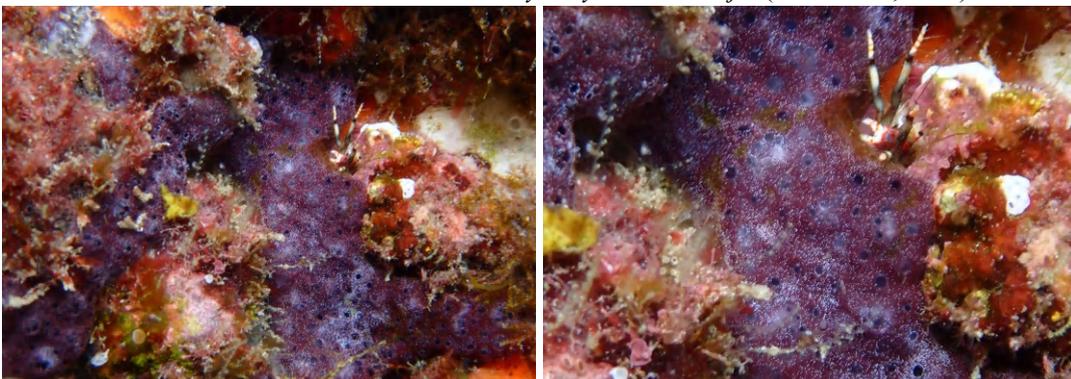
Familia Holozoidae

*Distaplia corolla* (Monniot F., 1974)



Familia Polycitoridae

*Cystodytes dellechiaiei* (Della Valle, 1877)



Familia Polyclinidae

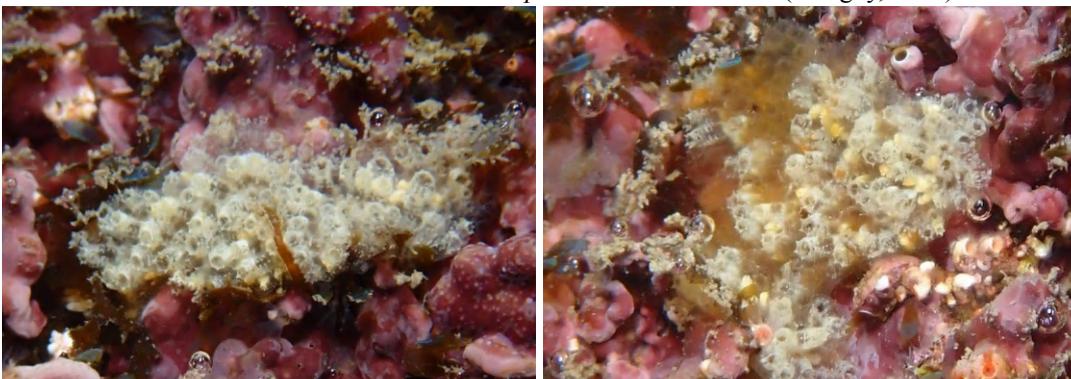
*Aplidium glabrum* (Verrill, 1871)



*Polyclinum* aff. *constellatum* (Savigny, 1816)

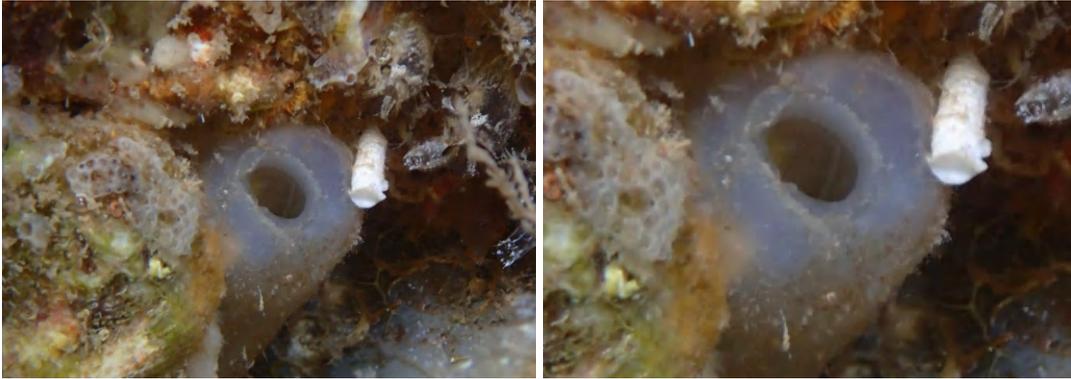


*Aplidium* aff. *turbinatum* (Savigny, 1816)



Orden Phlebobranchia  
Familia Ascidiidae

*Ascidia* sp. (Linnaeus, 1767)

