



Consejería de Transición Ecológica,
Lucha contra el Cambio Climático
y Planificación Territorial



SEGUIMIENTO DE LA INTRODUCCIÓN DE ESPECIES EN LOS PUERTOS PRINCIPALES DE CANARIAS Y ESTUDIO DE LA DISPERSIÓN DE ESTAS ESPECIES EN LOS PUERTOS MENORES DEL RESTO DE LAS ISLAS

Memoria Final

15 de diciembre de 2021

**Viceconsejería de Lucha contra el Cambio Climático del
Gobierno de Canarias**

Programa de Cooperación INTERREG V-A MAC 2014-2020





Consejería de Transición Ecológica,
Lucha contra el Cambio Climático
y Planificación Territorial



Interreg
Fondo Europeo de Desarrollo Regional
EUROPEAN UNION



SEGUIMIENTO DE LA INTRODUCCIÓN DE ESPECIES EN LOS PUERTOS PRINCIPALES DE CANARIAS Y ESTUDIO DE LA DISPERSIÓN DE ESTAS ESPECIES EN LOS PUERTOS MENORES DEL RESTO DE LAS ISLAS

Memoria Final

Elaboración:

CENTRO DE INVESTIGACIONES MEDIOAMBIENTALES DEL ATLÁNTICO S.L.
CIF: B-38805263
Avda. Los Majuelos 115, 38107, Santa Cruz de Tenerife

Actividad contemplada en el PROYECTO MIMAR+ (MAC2/4.6d/249) y
cofinanciado por el Programa INTERREG V-A MAC 2014-2020.

Ámbito: Lanzarote y El Hierro



Unión Europea

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| RESUMEN | 9 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 12 |
| 1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN | 12 |
| 1.2 OBJETO Y OBJETIVOS..... | 14 |
| 1.3 ÁMBITO DE ESTUDIO..... | 15 |
| 2. METODOLOGÍA | 17 |
| 2.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES, HÁBITATS Y ESPECIES DE LOS RECINTOS PORTUARIOS | 17 |
| 2.1.1 Zonificación de los puertos de estudio..... | 18 |
| 2.1.2 Transectos de buceo..... | 21 |
| 2.1.3 Recorridos con ROV | 24 |
| 2.2 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS | 26 |
| 2.2.1 Fauna sésil | 26 |
| 2.2.2 Fauna vágil | 28 |
| 2.2.3 Unidades experimentales de sustrato artificial..... | 29 |
| 2.2.4 Caracterización del agua..... | 31 |
| 2.2.5 Caracterización del sedimento | 35 |
| 2.3 LISTADO DE ESPECIES ALÓCTONAS POR PUERTO | 39 |
| 2.4 DISTRIBUCIÓN, ESTADO ACTUAL, VECTORES DE ENTRADA Y POTENCIAL INVASOR DE LAS ESPECIES EXÓTICAS..... | 40 |
| 3. RESULTADOS..... | 42 |
| 3.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES, HÁBITATS Y ESPECIES DE LOS RECINTOS PORTUARIOS | 42 |
| 3.1.1 Puerto de Arrecife | 42 |
| Zona 1. Zona de diques más externos (<i>Prolongación, Los Mármoles y Muelle cruceros</i>) | 42 |

| | |
|---|------------|
| Zona 2. Zona de diques más internos (<i>Oblicuo, Naciente y Poniente</i>) | 46 |
| Zona 3. Zona Playa de La Arena | 48 |
| Zona 4. Muelle deportivo | 54 |
| Zona 5. Playa de El Reducto | 63 |
| Zona 6. Islote de Fermina y espigón interno | 66 |
| 3.1.2 Puerto de La Restinga | 68 |
| Zona 1. Pantalanes | 68 |
| Zona 2. Dique del puerto..... | 83 |
| Zona 3. Entre diques..... | 86 |
| Zona 4. Contradique..... | 88 |
| 3.1.3 Listado de especies por zonas | 89 |
| 3.2 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS | 89 |
| 3.2.1 Fauna sésil | 89 |
| 3.2.2 Caracterización del agua..... | 91 |
| 3.2.3 Caracterización del sedimento | 97 |
| 3.3 LISTADO DE ESPECIES ALÓCTONAS POR PUERTO | 101 |
| 3.4 DISTRIBUCIÓN, ESTADO ACTUAL, VECTORES DE ENTRADA Y POTENCIAL INVASOR DE LAS ESPECIES EXÓTICAS..... | 103 |
| <i>Pseudotetraspora marina Wille, 1906</i> | 104 |
| <i>Heteropia glomerosa (Bowerbank, 1873)</i> | 105 |
| <i>Paraleucilla magna Klautau, Monteiro & Borojevic, 2004</i> | 106 |
| <i>Branchiomma luctuosum (Grube, 1870).....</i> | 107 |
| <i>Branchiomma bairdi (McIntosh, 1885)</i> | 108 |
| <i>Amathia verticillata (delle Chiaje, 1822)</i> | 109 |
| <i>Schizoporella errata (Waters, 1878).....</i> | 110 |
| <i>Cronius ruber (Lamarck, 1818).....</i> | 111 |
| <i>Distaplia corolla Monniot F.,1974</i> | 112 |
| <i>Lissoclinum perforatum (Giard, 1872)</i> | 113 |
| <i>Microcosmus squamiger Michaelsen, 1927</i> | 114 |
| <i>Polyandrocarpa zorritensis (Van Name, 1931)</i> | 115 |
| 4. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS | 116 |

| | |
|---|------------|
| 4.1 CONCLUSIONES..... | 116 |
| 4.1.1 Listado y distribución de especies alóctonas..... | 116 |
| 4.1.2 Distribución, estado actual, vectores de entrada y potencial invasor de las especies exóticas | 118 |
| 4.2 ACTUACIONES PARA LA GESTIÓN DE ESPECIES CON POTENCIAL INVASOR..... | 120 |
| 4.2.1 Medidas de prevención | 121 |
| Análisis de riesgos de las especies exóticas | 121 |
| Inclusión de nuevas especies en la legislación de EEI | 122 |
| Inspección de las incrustaciones de los cascos de embarcaciones..... | 125 |
| 4.2.2 Detección temprana | 126 |
| 4.2.3 Acciones para la gestión de las especies exóticas invasoras | 129 |
| 4.3 PROTOCOLOS DE SEGUIMIENTO DE LAS ESPECIES INVASORAS | 131 |
| 4.4 PROPUESTAS DE DIVULGACIÓN..... | 131 |
| ANEXO I: Relación de estaciones | 135 |
| 1. TRANSECTOS DE BUCEO | 135 |
| 2. RECORRIDOS CON ROV | 136 |
| 3. FAUNA SÉSIL | 138 |
| 4. UNIDADES EXPERIMENTALES DE SUSTRATO ARTIFICIAL (PLACAS)..... | 140 |
| 5. CARACTERIZACIÓN DEL AGUA..... | 141 |
| 6. MUESTRAS DE SEDIMENTO..... | 144 |
| ANEXO II: Listado de especies por zonas..... | 146 |
| PUERTO DE ARRECIFE | 146 |
| PUERTO DE LA RESTINGA..... | 148 |
| ANEXO III: Bases de datos de los censos y muestreos | 151 |
| 1. FAUNA SÉSIL..... | 151 |
| Puerto de Arrecife | 151 |
| Puerto de La Restinga | 152 |
| 2. UNIDADES EXPERIMENTALES DE SUSTRATO ARTIFICIAL | 154 |
| Puerto de Arrecife | 154 |

| | |
|---|------------|
| Puerto de La Restinga | 158 |
| 3. CARACTERIZACIÓN DEL AGUA..... | 161 |
| 3.1 Perfiles oceanográficos..... | 161 |
| 3.2 Sensores continuos de temperatura y luz | 164 |
| 4. MUESTRAS DE SEDIMENTO..... | 166 |
| ANEXO IV: Cartografía temática | 168 |
| 1. PUERTO DE ARRECIFE..... | 168 |
| 2. PUERTO DE LA RESTINGA..... | 170 |
| ANEXO V: Bibliografía | 173 |
| ANEXO VI: Fotografías | 185 |
| 1. PUERTO DE ARRECIFE..... | 185 |
| 2. PUERTO DE LA RESTINGA | 189 |
| ANEXO VII: Imágenes de vídeo HD | 194 |
| 1. PUERTO DE ARRECIFE..... | 194 |
| 2. PUERTO DE LA RESTINGA | 197 |
| ANEXO VIII: Indicadores de superficie muestreada | 200 |
| ANEXO IX: Relación de mejoras al pliego de contratación..... | 201 |
| ANEXO X: Referencia del informe..... | 202 |

RESUMEN

- El **objeto** de la asistencia técnica denominada “*Seguimiento de la introducción de especies en los puertos principales de Canarias y estudio de la dispersión de estas especies en los puertos menores del resto de las islas*” es caracterizar la fauna y flora asociada a las instalaciones portuarias de las islas no capitalinas, para conocer los vectores de dispersión de las especies por el tráfico menor interinsular.
- La **metodología** empleada incluyó la realización de un inventariado cualitativo de las especies y comunidades de fauna y flora presentes en los recintos portuarios, con el objeto de localizar y certificar las zonas prioritarias donde se han asentado las especies alóctonas. Con esta información se elaboró un listado de especies por zonas muestreadas, para cada uno de los puertos. La campaña se acometió a escala de dársenas/zonas para cada uno de los puertos, donde se realizó una identificación visual de las especies/comunidades mediante censos, fotos y vídeos, realizados a través de; (1) transectos de buceo y (2) recorridos con ROV (acrónimo del inglés Remote Operated Vehicle, Vehículo Operado a Distancia). Todas las especies identificadas fueron revisadas por especialistas taxónomos con años de experiencia en la determinación del grupo correspondiente.

Una vez realizada la caracterización inicial, se realizó una campaña de seguimiento en los puntos identificados o con sospechas de presencia de especies no autóctonas, que incluyó: (1) la caracterización de la fauna sésil mediante raspados, (2) la caracterización de la fauna vágil mediante transectos visuales, (3) la instalación de unidades experimentales de sustrato artificial (placas), para aumentar la disponibilidad de hábitat potencial para la colonización de especies exóticas y facilitar su identificación, (4) la caracterización del agua mediante perfiles oceanográficos (clorofila, turbidez, pH y radiación fotosintéticamente activa) y la medición en continuo de la temperatura del agua e intensidad lumínica con un registrador de datos HOBO, y (5) la caracterización del sedimento a través del índice biótico M-AMBI.

- En el Puerto de Arrecife se identificaron 8 especies alóctonas pertenecientes cuatro Phylum (Tabla 6 y Figura 43). En todas las zonas del puerto se encontraron especies alóctonas, pero su distribución principal fue en la Zona 4-Muelle Deportivo (7 especies), Zona 6-Islote de Fermina y espigón interno (3 especies) y Zona 5-(dos especies). En las restantes zonas únicamente se identificó una especie. La especie más común fue *Schizoporella errata*, que se encontró todas las zonas de estudio de este puerto, seguida de *Amathia verticillata* y *Botrylloides cf. leachii*, ambas distribuidas en dos zonas (Muelle deportivo e Islote de Fermina y espigón interno).

- En el Puerto de La restinga se identificaron 12 especies alóctonas pertenecientes cinco Phylum, siendo Chordata el más representado con seis especies (Tabla 7 y Figura 44). En las cuatro zonas del puerto se encontraron especies alóctonas, pero su distribución principal fue en la Zona 1-Pantalanes (10 especies), Zona 4- Contradique (3 especies) (). En la Zona 2-Diques del Puerto y la Zona 3-Entre diques se identificaron dos y una especies, respectivamente. La especie más común fue el briozoario *Schizoporella errata*, presente en las cuatro zonas de estudio. Le siguen los poríferos *Heteropia glomerosa* y *Paraleucilla magna*, distribuidos en tres y dos zonas, respectivamente.
- Las incrustaciones o biofouling en los cascos de los barcos parece ser el **vector de introducción** más importante y con mayor riesgo.
- Los objetivos en la **gestión de especies exóticas** invasoras o con potencial invasor, es minimizar las amenazas a (1) la biodiversidad, (2) a la salud humana y bienestar y (3) a la economía. Para ello, se propone un *enfoque jerárquico* donde las medidas pueden ser aplicadas en varios puntos del proceso de invasión, empezando desde la prevención, a la detección temprana y respuesta rápida, hasta el control, contención o la erradicación. Sin embargo, se priorizarán las *estrategias de prevención*, ya que cuanto más tarde son aplicadas dichas medidas, más costosas y menos efectivas serán.

Las medidas de prevención propuestas son las siguientes: (i) *Análisis de riesgo de las especies exóticas*, (ii) *Inclusión de nuevas especies en la legislación de especies exóticas invasoras* y (iii) *Inspección de las incrustaciones de los cascos de embarcaciones*.