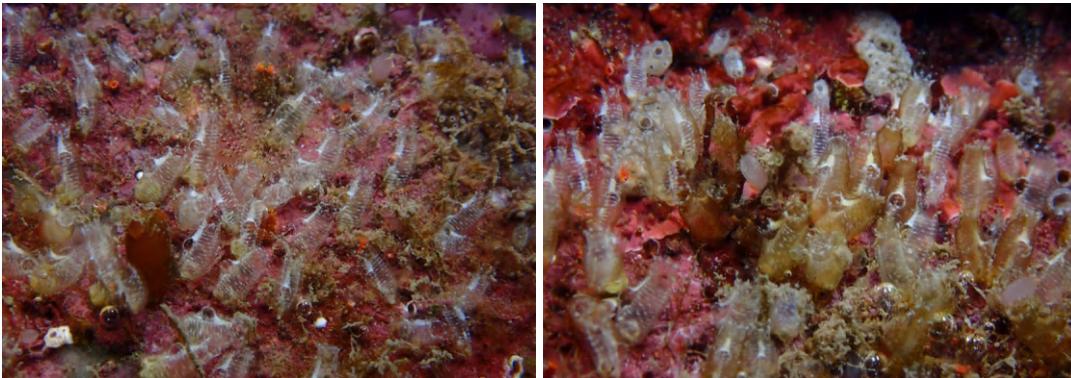


*Phallusia nigra* (Savigny, 1816)



Familia Perophoridae

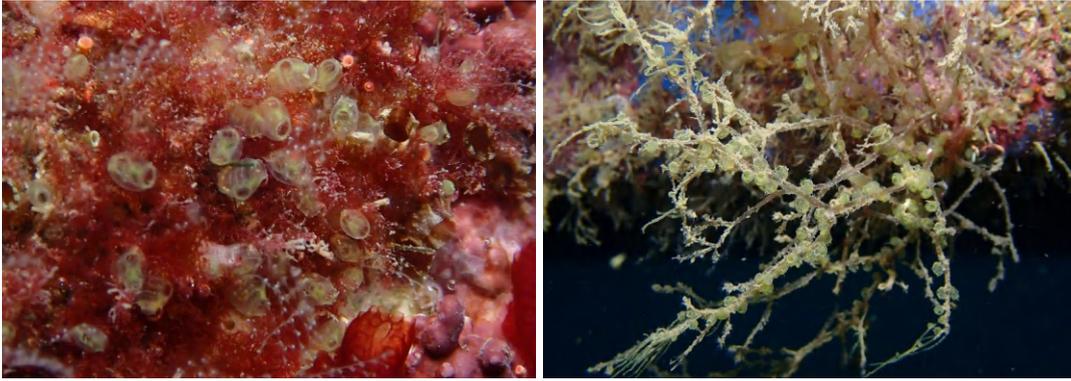
*Ecteinascidia* sp. (Herdman, 1880)



*Ecteinascidia turbinata* (Herdman, 1880)



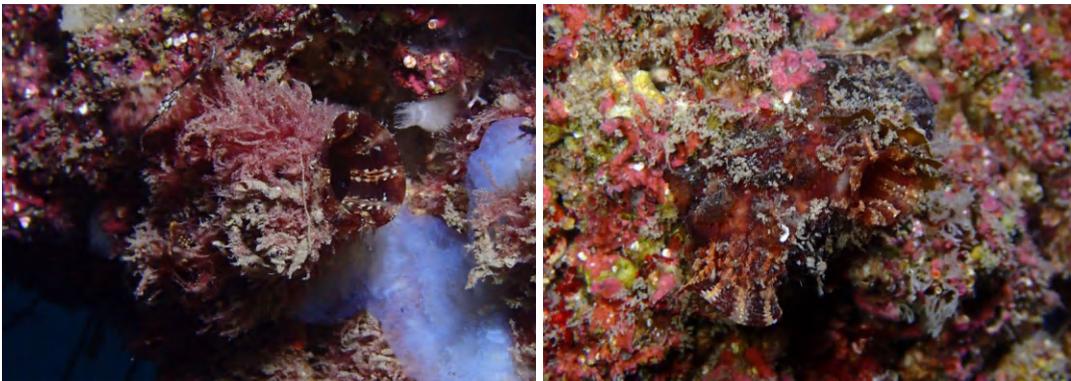
*Perophora* aff. *listeri* (Wiegman, 1835)



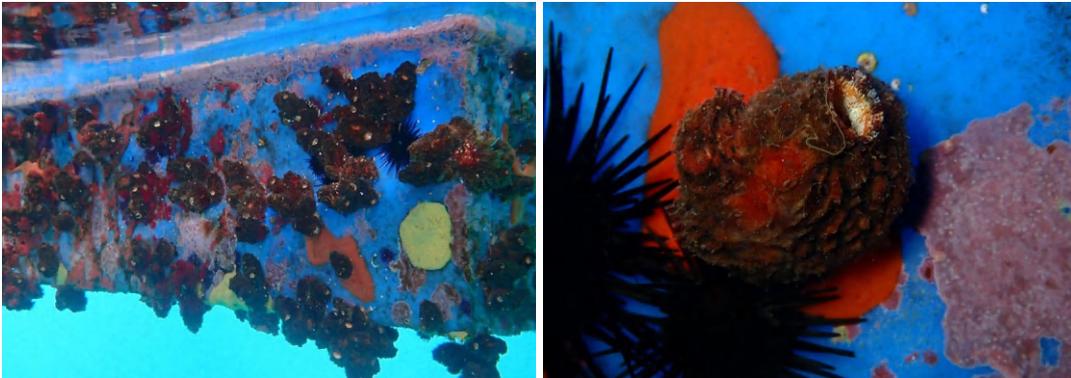
Orden Stolidobranchia

Familia Pyuridae

*Herdmania pallida* (Heller, 1878)