Una segunda línea de defensa, si la prevención de la introducción ha fallado, es la detección temprana de una especie invasora conocida o potencialmente invasora, lo cual permitirá una respuesta rápida de control/mitigación/erradicación antes de que el número se haya convertido en demasiado grande o el área de propagación demasiado amplia. Este sistema se basa en un programa de vigilancia rutinario, el cual se organizará en una serie de *muestreos estratificados*, prestando mayor atención y esfuerzo de muestreo a las zonas consideradas como prioritarias. Los muestreos que se proponen para su inclusión en el plan de vigilancia son los siguientes: *calidad del agua y del sedimento, fauna sésil y vágil, algas, infauna del sedimento, organismos planctónicos (fitoplancton y zooplancton)* y *placas a varias profundidades*:

- Se propone un doble **protocolo seguimiento genérico de especies invasoras** en los dos puertos de estudio, enfocado a la detección temprana de especies exóticas, el cual permitirá una respuesta rápida antes de que las especies se conviertan en invasoras. Este muestreo es el que se presenta y describe en el apartado 4.2.2 Detección Temprana.

- Las **propuestas de divulgación de los resultados del proyecto** incluyen: (1) la realización de reuniones con los agentes implicados de cada puerto, donde se explicará el proyecto, las especies encontradas y sus peligros, así como la necesidad de realizar inspecciones rutinarias para determinados organismos y vectores de entrada y (2) una vez los actores implicados hayan tomado conciencia de la problemática existente y de la necesidad de implementar medidas preventivas y de control, se presentará y entregará diverso material gráfico de apoyo, facilitando su descarga y difusión desde diferentes páginas web. Este material está integrado por una serie de infografías y pósteres que, de manera rápida y muy visual, ayuden a reconocer las principales especies alóctonas y su potencial invasor.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

El tráfico marítimo es considerado una de las principales vías de transporte y de introducción de **especies exóticas**, *que corresponden a aquellas especies que han sido introducidas fuera de su área de distribución actual*. Una fracción de estas especies se caracteriza por presentar potencial invasor (“**especies invasoras**”, término acuñado por la IUCN (2000)), convirtiéndose en el origen de invasiones y plagas, con importantes efectos ecológicos y económicos en muchas zonas costeras del mundo. La magnitud de este problema es de proporciones mundiales y en la actualidad se considera a las especies invasoras como la segunda amenaza más importante de la biodiversidad mundial (Vitousek *et al.*, 1996).

Las invasiones biológicas marinas han aumentado en los océanos del mundo en la medida en que ninguna región se considera 'prístina'. Al menos 1.781 especies han sido identificadas como introducidas en sistemas marinos o estuarinos en algún lugar del mundo (Hewitt y Campbell, 2010). Por tanto, la prevención de la entrada y establecimiento de especies exóticas invasoras es de suma importancia para evitar afecciones ambientales de consecuencias imprevisibles.

Hay una amplia gama de vectores que transportan organismos marinos de aguas costeras poco profundas a hábitats similares fuera del área de distribución natural de las especies fijadas a los cascos de embarcaciones es, la vía marítima más antigua de introducción y dispersión de especies (Galil, 2001). Entre las introducciones más antiguas documentadas están los gusanos serpúlidos del género *Hydroïdes*, de origen tropical establecidos en el Mediterráneo, así como una buena parte de los macrófitos introducidos en este mar (Galil, 2001).

Hewitt y Campbell (2010), proporcionaron una evaluación del estado actual del conocimiento de las invasiones marinas y estuarinas a escala global. El estudio de 2008 revisando la literatura disponible encontró que de las cerca de 1.800 especies que en todo el mundo se habían introducido en biorregiones fuera de su área de distribución nativa, las especies asociadas con la bioincrustación de los buques mercantes, de pesca y de la acuicultura representaron el 55,5% ($\pm 9,4\%$ SD) del total de especies (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de estudios globales sobre el porcentaje de especies no autóctonas asociadas a bioincrustaciones en buques (tomado Hewitt and Campbell 2010).

| LOCALIZACIÓN | % DE ESPECIES NO AUTÓCTONAS | REFERENCIA |
|---|-----------------------------|----------------------------------|
| Nueva Zelanda | 69% | Cranfield <i>et al.</i> 1998 |
| Hawái | 74% | Elredge and Carlton 2002 |
| Mar del Norte | >50% | Gollasch 2002 |
| América del Norte (USA) | 70% | Fofonoff <i>et al.</i> 2003 |
| Port Phillip Bay (Australia) | 78% | Hewitt <i>et al.</i> 1999, 2004. |
| Australia (Encuestas de Puertos Nacionales) | 59%-69% | Hewitt and Campbell 2010 |
| Japón | 42% | Otani 2006 |
| GLOBAL (ALGAS) | 70% | Hewitt <i>et al.</i> 2007 |
| GLOBAL (TODOS LOS TAXONES) | 55% | Hewitt and Campbell 2010 |

En Europa durante los últimos años, se están realizando esfuerzos importantes para el control y seguimiento de las especies **exóticas** o **áloctonas**, incluyéndose por ejemplo como descriptores de estado ecológico de las masas de agua costeras. Las especies áloctonas constituyen el Descriptor 2 de la Parte IV “*Descriptores del buen estado ambiental*” de la Directiva Marco de la Estrategia Marina (DMEM). Hasta la entrada en vigor de esta Directiva (2008/56/CE, de 17 de junio) no existía en el ámbito de la Unión Europea un instrumento integrador para abordar el problema de las especies áloctonas invasoras, que facilitarán la armonización de los enfoques adoptados entre distintos países y, por tanto, tampoco requerimientos formales para la elaboración de análisis de riesgos para la introducción de especies áloctonas que pudieran afectar a la biodiversidad nativa. El objetivo principal de la Directiva Marco de la Estrategia Marina es alcanzar el buen estado ambiental para el año 2020. Para la consecución de este objetivo es necesario el cumplimiento de una serie de descriptores cualitativos, y para el caso del Descriptor 2 establece que “*las especies áloctonas introducidas por la actividad humana se encuentren presentes en niveles que no afectan de forma adversa a los ecosistemas*”. A nivel nacional la Directiva Marco de la Estrategia Marina (en adelante DMEM) ha sido transpuesta a la legislación nacional a través de la Ley 41/2010 de 29 de diciembre, de Protección del Medio Marino, pero existen antecedentes legislativos sobre esta temática a nivel nacional.

A nivel regional la Administración autonómica ha impulsado la realización de diversos estudios sobre especies áloctonas, que incluyen programas de seguimiento. Sin embargo, la mayoría de estos trabajos son puntuales a nivel geográfico, y discontinuos en el tiempo, por tanto, no pueden ser considerados como programas de seguimiento estrictos. Entre las iniciativas más importantes que se han llevado a cabo en la demarcación canaria destacan:

- El Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias (www.biodiversidadcanarias.es)
- El Proyecto INTERREG Bionatura (<http://www.interreg-bionatura.com/canarias.php>)
- RED PROMAR (<http://www.redpromar.com/>)

En el documento de Estrategias Marinas (MAGRAMA, 2012) se registraron un total de 59 especies alóctonas marinas en la Demarcación Canaria, de las cuales 30 presentan potencial invasor, tal y como se ha observado en otras regiones geográficas. Aunque, según este documento, únicamente de 8 de estas especies existen evidencias de su impacto sobre los ecosistemas costeros del archipiélago canario.

Sin embargo, en los últimos años existe constancia de que el número de especies alóctonas se ha incrementado significativamente, en especial de peces litorales tropicales y algunas especies de corales, que en la mayoría de los casos se encuentran asociados a plataformas petrolíferas que arriban a los puertos de Las Palmas y de Santa Cruz de Tenerife (Falcón et al., 2015 y Brito et al., 2017). Estos resultados fueron corroborados por el proyecto “**Caracterización y seguimiento de las especies y comunidades existentes en los puertos de la región**” impulsado por la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias, donde se identificaron 28 especies no autóctonas y 16 especies criptogénicas en el Puerto de Las Palmas y 19 especies no autóctonas y 14 especies criptogénicas en el Puerto de S/C de Tenerife (Monterroso et al., 2019). En ambos puertos el biofouling de los cascos de plataformas y barcos petrolíferos se identificó como el vector de introducción más importante y con mayor riesgo.

1.2 OBJETO Y OBJETIVOS

El objeto del presente documento es la realización de la memoria final del estudio “**Seguimiento de la introducción de especies en los puertos principales de Canarias y estudio de la dispersión de estas especies en los puertos menores del resto de las islas**”. Esta actividad, contemplada en el PROYECTO MIMAR+ (MAC2/4.6d/249)” y cofinanciada por el Programa INTERREG V-A MAC 2014-2020, está enfocada a caracterizar la fauna y flora asociada a las instalaciones portuarias de las islas no capitalinas, para conocer los vectores de dispersión de las especies por el tráfico menor interinsular.

Para ello, los principales objetivos incluidos en el trabajo son los siguientes:

- Caracterización general de las comunidades en los recintos portuarios y listado de especies por zonas muestreadas.
- Realización de fotografías y filmaciones en alta calidad de las especies y comunidades presentes en el ámbito portuario.
- Análisis taxonómicos.
- Listado de especies alóctonas por puerto.

- Distribución, estado actual, vectores de entrada y potencial invasor de las especies alóctonas identificadas.
- Propuestas de actuaciones para la gestión de especies alóctonas con potencial invasor.
- Protocolos de seguimiento de las especies alóctonas invasoras.
- Propuestas de divulgación de la información entre los posibles agentes implicados.

1.3 ÁMBITO DE ESTUDIO

Las zonas de estudio son los puertos de Arrecife en la isla Lanzarote (Figura 1) y La Restinga en el Hierro, cuyas características principales son las siguientes:

- ***El Puerto de Arrecife:*** de carácter comercial, es un puerto de Interés General del Estado y está gestionado por la Autoridad Portuaria de Las Palmas (Figura 2). Actualmente se ha convertido en el tercer puerto de Canarias en mercancías, además de funcionar como refugio pesquero y atraque para cruceros.
- ***El Puerto de La Restinga:*** de carácter pesquero, es un Puerto de Interés General de Canarias y está gestionado por Puertos Canarios (Figura 3). Este es el muelle situado más al sur y al oeste de los puertos de Canarias.

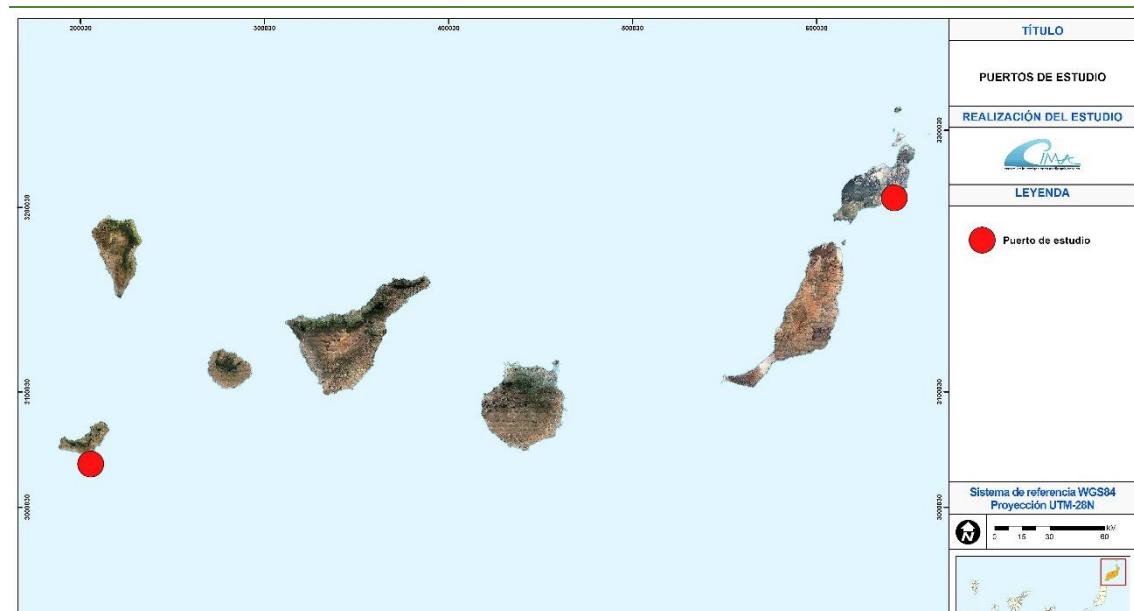


Figura 1. Plano de localización general de los puertos de estudio.