*Microcosmus squamiger* (Michaelsen, 1927)

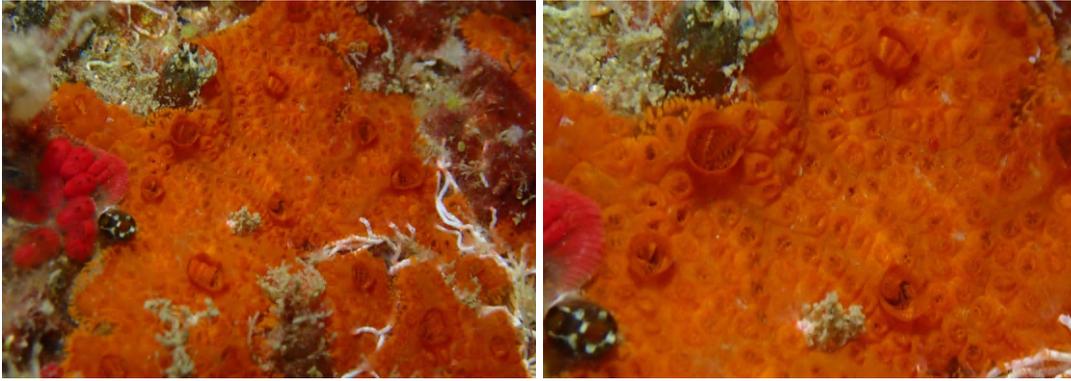


Familia Styelidae

*Botrylloides* aff. *leachii* (Savigny, 1816)



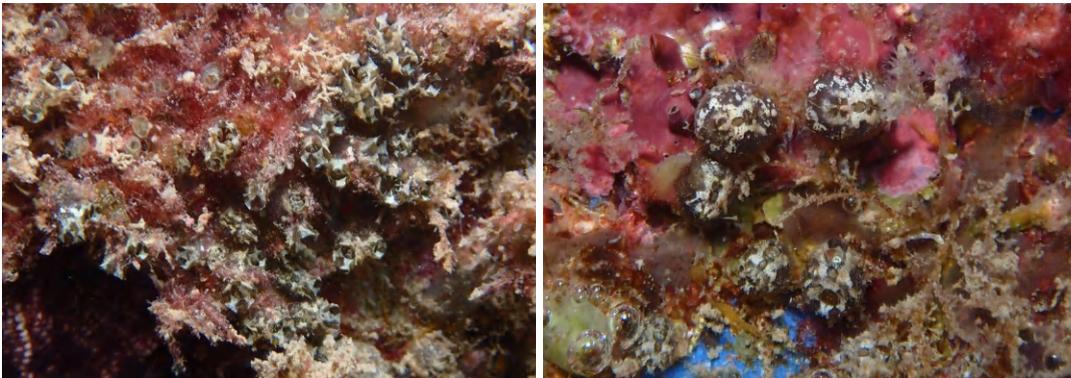
*Botrylloides* aff. *violaceus* (Oka, 1927)



*Botryllus schlosseri* (Pallas, 1766)



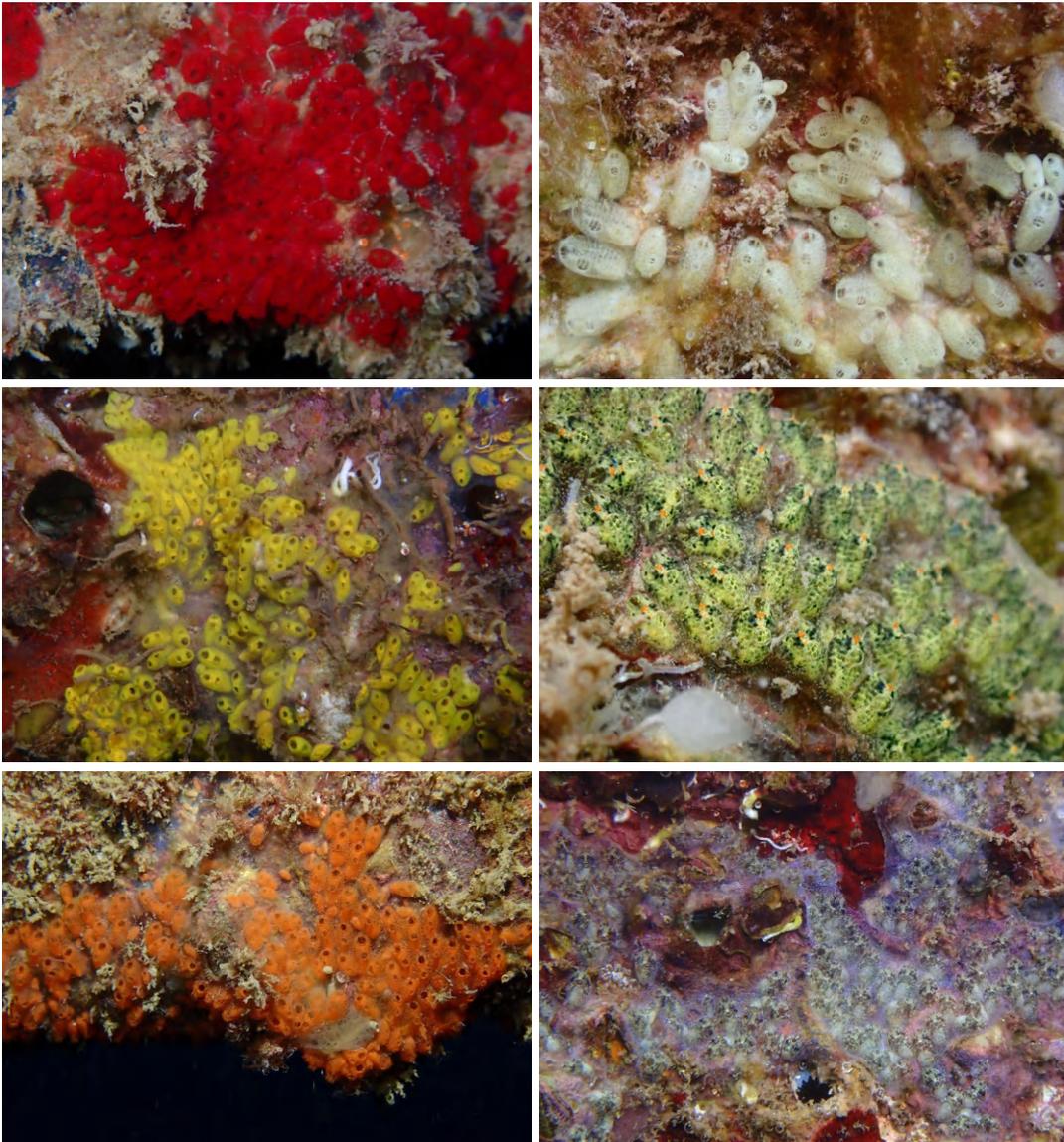
*Polyandrocarpa zorritensis* (Van Name, 1931)