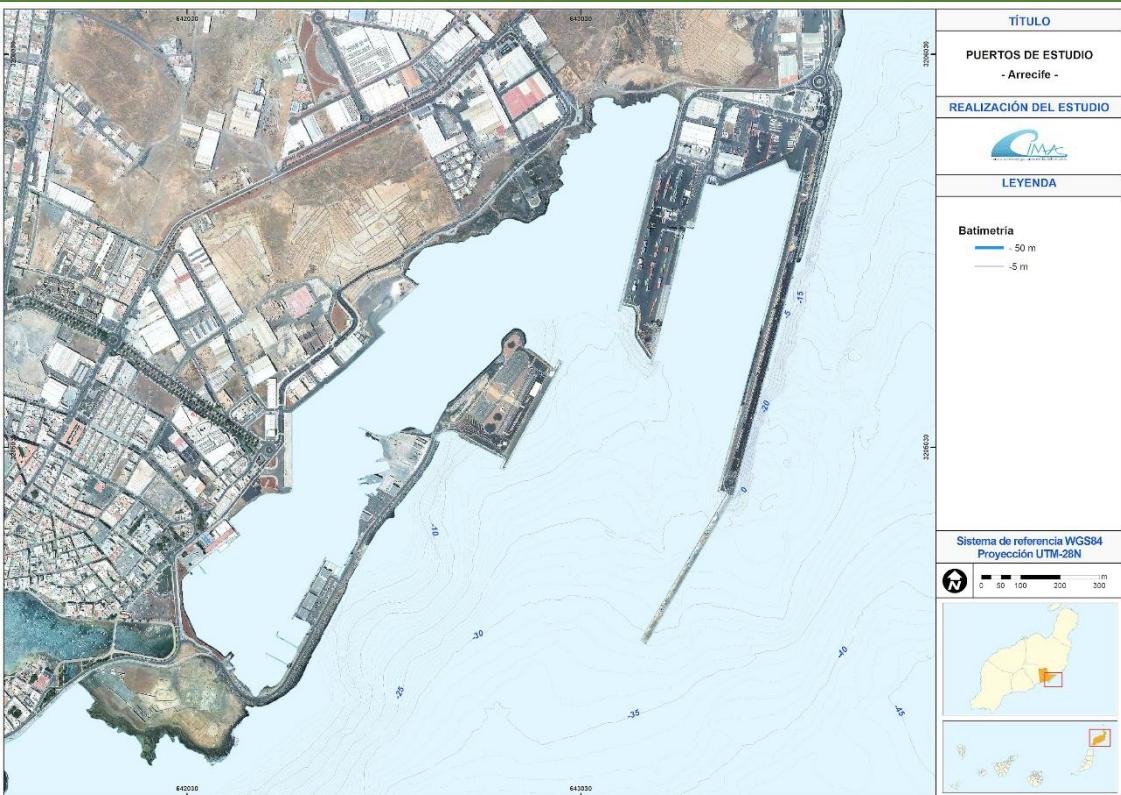


Figura 2. Plano de ubicación del Puerto de Arrecife.



Figura 3. Plano de ubicación del Puerto de La Restinga.

2. METODOLOGÍA

2.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES, HÁBITATS Y ESPECIES DE LOS RECINTOS PORTUARIOS

La intensa actividad humana en los puertos lleva a algunos autores como Pearson *et al.* (2016) a clasificarlos como “cuerpos de agua altamente modificados”, además otros autores como Templado *et al.* (2012) dan un nombre concreto para el hábitat originado por el hombre que constituyen dichas aguas designándolo como aguas portuarias. Puesto que constituyen espacios alterados por la actividad humana que en muchas ocasiones no contemplan los criterios ecológicos establecidos en la Directiva Marco del Agua (WFD 2000/60/EC), que establece que un cuerpo de agua tiene que ser protegido como un recurso ambiental, no sólo como un espacio susceptible a ser explotado (Dimitriou *et al.*, 2020).

De forma general, las alteraciones antrópicas en los sistemas naturales son notablemente visibles en los puertos, puesto que centralizan una gran cantidad de problemas ambientales como las emisiones de contaminantes, contaminación acústica, descarga accidental de hidrocarburos y aceites, dragados y transporte de sedimentos, instalaciones industriales (pe: estructuras destinadas al manejo de contenedores), construcción de espigones y diques, descarga de aguas residuales, lixiviación de compuestos tóxicos antifouling, almacenamiento y descarga accidental de materiales nocivos para el medioambiente e introducción de especies exóticas y especies exóticas invasoras, entre otros (Braathen, 2011; Chatzinkolaou *et al.*, 2018; Noyel y Desai, 2020). De manera que es en estos ambientes portuarios es donde son típicas las especies exóticas invasoras, al tratarse de ambientes perturbados donde las especies alóctonas oportunistas pueden proliferar en un entorno con baja competitividad por los recursos

Las instalaciones portuarias tienen un efecto importante sobre las comunidades bentónicas que en ellas encontramos, generalmente caracterizadas por una baja diversidad algal (Ballesteros, 1988; Rodríguez *et al.*, 1997) consecuencia de la baja renovación de agua y su menguante calidad, ya que se encuentran bajo la influencia de diversos impactos antrópicos fruto de la actividad marítima industrial y recreativa. Los puertos conciernen a los tres pisos superiores del dominio bentónico (Supralitoral, Mediolitoral e Infralitoral), en ellos encontramos distintos hábitats mencionados por Templado *et al.* (2012) que se distribuyen a lo largo del dominio bentónico (duro y blando) y pelágico. En el dominio pelágico encontramos las aguas portuarias, mientras que en el dominio bentónico destacan los fangos y arenas fangosas portuarias y el sustrato duro portuario.

La caracterización incluye un inventariado cualitativo de las especies y comunidades de fauna y flora presentes en los recintos portuarios, con el objeto de localizar y certificar las zonas prioritarias donde se han asentado las especies alóctonas. Con esta información se elaboró un listado de especies por zonas muestradas, para cada uno de los puertos.

La campaña se acometió a escala de dársenas/zonas para cada uno de los puertos, donde se realizó una identificación visual de las especies/comunidades mediante censos, fotos y videos, realizados a través de; (1) transectos de buceo y (2) recorridos con ROV (acrónimo del inglés Remote Operated Vehicle, Vehículo Operado a Distancia).

Todas las especies identificadas fueron revisadas por especialistas taxónomos con años de experiencia en la determinación del grupo correspondiente.

2.1.1 ZONIFICACIÓN DE LOS PUERTOS DE ESTUDIO

La zonificación de los hábitats portuarios incluye los sustratos duros y blandos. En el dominio bentónico de fondos blandos del interior de los puertos, dominan los fangos y arenas fangosas, encontrando en algunas zonas con mayor renovación y menor sedimentación fondos de arenas finas. También en los puertos objeto de estudios encontramos hábitats “seminaturales” donde han quedado en el interior del ambiente portuario playas de arena y roca en los pisos Supralitoral y Mediolaritoral.

Es en los sustratos rocosos del interior de los puertos donde se encuentra una mayor heterogeneidad de ambientes, destacando los siguientes hábitats:

- a) Paredes de muelles:** representa el hábitat de mayor extensión de las áreas portuarias interiores, por ello se ve poco influenciado por el oleaje y suponen sustratos verticales con una superficie homogénea. Los niveles de iluminación son altos en la parte superior, aunque con la profundidad y dada la turbidez de las aguas, pueden llegar a la oscuridad casi total en el fondo durante el día.
- b) Grietas, techos y paredes oscuras:** se localizan en los espacios creados entre los bloques de hormigón de las escolleras, en las grietas de los muelles y en las paredes que se encuentran bajo la influencia de estructuras que reducen la exposición del sustrato a la luz. El hidrodinamismo es reducido y las condiciones esciáfilas son permanentes.
- c) Sustratos rocosos del fondo de las dársenas:** constituidos por los afloramientos rocosos del dominio bentónico en el interior de los puertos, donde el hidrodinamismo al igual que la iluminación es reducido. Se ven influenciados por la sedimentación y resuspensión de fangos como resultado del paso de los buques.
- d) Fouling:** el fouling puede formar parte del casco de las embarcaciones, de estructuras flotantes portuarias y de las cadenas y amarres. La exposición a la luz e hidrodinamismo

es variada y depende del tipo de estructura y su posición en las aguas del puerto (interior/exterior).

e) **Escolleras interiores:** se trata de sustratos duros con una exposición variable a la luminosidad, dadas las diferentes orientaciones del sustrato y la turbidez del agua, y de hidrodinamismo reducido al encontrarse en el interior de los puertos. Dicho sustrato proporciona una gran heterogeneidad espacial, que favorece el asentamiento de los organismos. Dentro de este tipo de hábitat se puede diferenciar los niveles superficiales de escolleras internas, que comprende desde la superficie hasta medio metro de profundidad y se caracterizan por un mayor grado de hidrodinamismo, alta oxigenación e iluminación. Como se ha comentado brevemente en apartados anteriores, el confinamiento de las aguas por las estructuras portuarias (muelles, espigones) tiene importantes repercusiones sobre las condiciones ambientales. Como consecuencia, el medio portuario evoluciona en aislamiento del medio marino exterior y se encuentra expuesto de forma constante a numerosos impactos que pueden alterar las condiciones ambientales durante largos periodos. En este sentido, en los hábitats portuarios de sustrato duro, anteriormente mencionados, se encuentran comunidades bentónicas constituidas principalmente por un stock básico de especies cosmopolitas altamente tolerables ante los cambios ambientales (Antoniadou *et al.*, 2011; Riera *et al.*, 2013).

Teniendo en cuenta estos hábitats, el Puerto de Arrecife se zonificó en 6 zonas de trabajo (Figura 4), que se corresponden a los siguientes ambientes:

- **Zona 1 - Diques externos (*Prolongación Los Mármoles y Muelle cruceros*):** incluye casi todos los hábitats señalados anteriormente, Paredes de muelle, grietas techos y paredes oscuras, Sustratos rocosos de fondo de dársenas, Fouling y escolleras interiores.
- **Zona 2 - Diques internos (*Oblicuo, Naciente y Poniente*):** incluye paredes de muelle, grietas techos y paredes oscuras, sustratos rocosos de fondo de dársenas, fouling y escolleras interiores.
- **Zona 3 - Playa de La Arena:** incluye fondos sedimentarios y sustratos rocosos de fondo de dársenas.
- **Zona 4 - Muelle deportivo:** incluye principalmente fouling y escolleras interiores.
- **Zona 5 - Playa de El Reducto:** incluye principalmente fondos sedimentarios, y afloramientos rocosos.
- **Zona 6 - Isla de Fermina y espigón interno:** incluye principalmente fondos sedimentarios, afloramientos rocosos, fouling y escolleras interiores.

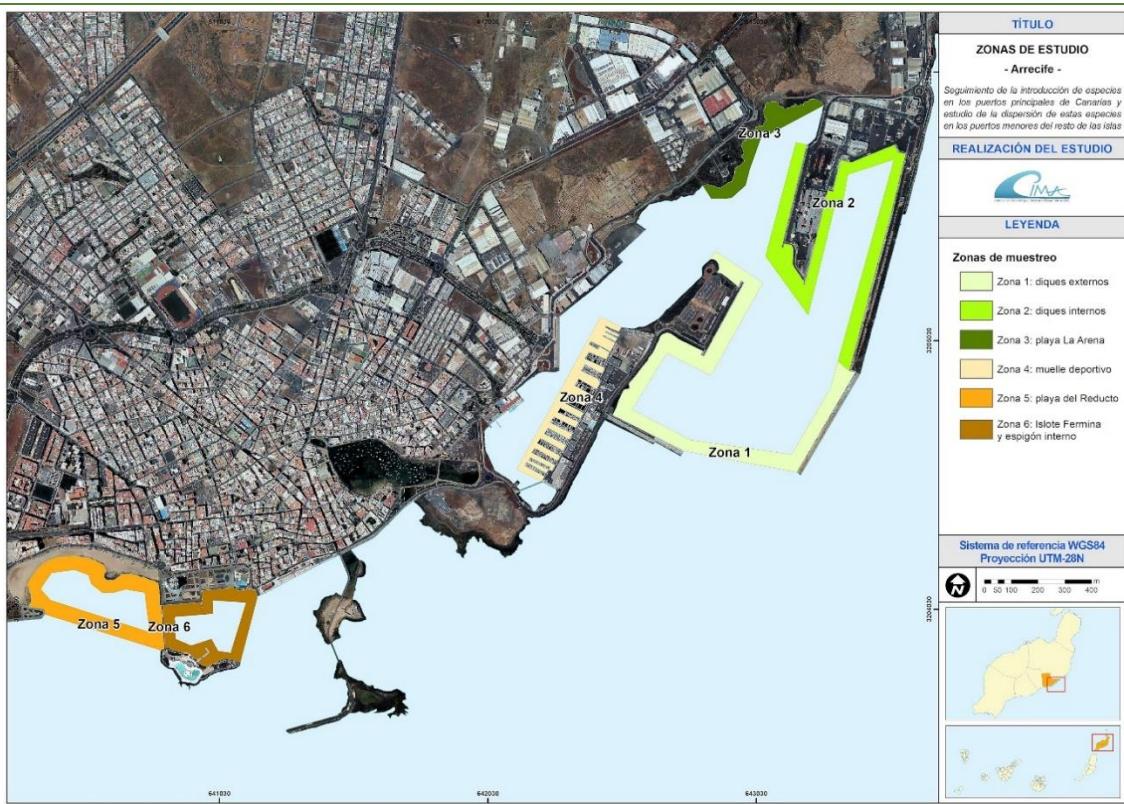


Figura 4. Zonificación del puerto de Arrecife.

El Puerto de La Restinga se zonificó en 4 zonas de trabajo (Figura 5), que se corresponden a los siguientes ambientes:

- **Zona 1 - Pantalanes:** incluye principalmente fouling, sustratos rocosos de fondo de dársenas y fondos arenosos-fangosos.
- **Zona 2 - Diques del Puerto:** incluye, paredes de muelle, grietas techos y paredes oscuras, sustratos rocosos de fondo de dársenas y escolleras interiores.
- **Zona 3 - Entre diques:** incluye principalmente fondos sedimentarios y afloramientos rocosos.
- **Zona 4 - Contradique:** incluye principalmente, paredes de muelle, grietas techos y paredes oscuras, sustratos rocosos de fondo de dársenas y escolleras interiores.



2.1.2 TRANSECTOS DE BUCEO

Se realizaron recorridos submareales de una longitud variable, dependiendo de la estructura a examinar, en el interior de los dos recintos portuarios.

Los peces se determinaron *de visu* durante las inmersiones, ya que con anterioridad los buceadores revisaron bibliografía científica donde se detallan las características morfológicas de las especies encontradas en los recintos portuarios (por ejemplo, Falcón *et al.* (2018), García-Mederos & Tuset, 2014; Pajuelo *et al.* 2016) acompañada por guías y claves especializadas donde se detallan fotografías y caracteres a considerar para la identificación precisa de cada una de las especies.

Cada buceador científico dispuso de un equipo de filmación submarino (vídeo) o de fotografía, con el fin de ilustrar y corroborar, en caso de duda, si la identificación es correcta durante el muestreo de *visu* (Foto 1 y Foto 2). En el caso de los invertebrados bentónicos que susciten dudas, para llevar a cabo su análisis taxonómico, además de realizar macrofotografías en vivo, se recolectaron ejemplares, y de acuerdo al grupo taxonómico que pertenezcan, se realizará el tratamiento de conservación y preparación específico, teniendo en cuenta que el tratamiento para la identificación de las especies de ascideas, briozoos, corales, esponjas, moluscos, crustáceos, poliquetos, equinodermos etc., difiere sustancialmente entre grupos taxonómicos. Una vez conservadas estas muestras se realiza su posterior estudio taxonómico

en el laboratorio con la ayuda de instrumental para la realización de separaciones, cortes y preparaciones de ejemplares completos o de diferentes partes, tejidos o tipos de células con relevancia taxonómica. Posteriormente visualizan e identifican de los mismos con material de microscopía (estereomicroscopios, microscopio óptico, microscopio electrónico).



Foto 1 y Foto 2. Ejemplo de filmaciones y fotografías durante recorridos submareales.

En el caso de encontrar especies exóticas con posible potencial invasor y que por tratarse de especies o bien con una amplia distribución que motive dudas en cuanto al origen de sus poblaciones o que susciten considerables dudas taxonómicas, se realiza la recolección de alguno de estos ejemplares para la realización posterior de estudios genéticos que podrían proporcionar, unida a la perspectiva morfológica y observacional, una valiosa información taxonómica y biogeográfica.

En el puerto de Arrecife se realizaron 4 transectos de buceo (Figura 6) y 4 en el puerto de La Restinga (Figura 7), con una longitud total aproximada de unos 4,6 y 2,3 Km, respectivamente. En el Anexo I, Tabla 10, se muestran las coordenadas y la longitud de cada uno de estos transectos.



Figura 6. Transectos de buceo realizados en el Puerto de Arrecife.



Figura 7. Transectos de buceo realizados en el Puerto de La Restinga.

2.1.3 RECORRIDOS CON ROV

Para complementar la información obtenida mediante los transectos de buceo, se realizaron recorridos con ROV (acrónimo inglés de Remotely Operated Vehicle, Vehículo Operado Remotamente) en diferentes zonas de las dársenas de estudio (Foto 3).

Se utilizó un ROV modelo SIBIUS PRO, equipado con 8 motores y un sistema de control avanzado que controla activamente el cabeceo y balanceo para mayor estabilidad y un deslizamiento suave a velocidades altas. La estabilización y los sensores integrados permiten un pilotaje fácil e intuitivo. Con una cámara estabilizada de HD de 1080P (30fps) y otra cámara auxiliar tipo GOPRO con capacidad de grabar en calidad 4K, y 4 focos de 1.500 lúmenes de intensidad controlable desde superficie, permite capturar imágenes hasta 300m de profundidad.



Foto 3. Muestreo de las dársenas con ROV submarino.

El ROV se utilizó principalmente en aquellas zonas donde es complicado realizar transectos de buceo por la operatividad del puerto. Estas filmaciones permitirán ampliar considerablemente las superficies muestreadas en cada uno de los puertos. En el caso de detectar en estas imágenes especies alóctonas o de dudosa determinación, se realiza un muestreo específico para su recolección por parte de los buceadores científicos.

En el puerto de Arrecife se realizaron 5 transectos de ROV (Figura 8) y 2 en el puerto de La Restinga (Figura 9), con una longitud total de 1.213 y 117 m, respectivamente. En el Anexo I, Tabla 11, se muestran las coordenadas y la longitud de cada uno de estos transectos.



2.2 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Una vez realizada la caracterización inicial de las comunidades y especies presentes en los dos puertos, se realizó la campaña de seguimiento en los puntos identificados o con sospechas de presencia de especies no autóctonas, que se describen en los siguientes apartados.

2.2.1 FAUNA SÉSIL

La recolección de muestras de fauna sésil se realizó a partir de raspados de una superficie de 15 x 15 cm, mediante una cuadrícula y una rasqueta (Foto 4 y Foto 5), que se depositaron en una bolsa zip hermética para evitar pérdidas de contenido, (procedimiento interno PG15).

Las muestras fueron fijadas con líquidos de conservación y se transportaron al laboratorio donde, posteriormente se procedió a su triado en bandejas de base ancha separando las diferentes especies presentes en cada muestra. La determinación taxonómica se realizó utilizando lentes binoculares de gran potencia y microscopios ópticos que permiten la observación de pequeños ejemplares, así como la visualización de preparaciones microscópicas que se realizan de determinadas estructuras o fragmentos de estos organismos con relevancia taxonómica.

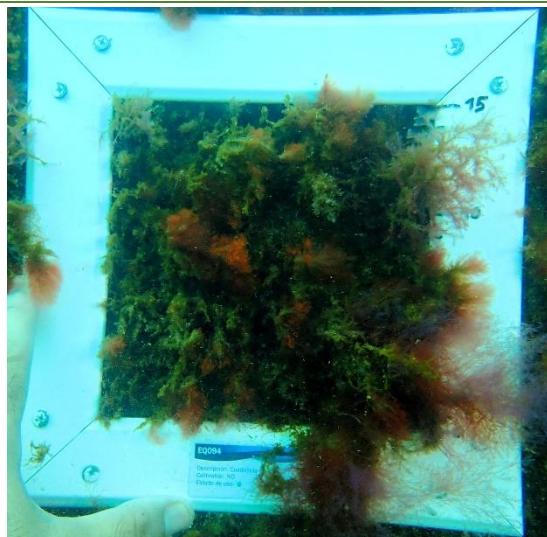


Foto 4. Cuadrícula antes del raspado.

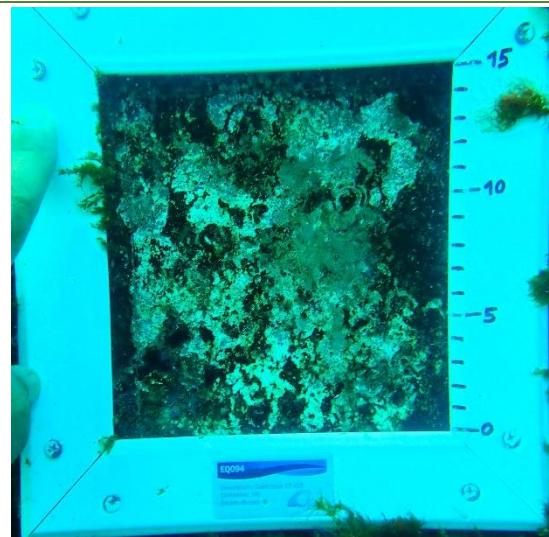
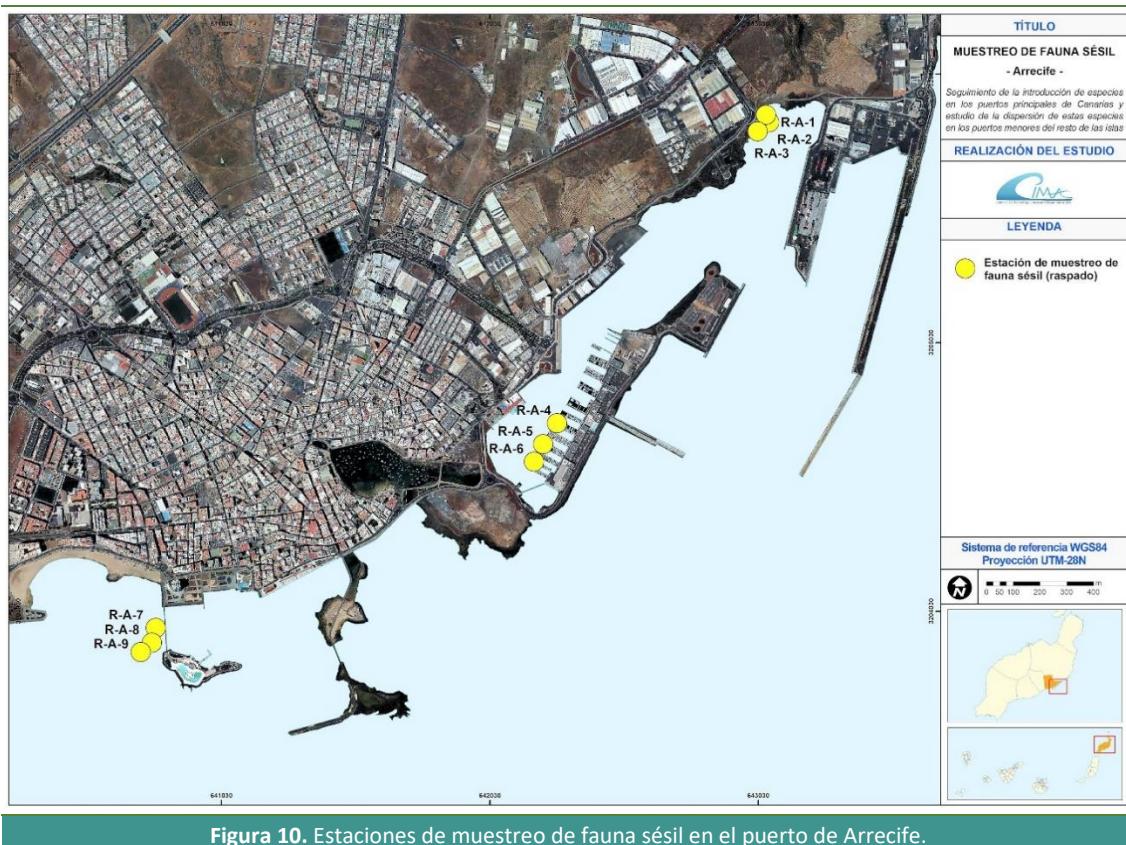


Foto 5. Cuadrícula después del raspado.

En el puerto Arrecife se realizaron 9 raspados en tres zonas (Figura 10), mientras que en el La Restinga fueron 12 distribuidos en tres ubicaciones¹ (Figura 11) (en el Anexo I, Tabla 13, se muestran sus coordenadas). Estos puntos constituyen una selección fidedigna de la variedad de estructuras presentes en cada uno de los puertos y se eligieron a partir de los recorridos llevados a cabo en la campaña de caracterización inicial.



¹ La zona de pantalánes al ser donde se encontró una mayor diversidad, se realizaron 6 raspados, 3 en la zona esciáfila (cara interna) y otros 3 en la zona fótica (cara externa) que se caracteriza una comunidad diferente a la presente en la parte interna.