*Styela plicata* (Lesueur, 1823)

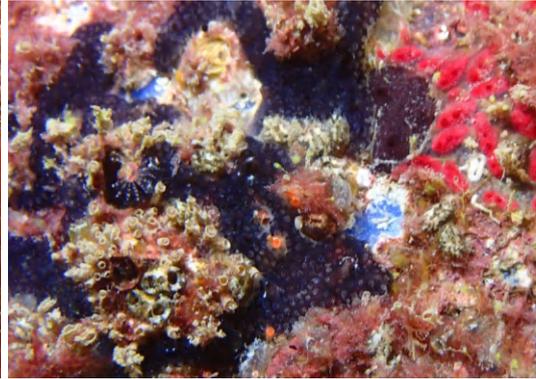


*Symplegma brakenhielmi* (Michaelsen, 1904)

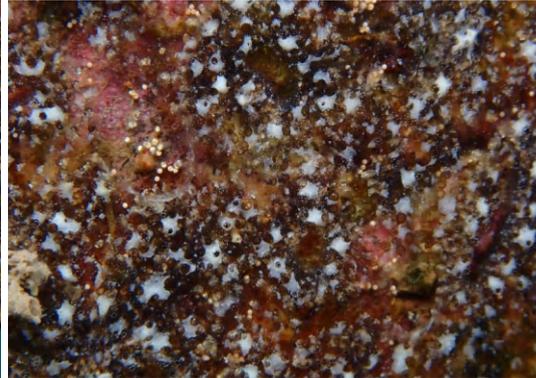
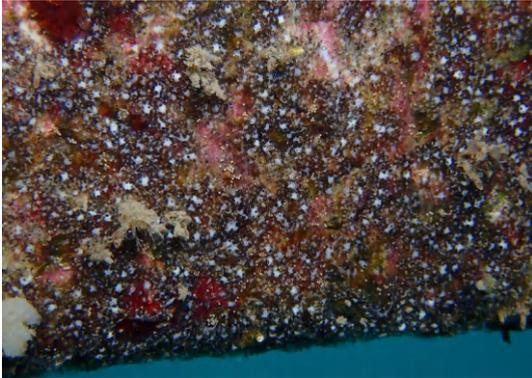