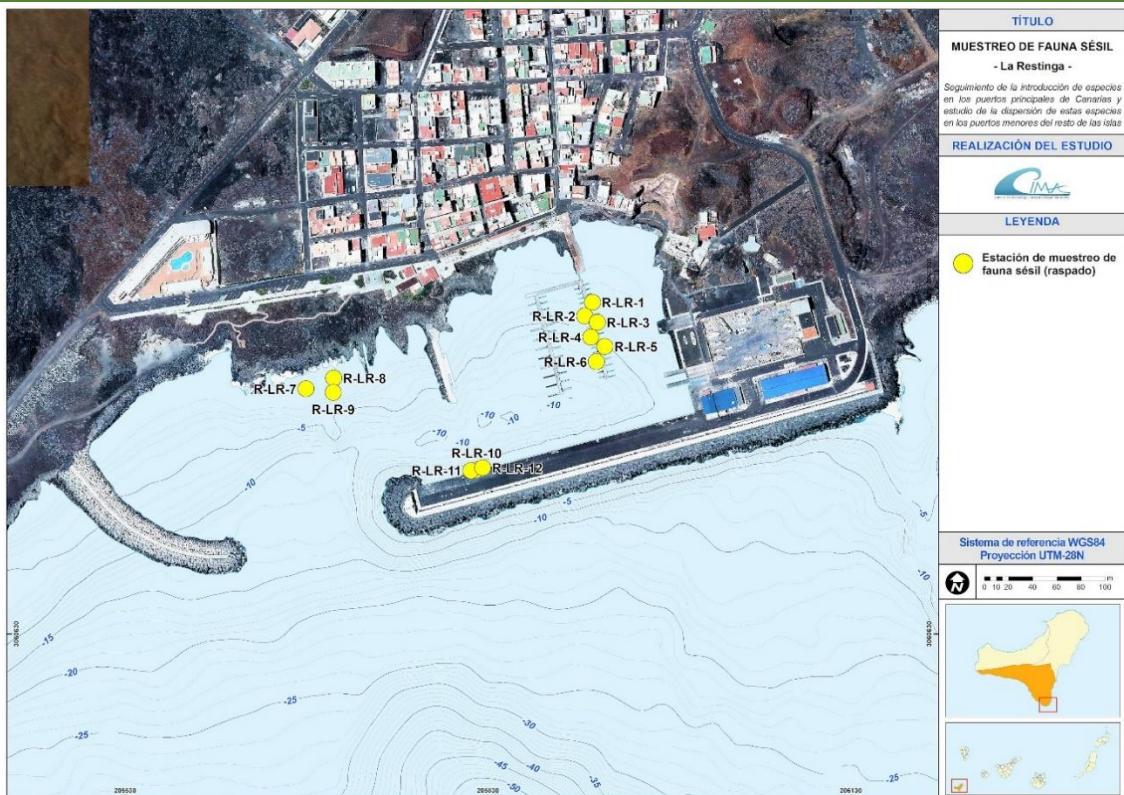


Figura 11. Estaciones de muestreo de fauna sésil en el puerto de La Restinga.

2.2.2 FAUNA VÁGIL

En los mismos transectos de buceo realizados en los puertos de Arrecife (Figura 6) y de la Restinga (Figura 7) se realizaron los censos de la fauna vagil, en concreto de peces e invertebrados bentónicos con un elevado grado de movilidad.

Los recorridos estuvieron dirigidos a la búsqueda y localización de individuos o poblaciones de peces exóticos y/o crustáceos decápodos, anotando los detalles necesarios para su identificación y para la caracterización del ambiente, además de tomar fotografías con el fin de ilustrar y comprobar la identificación (Foto 6).



Foto 6. Ejemplo de buceador realizando un censo visual de peces.

2.2.3 UNIDADES EXPERIMENTALES DE SUSTRATO ARTIFICIAL

Para aumentar la disponibilidad de hábitat potencial para la colonización de especies exóticas del plancton y facilitar su identificación, se instalaron 4 y 6 unidades experimentales de sustrato artificial (en adelante placas) en los puertos de Arrecife (Figura 12) y La Restinga (Figura 13), respectivamente (en La Restinga desaparecieron tres placas: PL-LR-2, PL-LR-5 y PL-LR-6). En el Anexo I, Tabla 13, se muestran las coordenadas de los fondeos y recogida de las placas en cada puerto.

La placas instaladas son las mismas que las desarrolladas por el equipo de investigadores de MARE (Canning-Clode *et al.*, 2013) y utilizadas en el “*Estudio de caracterización y seguimiento de las especies y comunidades existentes en los Puertos de la región*” (Monterroso *et al.*, 2019), las cuales tienen unas medidas de 14 cm de longitud, 14 cm de anchura y 0,3 cm de grosor. Estas se ataron a las estructuras de los pantalanes (Foto 7) y a la defensas de los diques de los puertos (Foto 8), se dispusieron aproximadamente a 1 metro de la superficie y permanecieron suspendidas en la columna de agua.

Debido a la abundancia de organismos, el estudio taxonómico de las placas se centró en aquellas especies alóctonas presentes en las muestras. Los resultados de estos muestreos se incluyen de forma sucinta en los apartados **3.1 Caracterización de las comunidades, hábitats y especies de los recintos portuarios**, para la descripción general de las especies encontradas, y en el apartado **3.3 Listado de especies alóctonas por puerto**, para las especies alóctonas identificadas.

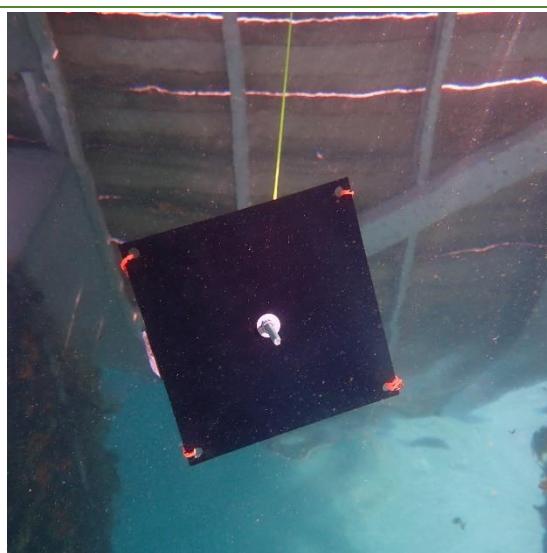


Foto 7. Placa instalada en pantalán.

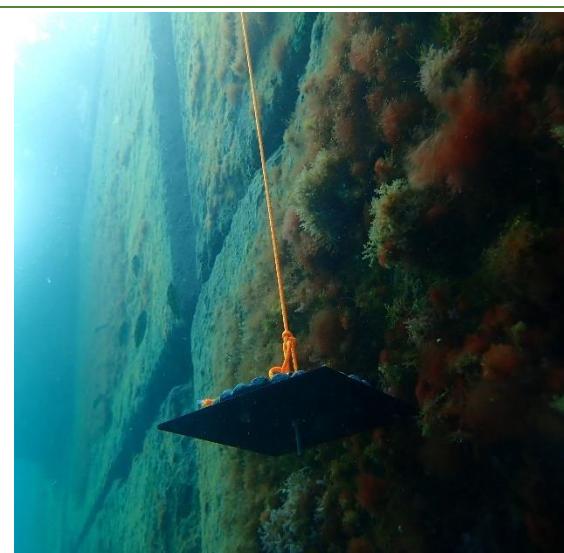


Foto 8. Placa instalada en dique.

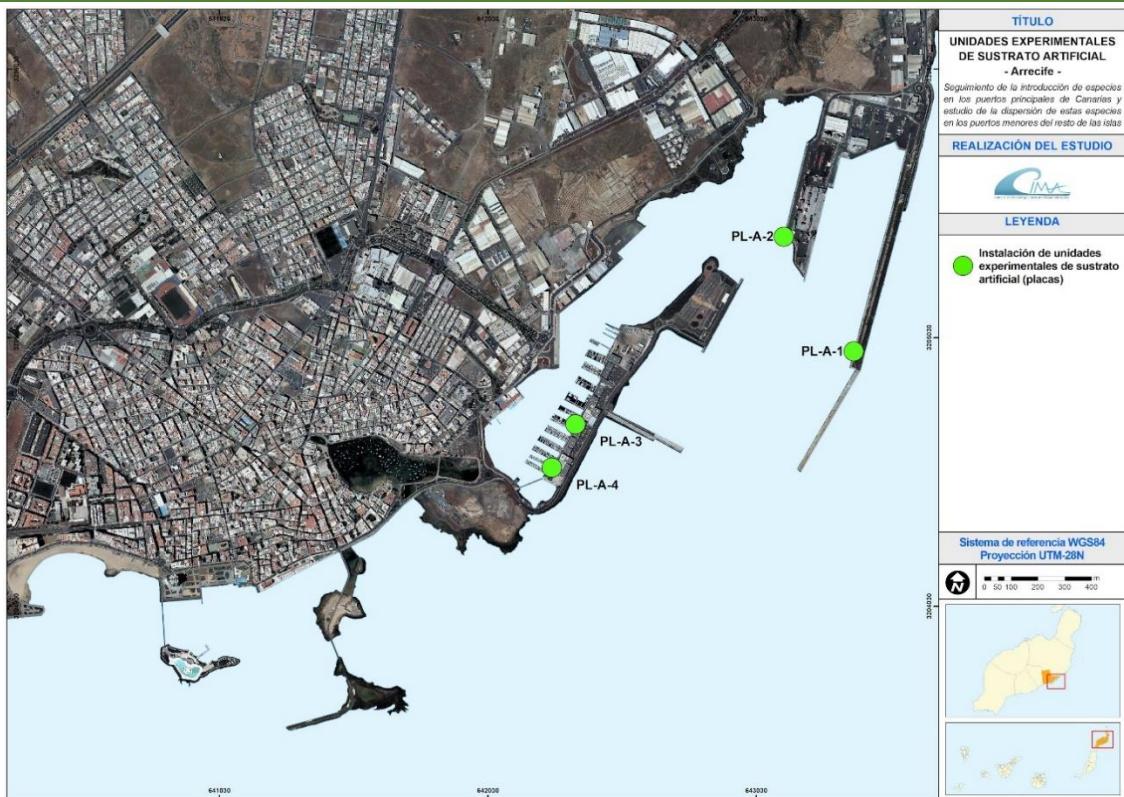


Figura 12. Puntos de instalación de placas en el Puerto de Arrecife.



Figura 13. Puntos de instalación de placas en el Puerto de La Restinga.

2.2.4 CARACTERIZACIÓN DEL AGUA

PERFILES OCEANOGRÁFICOS

La Figura 14 y la Figura 15 muestran la ubicación de los 4 perfiles oceanográficos realizados en los puertos de Arrecife y Lanzarote, respectivamente. En el Anexo I, Tabla 14, se muestran las coordenadas y la longitud de cada uno de estos transectos.

Las mediciones se obtuvieron mediante el uso *in situ* de una sonda CTD modelo SBE 19plus V2 (Foto 9 y Foto 10). El CTD es un equipo que registra la conductividad (salinidad) y temperatura del agua, así como la profundidad a la que se encuentra sumergido en cada momento. Este aparato está complementado con otros sensores de: clorofila, turbidez, pH y radiación fotosintéticamente activa (luz PAR)².

El CTD opera a 4 Hz, lo que significa que cada parámetro es medido 4 veces por segundo. Las mediciones son registradas en forma digital y almacenadas directamente en el instrumento, las cuales han sido descargadas para su tratamiento y análisis que se está realizando actualmente.

La sonda se calibró en el laboratorio antes de la salida al campo. Además, se realizan verificaciones periódicas en el laboratorio que garantizan el buen funcionamiento de la sonda. Los resultados de las calibraciones y verificaciones se registran en las “hojas de calibrado” o en las fichas de muestreo, si el proceso de calibración se realiza en campo.



Foto 9. Sonda CTD SBE 19plus V2.

Foto 10. Muestreo con CTD.

² Porción del espectro electromagnético que es la fuente de energía utilizada en la fotosíntesis (aproximadamente 400-700 nm).



Figura 14. Estaciones de muestreo de calidad físico-química del agua en el Puerto de Arrecife.

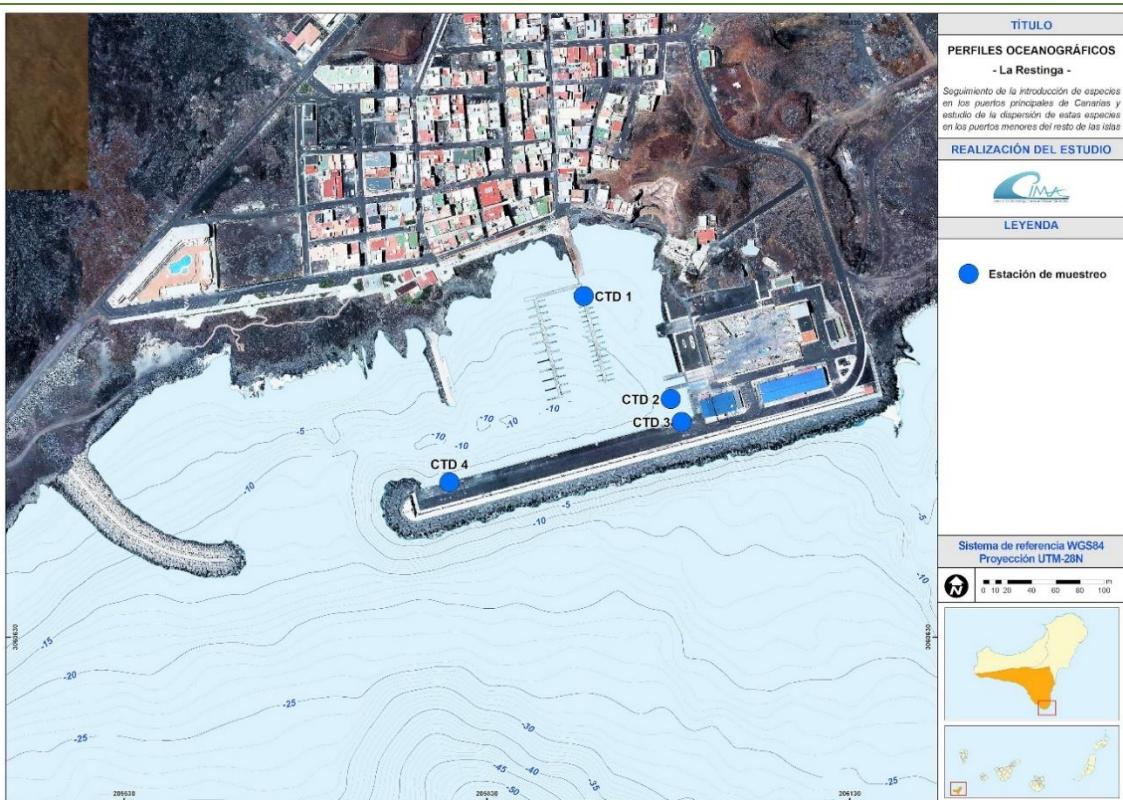


Figura 15. Estaciones de muestreo de calidad físico-química del agua en el Puerto La Restinga.

Una vez descargados los datos del CTD, se realizó su tratamiento siguiendo la siguiente secuencia de pasos:

- 1. Transformación de datos:** los datos necesitan ser transformados de su forma original a valores de las variables medidas, para lo cual se hace uso del archivo de configuración de los sensores que contiene la información de las constantes de calibración. La transformación sólo incluye los datos provenientes del descenso del instrumento, omitiendo los del ascenso, ya que la sonda está configurada para proporcionar valores más exactos durante su descenso (posicionamiento de los sensores).
- 2. Filtro:** se aplica un filtro de paso bajo con el fin de suavizar las altas frecuencias (cambios rápidos). Para no producir desfase el filtro es aplicado hacia adelante y hacia atrás a través de los datos.
- 3. Alineación del CTD:** debido a las diferencias en el tiempo de respuesta de los sensores y la posición de éstos dentro de las tuberías del CTD, se presenta un desfase en la medida de una variable, en particular en la vertical. Este proceso se utiliza para ajustar los datos medidos por la sonda en función de la presión (profundidad), lo que asegura que las medidas de cada uno de los parámetros sean obtenidas dentro de la misma parcela de agua.
- 4. Corrección de la conductividad:** se aplica un filtro para eliminar el efecto de masa térmica sobre el sensor de conductividad que puede afectar a las medidas de esta variable.
- 5. Eliminación de datos erróneos:** primero se eliminan los datos del comienzo del perfil, que corresponden al tiempo en que la sonda estuvo sumergida mientras se esperaba a que los sensores se estabilizaran dentro del agua. A continuación, se eliminan los datos correspondientes a los pequeños movimientos verticales de ascenso de la sonda debido al efecto del oleaje sobre el barco. Finalmente y para reducir el ruido en los diferentes sensores, se aplicó un filtro de ventana. Este filtro calcula un valor promedio tomando en cuenta los valores de datos alrededor de un punto central.

SENsoRES CONTINUOS DE TEMPERATURA Y LUZ

Se realizaron mediciones de temperatura e intensidad lumínica mediante la colocación de un registrador de datos HOBO Pendant® Temp/Luz³ en una de las unidades experimentales de

³ El sensor mide un ancho de luz que abarca desde longitudes de onda de 200 nm hasta los 1.200 nm. Este espectro es mucho más amplio que el del ojo humano, tanto en la región ultravioleta como en el infrarrojo.

sustrato artificial (placa), instaladas en los pantalanes de los puertos de Arrecife (Figura 16) y La Restinga (Figura 17) (Foto 11 y Foto 12). En el Anexo I, Tabla 15, se muestran sus coordenadas.



Foto 11. HOBO Pendant temp/light 64k (Fuente: www.onsetcomp.com).

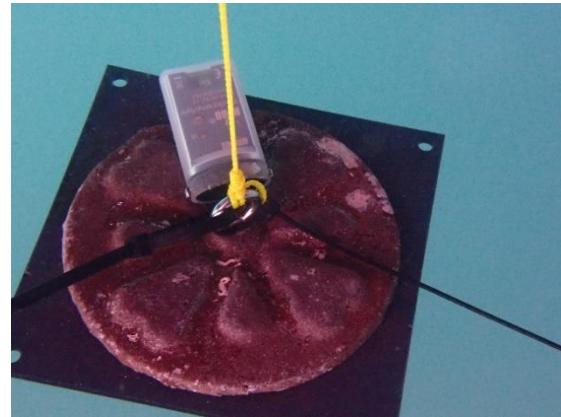


Foto 12. Instalación de un HOBO sobre una placa.



Figura 16. Ubicación de los HOBOs en el Puerto de Arrecife.

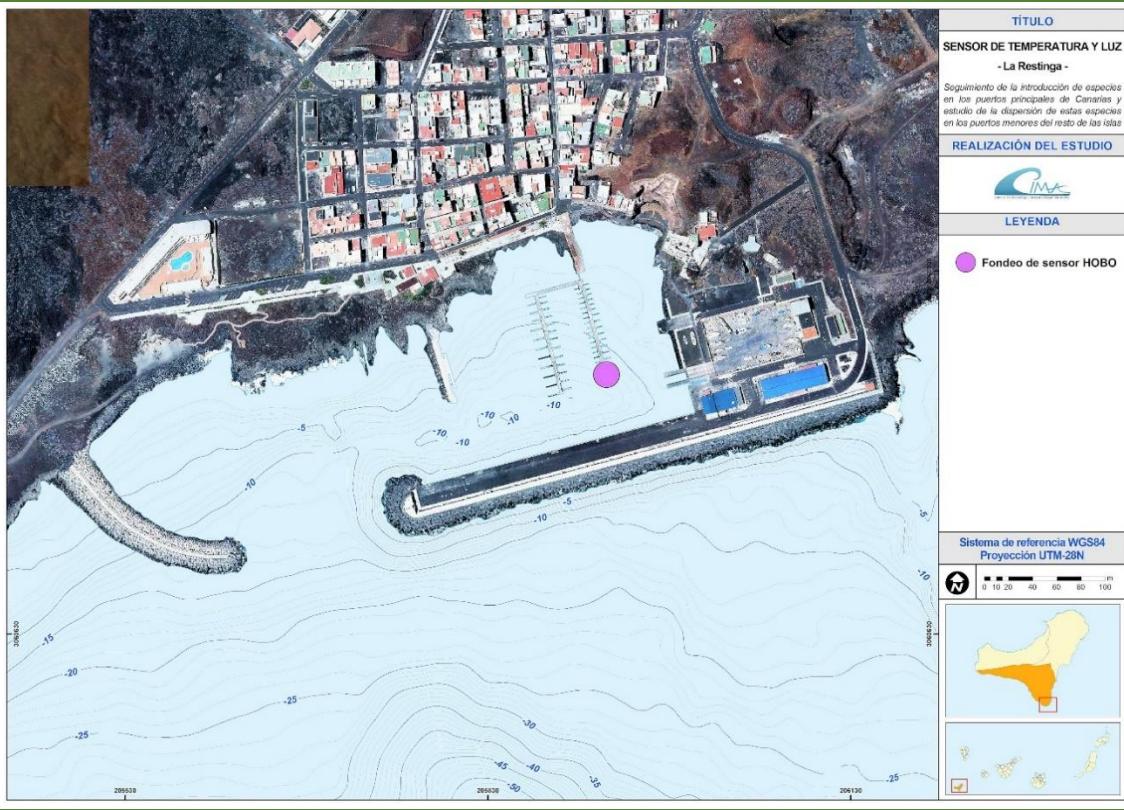


Figura 17. Ubicación de los HOBOs en el Puerto de La restinga.

2.2.5 CARACTERIZACIÓN DEL SEDIMENTO

Se realizó una campaña de recogida de muestras para el estudio de calidad de los sedimentos (organismos macrofaunales) en una estación por puerto, localizadas en fondos de arena de las zonas más internas de los puertos y cercanas a los pantalanes. La Figura 18 y la Figura 19 muestran su ubicación en los puertos de Arrecife y La Restinga, respectivamente, cuyas coordenadas se presentan en la Tabla 16 del Anexo I.

Las muestras se recolectaron por triplicado con una draga Van Veen (Foto 13), siguiendo nuestro procedimiento interno PG13. El sedimento obtenido se tamizo inmediatamente con la ayuda de unas bolsas de red de 500 micras de luz de malla, para eliminar la fracción fangosa de la arena y se conservó en agua de mar hasta llegar a puerto, donde se procedió a separar los distintos grupos faunísticos (crustáceos, moluscos, equinodermos, anélidos, etc.) en bandejas plásticas de base ancha (Foto 14).

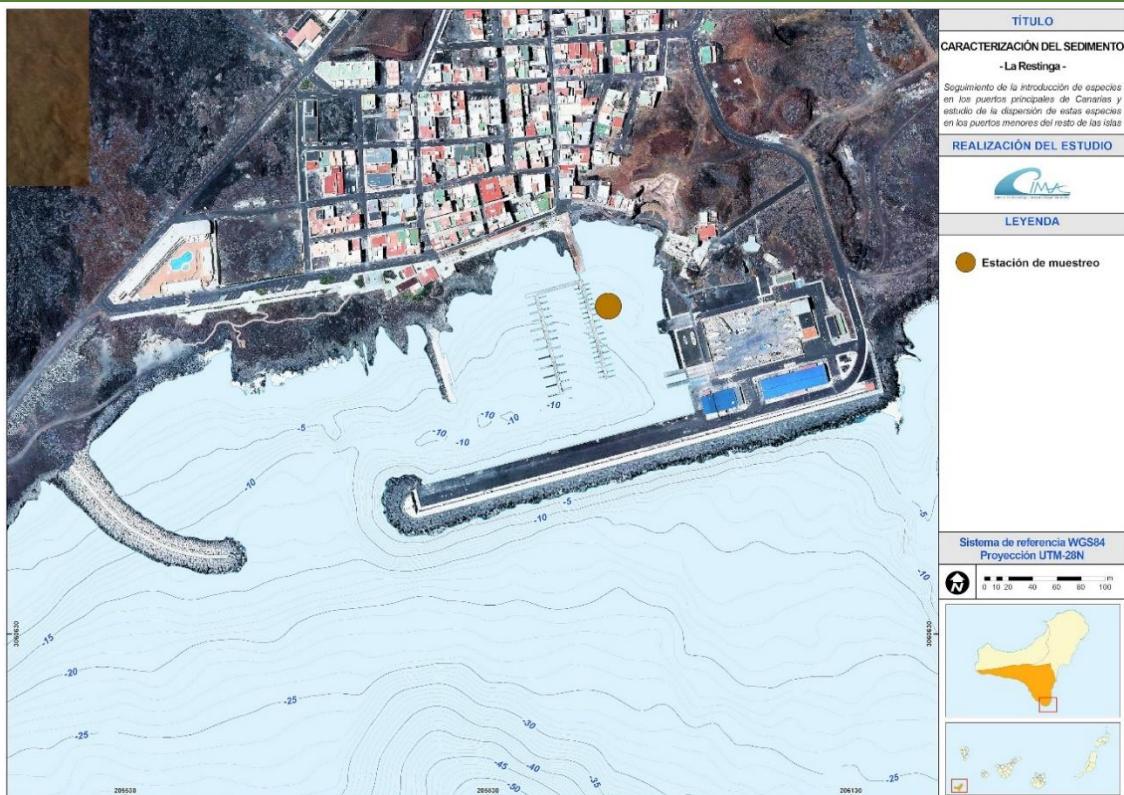




Foto 13. Muestreo con draga Van Veen.