Ejemplares indeterminados

Indeterminado 1



Indeterminado 2



Indeterminado 3



Indeterminado 4



Indeterminado 5



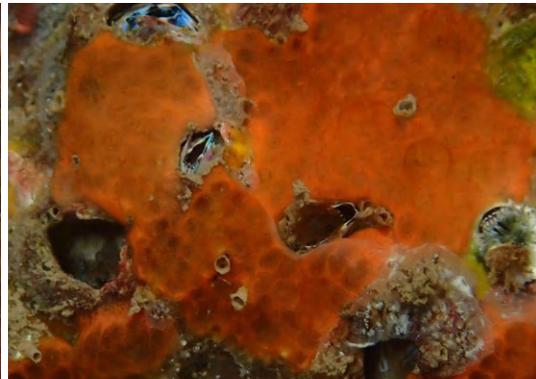
Indeterminado 6



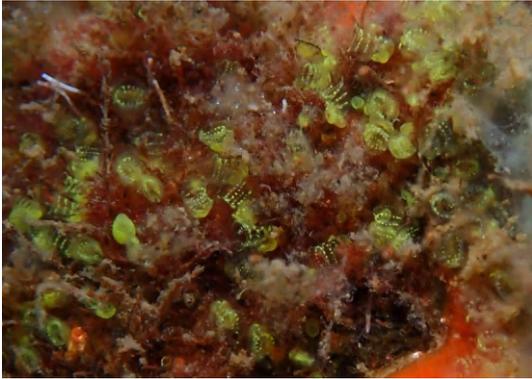
Indeterminado 7



Indeterminado 8



Indeterminado 9



Subfilo Vertebrata

Clase Actinopteri

Orden Blenniiformes

Familia Blenniidae

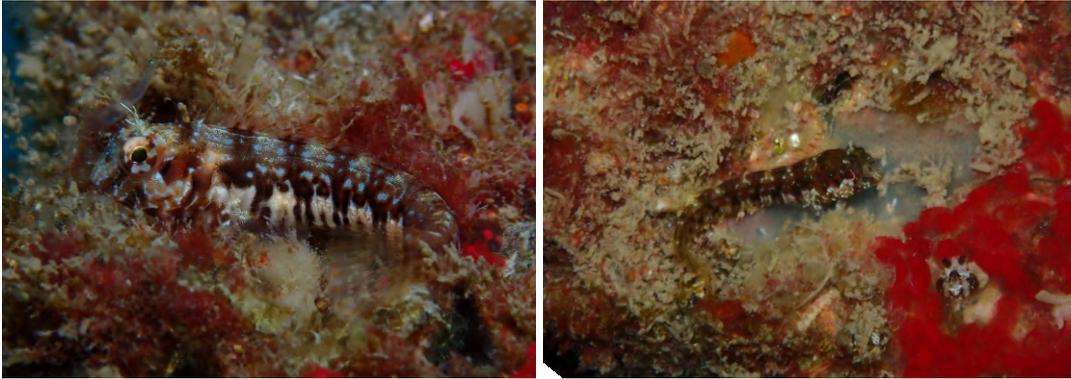
*Hypleurochilus pseudoaequipinnis* (Bath, 1994)



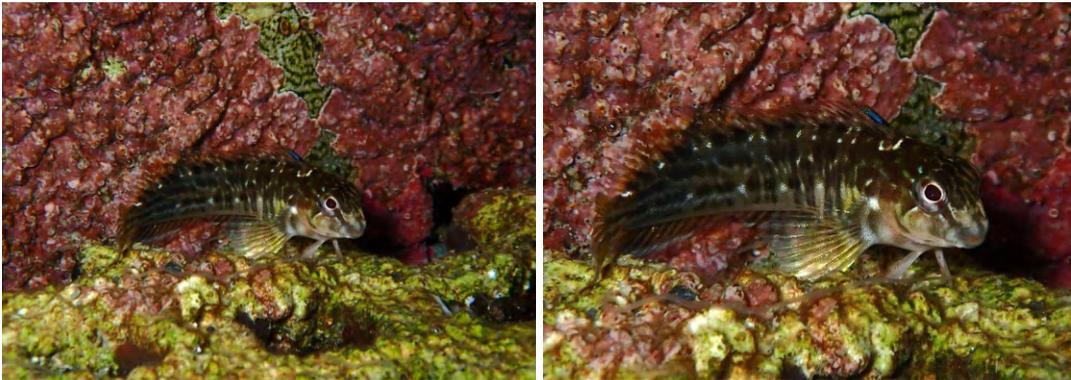
*Microlipophrys velifer* (Norman, 1935)



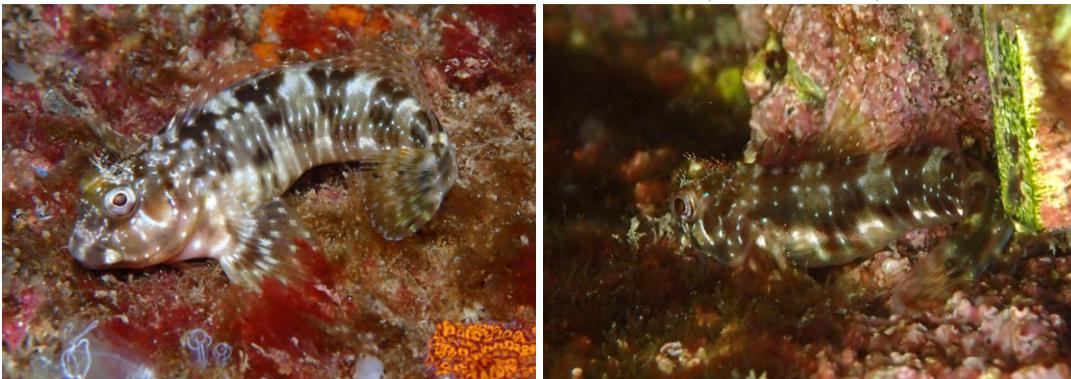
*Parablennius goreensis* (Valenciennes, 1836)



*Parablennius parvicornis* (Valenciennes, 1836)