Foto 14. Separación de grupos faunísticos en vivo.

En el laboratorio se procedió a la identificación de todos los ejemplares bajo una lupa binocular de gran potencia, cuantificando el número de ejemplares para cada especie (Foto 15). Los ejemplares completos o partes de ellos de relevancia taxonómica, fueron preparados en gel de glicerina para su estudio con microscopio óptico (Nikon Eclipse 80i).

Se confeccionaron bases de datos y hojas de cálculo con las abundancias de las especies macrofaunales, que fueron utilizadas para calcular el índice M-AMBI ('Multivariate-AZTI's Marine Biotic Index'). Éste es un índice multimétrico para evaluar el estado ecológico del bentos de fondos blandos en las aguas marinas y transicionales europeas; y está basado en macroinvertebrados bentónicos y es el resultado de integrar el índice AMBI, un índice biótico basado en la sensibilidad/tolerancia de las especies, junto con datos de diversidad (Índice de Shannon, H') y riqueza.



Foto 15. Triado e identificación de las muestras en el laboratorio.

Por lo tanto, primero es necesario calcular el valor del índice AMBI, el cual está basado en las proporciones de los siguientes cinco grupos ecológicos:

- **Grupo I (GI):** especies muy sensibles al enriquecimiento orgánico y sólo presentes en condiciones sin ningún tipo de perturbación (estado inicial). Incluye a carnívoros especializados y algunos depositívoros tubícolas.
- **Grupo II (GII):** especies siempre presentes en bajas densidades, constantes a lo largo de todo el año. Corresponden al estado inicial, no alterado del ecosistema y están representadas principalmente por suspensívoros y, en menor medida, por carnívoros selectivos y carroñeros.
- **Grupo III (GIII):** especies tolerantes a un incremento de materia orgánica en el sedimento, presentes en condiciones normales pero sus poblaciones se ven favorecidas por el enriquecimiento orgánico. Representadas principalmente por depositívoros superficiales.
- **Grupo IV (GIV):** conforman el “segundo orden” de especies oportunistas, presentes en ecosistemas desequilibrados. Está formado por depositívoros no superficiales.
- **Grupo V (GV):** conforman el “primer orden” de especies oportunistas, típicas de ecosistemas muy alterados. Caracterizado por especies depositívoras, que proliferan en sedimentos con bajas concentraciones de oxígeno.

El valor del índice AMBI se obtiene usando la siguiente fórmula, que considera la abundancia relativa de cada uno de los grupos ecológicos anteriormente descritos. Según el valor que se obtenga, se puede determinar el grupo ecológico dominante, el estado general de la comunidad, la existencia o no de perturbación ambiental y el estatus ecológico del ecosistema (Borja *et al.*, 2005).

$$\text{AMBI} = \{(0 \times \% \text{ GI}) + (1,5 \times \% \text{ GII}) + (3 \times \% \text{ GIII}) + (4,5 \times \% \text{ GIV}) + (6 + \% \text{ GV})\}/100.$$

Finalmente, y para calcular el valor del índice M-AMBI, que varía entre 0 (mal estado) y 1 (muy buen estado), se combina el valor obtenido para el AMBI con los datos de diversidad (Índice de Shannon, H') y riqueza. El cálculo del M-AMBI se realizó por medio del programa AMBI 5.0 y usando la lista de especies de diciembre de 2020 (el Protocolo de ensayo interno utilizado para la aplicación del índice M-AMBI fue el PE03_PG09). El Real Decreto 817/2015⁴ establece los límites de cambio de clase de estado de las aguas naturales superficiales costeras de Canarias, que se muestran en la Tabla 2.

| Tabla 2. Límites entre clases de calidad para el indicador biológico M-AMBI (Fuente: Real Decreto 817/2015). | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|-------------|
| MALO | DEFICIENTE | MODERADO | BUENO | MUY BUENO |
| < 0,20 | 0,20 - <0,38 | 0,38 - <0,53 | 0,53 - <0,77 | 0,77 – 1,00 |

2.3 LISTADO DE ESPECIES ALÓCTONAS POR PUERTO

La calificación de una especie marina como invasora es una cuestión compleja. Los modelos clásicos de invasión se definen en cuatro etapas: transporte, introducción, establecimiento y propagación (Blackburn et al., 2011; Lockwood et al., 2013). Las tres primeras etapas pueden ser relativamente sencillas de detectar, pero incluso produciéndose la propagación de una especie alóctona, se requiere una evaluación de riesgo específica que valore además de la probabilidad que determinada especie alóctona se establezcan y se propaguen, la estimación de sus posibles consecuencias ambientales.

Según el Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras, una especie exótica invasora es la “especie exótica que se introduce o establece en un ecosistema o hábitat natural o seminatural, y que es un agente de cambio y amenaza para la diversidad biológica nativa, ya sea por su comportamiento invasor, o por el riesgo de contaminación genética”, y denomina como especie exótica con potencial invasor a la “especie exótica que podría convertirse en invasora en España, y en especial aquella que ha demostrado ese carácter en otros países o regiones de condiciones ecológicas semejantes a las de España”.

⁴ Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

Según esta definición, en un sentido estricto solamente serían especies exóticas las introducidas por causas antrópicas (en el caso que nos ocupa, liberación de acuarios, tráfico marítimo, escapes de acuicultura, etc.), ya sea de manera accidental o intencionada, en contraposición a las nativas o autóctonas (“la existente dentro de su área de distribución y de dispersión natural”).

La identificación del grupo de vertebrados se realizó en base a la información obtenida en los recorridos submarinos mediante buceo y ROV, que se describen en los apartados 2.1.2 Transectos de buceo y 2.1.3 Recorridos con ROV, respectivamente. Para la identificación del grupo de invertebrados, además de los recorridos de buceo y ROV anteriormente mencionados, también se utilizaron los resultados de los muestreos de fauna sésil (raspados) y las unidades experimentales de sustrato artificial (placas) que se describen en los apartados 2.2.1 Fauna sésil y 2.2.3 Unidades experimentales de sustrato artificial, respectivamente.

2.4 DISTRIBUCIÓN, ESTADO ACTUAL, VECTORES DE ENTRADA Y POTENCIAL INVASOR DE LAS ESPECIES EXÓTICAS

La biodiversidad marina de las islas Canarias está afectada actualmente por un notable proceso de tropicalización (Brito et al., 2005; Sangil et al., 2010; Falcón et al., 2015; Falcón, 2015; Riera et al., 2015; González et al., 2017, Brito et al., 2017). La expansión natural de las áreas de distribución de especies tropicales tiene un peso importante en dicho proceso, pero en los últimos años la fuerza principal es la introducción debida al tráfico marítimo y especialmente a la existencia en los dos principales puertos, el de Las Palmas de Gran Canaria y el de Santa Cruz de Tenerife, de un elevado tráfico de plataformas petrolíferas (Brito et al., 2011; Clemente et al., 2010; Falcón et al., 2015; Falcón, 2015; Triay-Portella et al., 2015; Pajuelo et al., 2016 y Monterroso et al., 2019). Proceden principalmente de diversas zonas tropicales, tanto del Atlántico como de otros enclaves (Falcón, 2015; Pajuelo et al., 2016), y permanecen mucho tiempo atracadas para su mantenimiento. Es bien sabido que estas plataformas acumulan y transportan una gran cantidad de organismos incrustados en sus cascos, sobre todo sin han permanecido largos periodos en la zona de perforación, llegando a formarse verdaderas estructuras arrecifales (Ferreira et al., 2006; Sanmarco et al., 2012; Kolian et al., 2013; Friedlander et al., 2014; Creed et al., 2017).

Numerosos artículos han resumido y clasificado los muchos vectores mediante los cuales la actividad humana mueve la biota marina y estuarina (incluidos virus, bacterias, protistas, hongos, animales y plantas) dentro y entre los océanos (Carlton y Scanlon, 1985; Carlton et al., 1995; Hayward, 1997; Cohen & Carlton, 1997; Campbell & Hewitt, 1999; Chapman et al., 2003; Carlton & Cohen, 2003; Ribera, 2003; Padilla & Williams 2004; Lewis et al., 2005; Minchin et al., 2005; Minchin et al., 2006; Cook et al., 2008; Davidson et al., 2008; Cohen & Zabin, 2009; Chang

et al., 2009; Hewitt et al., 2009; Davidson et al., 2010; Haydar & Wolff, 2011; Ruiz et al., 2011; Frey et al., 2014; Ashton et al., 2014). Estos vectores incluyen, por ejemplo, el movimiento de especies con productos marinos (como las poblaciones de organismos de acuicultura, los mariscos vivos y el cebo, así como la epi- y endo-biota asociada con estos) y con los barcos, diques secos, plataformas, barcos perforadores y otras embarcaciones, así como la liberación de especies para fines como la mejora de la pesca, la restauración de marismas o pastos marinos, y como descarte de acuarios. Tal es la diversidad de vectores, tanto históricos como modernos, que a menudo es un desafío asignar inequívocamente una introducción particular a un vector particular. Como señala Carlton & Ruiz (2005), recurrentemente se hace referencia a estos casos como debidos a un "vector desconocido", cuando en realidad se entiende el polivectismo.

La evaluación, y sobre todo la cuantificación, de los vectores sobre los cuales se transporta una especie, requieren de un esfuerzo importante, ya que son muchos los factores a tener en cuenta para la valoración de los patrones de introducción y/o asentamiento en el tiempo y el espacio. En la evaluación realizada en este trabajo se basa en los vectores reflejados en la Tabla 3.

Tabla 3. Vectores antropogénicos para la introducción de especies marinas (tomado de Bax et al. 2003).

| FUENTE | VECTOR | TAXA OBJETIVO |
|------------------------------|-------------------------------|--|
| Transporte marítimo | Aguas de laste | Plancton, necton, bentos |
| | Incrustaciones en el casco | Especies incrustantes |
| | Lastre sólido | Incrustantes, bentos, meiofauna |
| Acuicultura/Pesca | Suelta intencional | Varios |
| | Stocks/alimento | Varios |
| | Material descartado | Varios |
| Plataformas petrolero | Lastre/incrustaciones | Plancton, necton, bentos, incrustantes |
| Canales | Movimiento especies | Varios |
| Acuarios | Suelta intencional/accidental | Fauna y flora de acuarios |
| Navegación placer | Incrustantes | Incrustantes, bentos |
| Buceo | Aparatos de Buceo | Algas, bacterias |
| Restos flotantes | Plásticos | Incrustantes |

Se realizó una recopilación de la información disponible y actualizada de las especies exóticas identificadas de invertebrados, en relación a: (1) su origen o distribución mundial, (2) la distribución, registros y estado actual en Canarias, (3) los vectores de entrada y (4) su posible potencial invasor.

3. RESULTADOS

3.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES, HÁBITATS Y ESPECIES DE LOS RECINTOS PORTUARIOS

3.1.1 PUERTO DE ARRECIFE

ZONA 1. ZONA DE DIQUES MÁS EXTERNOS (PROLONGACIÓN, LOS MÁRMOLES Y MUELLE CRUCEROS)

En esta zona como señalamos anteriormente, debido a la operatividad del Puerto se muestreo con ROV, llevando a cabo varios recorridos. (En este apartado y el siguiente la mayoría de las imágenes que los ilustran son fotogramas sacados directamente de los vídeos realizados con el ROV.

Al igual que el Piso Supralitoral, el Mediolitoral en esta zona del muelle tiene una extensión reducida debido al régimen hidrodinámico calmo del interior del puerto y la elevada inclinación del sustrato (90°). La comunidad del Mediolitoral sobre las paredes de los diques esta claramente diferenciada entre el horizonte superior e inferior. En el horizonte superior encontramos la banda de sacabocados (*Cthamalus stellatus* (Poli, 1791)) donde destaca la presencia de patélidos, lapa blanca (*Patella aspera* Röding, 1798) y lapa negra (*Patella canaliculata crenata*) que son abundantes en el mediolitoral y ausentes por debajo (Foto 16 y Foto 17).



Foto 16. Banda de *Cthamalus stellatus* con poblaciones de Lapas

Foto 17. Banda de *Cthamalus stellatus* con poblaciones de Lapas

Las paredes de los diques (sobre todo en la zona más externa de la prolongación del muelle de Los Mármoles), se caracterizan por no presentar prácticamente ninguna cobertura de macroalgas estando conformado ya en el infralitoral por un césped algal de escasos centímetros, dotando al ambiente de un aspecto homogéneo (Foto 18 y Foto 19). La ausencia de cobertura de macroalgas puede deberse a la eutrofización de las aguas ya que, según autores como Worm

y Lotze (2006) y Perkol y Aioldi (2010), es una de las mayores causas de pérdida de cobertura algal, dejando vía libre para la proliferación del césped e inhibiendo el reclutamiento de las macroalgas a lo largo del dominio bentónico.