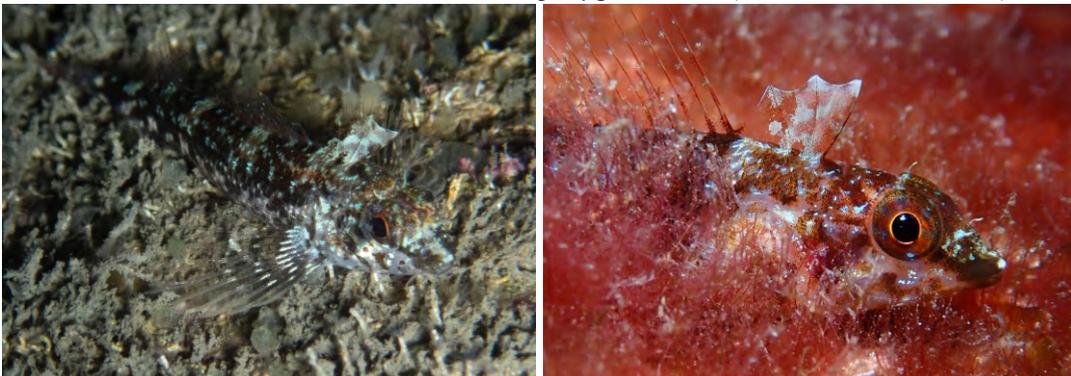


*Scartella cristata* (Linnaeus, 1758)



Familia Tripterygiidae

*Tripterygion delaisi* (Cadenat & Blache, 1970)



Orden Eupercaria incertae sedis

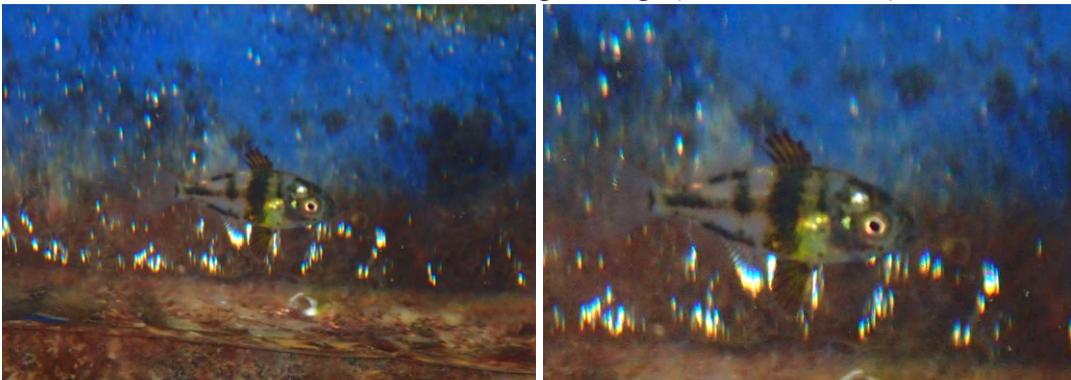
Familia Labridae

*Thalassoma pavo* (Linnaeus, 1758)



Familia Sparidae

*Pagrus auriga* (Valenciennes, 1843)



Orden Gobiiformes

Familia Gobiidae

*Gobius xanthocephalus* (Heymer & Zander, 1992)



*Trigobius zebrellus* (Robins, 1958)





Orden Mugiliformes  
Familia Mugilidae



Orden Perciformes  
Familia Scorpaenidae  
*Scorpaena maderensis* (Valenciennes, 1833)



Orden Syngnathiformes  
Familia Centriscidae  
*Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758)



Orden Tetraodontiformes

Familia Monacanthidae

*Aluterus scriptus* (Osbeck, 1765)



*Stephanolepis hispida* (Linnaeus, 1766)



#### 8.4. Anexo 4: tabla resumen de la base de datos

Los datos de cobertura adjuntos (en m2 de pantalán) provienen del promedio de las 3 coberturas correspondientes a los 3 muestreos realizados en cada una de las zonas (zona no expuesta a la luz - **ZNE** y zona expuesta a la luz - **ZE**) de los diferentes puertos. El código referente a los puertos es el siguiente: **PAM**: Amarilla Marina, **PGU**: Puertito de Güímar, **PCA**: La Galera (Candelaria), **PSC**: Marina Santa Cruz, **PGA**: Garachico, **PCH**: Marina Puerto Chico, **PLC**: Los Cristianos, y **PCO**: Puerto Colón.

FILO	ESPECIE	PAM ZNE	PAM ZE	PGU ZNE	PGU ZE	PCA ZNE	PCA ZE	PSC ZNE	PSC ZE	PGA ZNE	PGA ZE	PCH ZNE	PCH ZE	PLC ZNE	PLC ZE	PCO ZNE	PCO ZE
Chordata	<i>Aplidium glabrum</i>	0,000	0,000	0,034	0,012	0,036	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Chordata	<i>Polyclinum aff. constellatum</i>	0,000	0,000	0,004	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Chordata	<i>Botrylloides aff. leachii</i>	0,034	0,040	0,030	0,046	0,000	0,042	0,030	0,042	0,050	0,040	0,046	0,034	0,042	0,030	0,056	0,032
Chordata	<i>Botryllus schlosseri</i>	0,000	0,000	0,022	0,006	0,010	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,032	0,000	0,032	0,020
Chordata	<i>Clavelina aff. dellavallei</i>	0,026	0,000	0,000	0,000	0,032	0,012	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,026	0,000
Chordata	<i>Clavelina lepadiformis</i>	0,010	0,016	0,000	0,000	0,022	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,012	0,016	0,006	0,034	0,012
Chordata	<i>Diplosoma listerianum</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,060	0,016	0,010	0,006	0,006	0,020	0,000	0,000
Chordata	<i>Distaplia corolla</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Chordata	<i>Ecteinascidia sp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000
Chordata	<i>Ecteinascidia turbinata</i>	0,020	0,000	0,070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Chordata	<i>Lissoclinum perforatum</i>	0,000	0,016	0,060	0,052	0,026	0,036	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000
Chordata	<i>Perophora listeri</i>	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,022	0,022
Chordata	<i>Polyandrocarpa zorritensis</i>	0,090	0,026	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,060	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
Chordata	<i>Styela plicata</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000
Chordata	<i>Symplegma brakenhielmi</i>	0,100	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,036	0,000	0,044	0,040	0,036	0,016	0,028	0,000	0,016	0,022
Chordata	Indeterminado 1	0,008	0,000	0,000	0,000	0,026	0,022	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
Chordata	Indeterminado 2	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,086	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Chordata	Indeterminado 3	0,000	0,000	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Annelida	<i>Branchiomma bairdi</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Annelida	<i>Branchiomma luctuosum</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,040	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Annelida	<i>Salmacina dysteri</i>	0,026	0,012	0,012	0,000	0,000	0,026	0,022	0,000	0,026	0,022	0,034	0,014	0,018	0,018	0,018	0,016

Annelida	<i>Spirobranchus tetraceros</i>	0,022	0,016	0,022	0,000	0,022	0,018	0,040	0,038	0,000	0,000	0,044	0,048	0,012	0,016	0,000	0,000
Annelida	<i>Sabella discifera</i>	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,066	0,036	0,098	0,040	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Annelida	Indeterminado 1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,022	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Arthropoda	<i>Calcinus tubularis</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000
Arthropoda	<i>Caprella equilibra</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,004
Arthropoda	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	0,034	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Arthropoda	<i>Balanus</i> sp.	0,016	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Arthropoda	<i>Ligia italica</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Arthropoda	<i>Pachygrapsus transversus</i>	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Arthropoda	<i>Palaemon elegans</i>	0,000	0,040	0,000	0,016	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	0,036	0,000	0,006	0,006	0,010	0,000	0,000
Arthropoda	<i>Plagusia depressa</i>	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000
Bryozoa	<i>Amathia verticillata</i>	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,022	0,028	0,022	0,006	0,022	0,014
Bryozoa	<i>Beania magellanica</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,150	0,052	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Bryozoa	<i>Bugula neritina</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,006	0,000
Bryozoa	<i>Caberea boryi</i>	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Bryozoa	<i>Schizobrachiella sanguinea</i>	0,024	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,012	0,036	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
Bryozoa	<i>Schizomavella (Schizomavella) linearis</i>	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,050	0,006	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
Bryozoa	<i>Schizoporella errata</i>	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040	0,000	0,036	0,036	0,030	0,020	0,032	0,000	0,004	0,008
Bryozoa	<i>Watersipora subtorquata</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Bryozoa	Indeterminado 1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,042	0,000	0,080	0,066	0,014	0,000	0,040	0,000	0,000	0,006	0,030	0,000
Echinodermata	<i>Arbacia lixula</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000
Porifera	<i>Aplysilla rosea</i>	0,000	0,000	0,016	0,010	0,022	0,010	0,000	0,000	0,046	0,000	0,022	0,000	0,034	0,020	0,000	0,000
Porifera	<i>Aplysilla sulfurea</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,050	0,006	0,000	0,000	0,056	0,006	0,012	0,000	0,000	0,000
Porifera	<i>Chelonaplysilla</i> aff. <i>erecta</i>	0,012	0,000	0,010	0,000	0,010	0,000	0,034	0,000	0,000	0,010	0,000	0,034	0,036	0,000	0,032	0,010
Porifera	<i>Ute glabra</i>	0,000	0,000	0,012	0,006	0,018	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Porifera	<i>Haliclona</i> aff. <i>cratera</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,036	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Porifera	<i>Mycale (Carmia) microsigmatosa</i>	0,000	0,000	0,010	0,006	0,006	0,000	0,038	0,000	0,010	0,016	0,034	0,028	0,018	0,006	0,036	0,000

Porifera	<i>Sycon sp.</i>	0,018	0,020	0,036	0,006	0,030	0,022	0,000	0,006	0,012	0,006	0,018	0,012	0,022	0,014	0,032	0,018
Porifera	<i>Tethya aurantium</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,110	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Porifera	Indeterminado 1	0,018	0,016	0,040	0,026	0,026	0,016	0,050	0,010	0,070	0,000	0,038	0,038	0,000	0,000	0,000	0,000
Cnidaria	<i>Aglaophenia pluma</i>	0,030	0,012	0,030	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,030	0,020	0,010	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000
Cnidaria	<i>Canarya canariensis</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cnidaria	<i>Caryophyllia inornata</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,076	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cnidaria	<i>Corynactis viridis</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,050	0,016	0,080	0,036	0,000	0,000	0,056	0,042	0,016	0,000	0,000	0,000
Cnidaria	<i>Eudendrium sp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,036	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cnidaria	<i>Exaiptasia diaphana</i>	0,000	0,002	0,026	0,036	0,000	0,010	0,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000
Cnidaria	<i>Linuche unguiculata</i>	0,000	0,000	0,016	0,000	0,042	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cnidaria	<i>Halecium sp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,036	0,074	0,026	0,032	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cnidaria	<i>Oculina patagonica</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cnidaria	<i>Pennaria disticha</i>	0,030	0,020	0,000	0,000	0,010	0,020	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000
Cnidaria	<i>Phyllangia americana mouchezii</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cnidaria	<i>Tubastraea coccinea</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,036	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mollusca	<i>Babakina anadoni</i>	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mollusca	<i>Eualetes tulipa</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,042	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mollusca	<i>Patella sp.</i>	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000
Mollusca	<i>Patella crenata</i>	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mollusca	<i>Pinctada imbricata</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000
Mollusca	<i>Spurilla neapolitana</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
Phoronida	<i>Phoronis hippocrepia</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Platyhelminthes	<i>Thysanozoon brocchii</i>	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

### 8.5. Anexo 5: primeras citas para Canarias

Durante el estudio se han observado especies que anteriormente no habían sido registradas en el archipiélago y que por lo tanto constituyen primeras citas para Canarias. Entre las cuales se encuentra el anélido *Spirobranchus tetraceros*, el briozoo *Beania magellanica*, el gobio *Tigrigobius zebrellus* y el vermético *Eualetes tulipa*.

Otras especies observadas, como algunas pertenecientes a la clase Ascidiacea, también podrían tratarse de primeras citas, aunque al tratarse de especies con una morfología más compleja es conveniente realizar un análisis más detallado de los ejemplares.

---

#### Filo Annelida

---

Clase Polychaeta  
 Orden Sabellida  
 Familia Serpulidae  
*Spirobranchus tetraceros* (Schmarda, 1861)

---

#### Filo Bryozoa

---

Clase Gymnolaemata  
 Orden Cheilostomatida  
 Superfamilia Buguloidea  
 Familia Beaniidae  
*Beania magellanica* (Busk, 1852)

---

#### Filo Chordata

---

Subfilo Vertebrata  
 Clase Actinopteri  
 Orden Gobiiformes  
 Familia Gobiidae  
*Tigrigobius zebrellus* (Robins, 1958)

---

#### Filo Mollusca

---

Clase Gastropoda  
 Orden Littorinimorpha  
 Superfamilia Vermetoidea  
 Familia Vermetidae  
*Eualetes tulipa* (Rousseau in Chenu, 1843)

## 8.6. Anexo 6: especies introducidas observadas

Durante el estudio se han identificado especies consideradas introducidas o invasoras. A partir de la información disponible en el Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias (Biota) se ha clasificado estas especies en 4 categorías:

**IP** - Introducido probable

**IS** - Introducido seguro

**ISI** - Introducido seguro invasor

**ISN** - Introducido seguro no invasor

---

### Filo Cnidaria

---

Clase Malacostraca

Orden Isopoda

Familia Ligiidae

*Ligia (Megaligia) exotica* (Roux, 1828) - **IP**

*Ligia italica* (Fabricius, 1798) - **IP**

---

### Filo Cnidaria

---

Clase Anthozoa

Orden Scleractinia

Familia Dendrophylliidae

*Tubastraea coccinea* (Lesson, 1830) - **ISI**

Familia Oculinidae

*Oculina patagonica* (de Angelis D'Ossat, 1908) - **ISI**

---

### Filo Chordata

---

Subfilo Tunicata

Clase Ascidiacea

Orden Phlebobranchia

Familia Perophoridae

*Ecteinascidia turbinata* (Herdman, 1880) - **IP**

Orden Stolidobranchia

Familia Pyuridae

*Microcosmus squamiger* (Michaelsen, 1927) - **IP**

Familia Styelidae

*Botrylloides leachii* (Savigny, 1816) - **IP**

*Polyandrocarpa zorritensis* (Van Name, 1931) - **IP**

*Styela plicata* (Lesueur, 1823) - **IP**

*Symplegma brakenhielmi* (Michaelsen, 1904) - **IP**

Subfilo Vertebrata

Clase Actinopteri

Orden Blenniiformes

Familia Blenniidae

*Hypleurochilus pseudoaequipinnis* (Bath, 1994) - **ISN**

Mencionar también que al haberse tratado varias especies criptogénicas y mundialmente distribuidas, así como algunas pertenecientes a la clase Ascidiacea, en ocasiones es complicado determinar si se trata de introducidas o nativas. Por lo que la información dispuesta a continuación es orientativa. Asimismo, también está pendiente valorar el origen

de las nuevas citas realizadas durante el estudio, correspondientes a: el anélido *Spirobranchus tetraceros* (Schmarda, 1861), el vermético *Eualetes tulipa* (Rousseau in Chenu, 1843), el gobio *Tigrigobius zebrellus* (Robins, 1958) y el briozoo *Beania magellanica* (Busk, 1852).