Foto 18. Césped algal sobre las paredes del dique

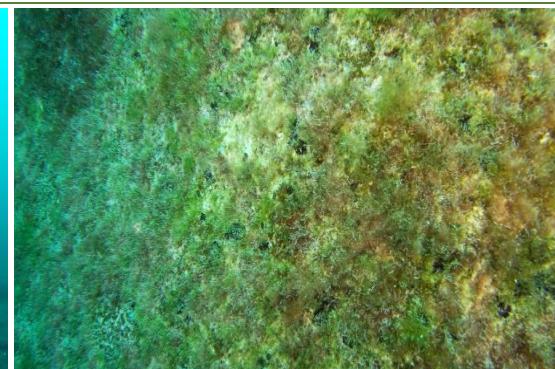


Foto 19 Césped algal sobre las paredes del dique

El césped algal domina en cobertura en toda la comunidad, lo que concuerda con la observación de Kikuzawa *et al* (2020) en muelles verticales, sin embargo, se alterna con la presencia de algunas colonias de organismos modulares. En este caso los las colonias de organismos modulares se encuentran dispersas y se alterna la cobertura del césped algal con la presencia de abundantes colonias de los briozoos *Reptadeonella violacea* (Johnston, 1847) (Foto 20) y en menor medida *Schizoporella errata* (Waters, 1878) (Foto 21).

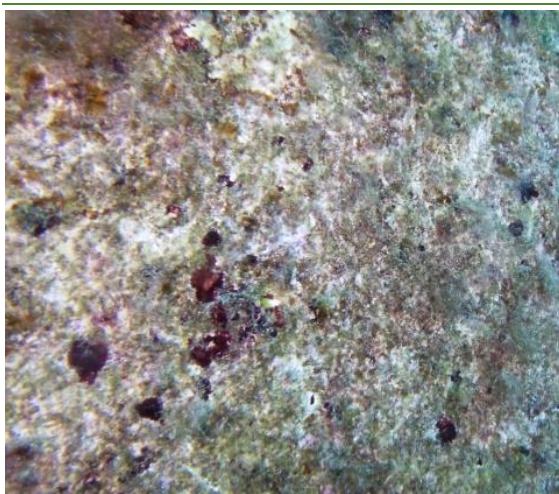


Foto 20. Colonias de *Reptadeonella violacea*.



Foto 21. Colonias de *Schizoporella errata*.

Schizoporella errata es una de las especies más representativas de los ambientes portuarios, ya que tiene como preferencia las aguas someras, calmas y con un contenido de materia orgánica alto (Cocito *et al.*, 2000). En el Mediterráneo es considerada por algunos autores como

una especie invasora, dado que no se encuentra en el registro fósil y la posibilidad de su introducción en el Mar Mediterráneo a partir del fouling en los cascos de los buques mercantes es real (Tompsett et al., 2009). En estos ambientes es capaz de crecer rápidamente, hasta 16 centímetros al año, alcanzando una cobertura muy elevada y llegando a cubrir y enterrar por completo a organismos que se encuentran en las cercanías (Cocito et al., 2000; Micael et al., 2014; Sokolover et al., 2018).

Schizoporella errata es capaz de cubrir el sustrato por completo e incluso contiene metabolitos secundarios capaces de producir mortandad larvaria y dañar tejidos reproductivos de otras especies (Weerasinghe et al., 1998). Especie ampliamente distribuida, de origen incierto. En ambientes portuarios se desarrolla de forma profusa, donde puede crecer formando incrustaciones, recubriendo cabos o, en las zonas más abrigadas, formando grandes masas fuertemente calcificadas (Moro, L. et al 2018).

En este complejo de césped algal donde destacan algas filamentosas, principalmente perteneciente al dominio Rhodophyta, también encontramos poblamientos de Dyctiotales sobre todo en la zonas más externas del dique así como parches de *Caulerpa webbiana* Montagne 1837 (Foto 22) especialmente en grietas y cornisas donde aparecen también algunas algas calcáreas.



Foto 22. *Caulerpa webbiana*.

En este ambiente se encuentran también colonias dispersas de un tamaño considerable de la ascidea colonial *Ecteinascidia turbinata* Herdman, 1880 (Foto 23 y Foto 24), siendo abundante sobre todo en el muelle de cruceros. Esta especie tiene una distribución anfiatlántica en áreas tropicales y subtropicales, que abarca desde las costas españolas hasta el norte del Brasil (Naranjo 1995), y es una especie que se ha estudiado intensamente debido a la presencia de compuestos con actividad anticancerígena (Rinehart et al. 1990, Sakai et al. 1992, Guan et al. 1993) y aunque han sido numerosos los intentos de síntesis química de estas sustancias (Kerr y Miranda 1995, Sakai et al. 1996, Saito et al. 1997) hasta la fecha la única vía de obtención de

tales productos depende directamente de extracciones controladas a partir de las poblaciones naturales (Carballo et al. 1999), o potenciando su crecimiento sobre superficies artificiales (Carballo et al. 2000).

La principal población mundial de *E. turbinata* se centra en la región tropical del Atlántico occidental (Caribe) con lo que se aunque no ha sido confirmado es posible que *E. turbinata* se haya expandido a través de la actividad humana distribuyendo poblaciones satélites que se encuentran en otros lugares (Maciver et al. 2017). En la actualidad se tienen registros de esta especie en Senegal, las islas de Cabo Verde, el Canal de Suez, el Mar Rojo, Mediterráneo y Canarias.



Foto 23. Colonias de *Ecteinascidia turbinata*.



Foto 24. Detalle de *Ecteinascidia turbinata*.

En cuanto a la ictiofauna (Foto 25), las especies más abundante en estas paredes son la Fula blanca (*Chromis limbata* (Valenciennes, 1833)) y la Boga (*Boops boops* (Linnaeus, 1758)) destacando también las poblaciones de Fula negra (*Similiparma lurida* (Cuvier, 1830)), Galanas (*Oblada melanura* (Linnaeus, 1758)) y Sargo blanco (*Diplodus sargus* de la Paz, Bauchot & Daget, 1974), asimismo encontramos algunos ejemplares de Sargo Breado (*Diplodus cervinus* (Lowe, 1838)), Seifias (*Diplodus vulgaris* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)), Viejas (*Parisoma cretense* (Linnaeus, 1758)), Lisas (*Chelon labrosus* (Risso, 1827)) y Salmonetes (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758). También se constató en los recorridos de ROV en la prolongación del Muelle de los Mármoles un cardumen de pelágicos litorales, tratándose aparentemente de Sierras (*Sarda sarda* (Bloch, 1793)) (Foto 26).

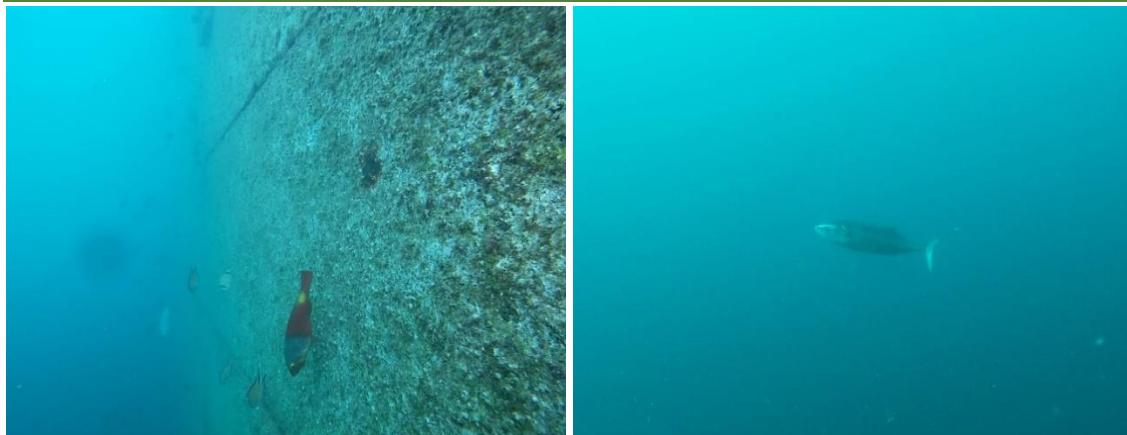


Foto 25. Comunidades de peces sobre paredes del dique

Foto 26 Pelágicos en interior de puerto.

ZONA 2. ZONA DE DIQUES MÁS INTERNOS (*OBLICUO, NACIENTE Y PONIENTE*)

Al igual que en la zona 1 (Prolongación, Los Mármoles y Muelle Cruceros), la cobertura de macroalgas es prácticamente inexistente y además, en este caso, el césped algal se encuentra mucho menos desarrollado. En su lugar abundan una comunidad de Balanidos (*Balanus spp.*) que se extiende en algunas partes a partir de la banda de *sacabocados* (*C. stellatum*) y Lapas (*Patella spp.*) casi hasta la cota profunda de la pared (Foto 27). En estos diques abundan la poblaciones del erizo Diadema (*Diadema africanum* Rodríguez, Hernández, Clemente & Coppard, 2013) lo que influye en el escaso desarrollo de la comunidad algal debido a su gran capacidad ramoneadora (Foto 28).



Foto 27. Comunidad de *Balanus spp.* en el Dique de Naciente

Foto 28 *D. africanum* en paredes de los diques.

En las paredes entre los balanos, además de parches de cianofitas, aparecen ejemplares de las esponjas *Crambe sp.*, *Batzella inops* (Topsent, 1891) y *Dysidea sp.*, esta última principalmente en cornisas donde hay cobertura algal principalmente de rodofíceas (Foto 29 y Foto 30) y

abundan, al igual que en la zona 1, las colonias de los briozoos *Reptadeonella violacea* y en menor medida *Schizoporella errata*.

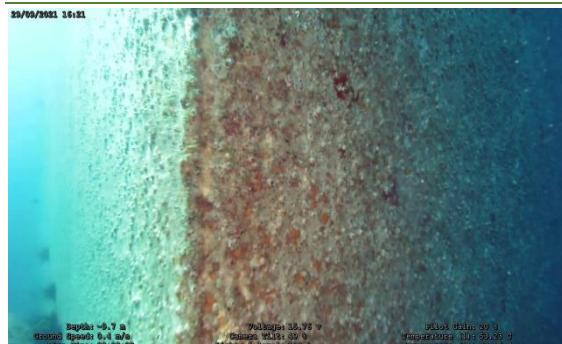


Foto 29. Comunidad de *Balanus sp.* con esponjas



Foto 30. Comunidad en cornisas.

En la parte más profunda de los diques e incluso sobre las rocas del fondo, donde se aprecia una mayor sedimentación, se observa algún ejemplar de la esponja *Chalinula parasimulans* (Lévi, 1959) (Foto 31) y poblaciones de *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan de Saint-Léon, 1845 en los fondos de rocas y callaos hacia el interior de las dársenas (Foto 32).



Foto 31. *Chalinula parasimulans*.



Foto 32. *Asparagopsis taxiformis*.

En el muelle de Poniente, donde se desarrolla más un césped algal, vuelve a ser abundante las poblaciones de la ascidia colonial *Ecteinascidia turbinata* (Foto 33 y Foto 34). En estos diques los antozoos son un grupo poco representado encontrándose prácticamente ausentes, quizás alguna especie se desarrolle en aquellas grietas, techos y cornisas pequeñas donde el ROV no podía introducirse.

En cuanto a las poblaciones de peces, son similares a las de la zona 1, donde siguen dominando las Fulas blancas y las Bogas (Foto 35), registrándose también en el muelle de Poniente un cardumen grande de bicudas Cuvier, 1829 (Foto 36).



Foto 33. Colonias de *Ecteinascidia turbinata* en muelle de Poniente.



Foto 34. Colonia de *Ecteinascidia turbinata* en muelle de Poniente.



Foto 35. Bogas en el Muelle Oblicuo.



Foto 36. Bicudas en el Muelle Poniente.

ZONA 3. ZONA PLAYA DE LA ARENA

En el interior del puerto se encuentra la Playa de la Arena, playa de unos 120 metros de longitud y unos 15 metros de ancho compuesta por arena y grava. En los primeros 3-4m del interior de la playa el fondo es de arena sin vegetación, donde abundan los montículos (Foto 37). Estos túmulos en la mayoría de los casos alcanzan más de 20cm de altura, con un túnel de exhalación de más de 1 cm de diámetro y conforman un fondo probablemente de *Ochetostoma spp.* Los echiuridos tienen un hábito muy común de excavación y, en arena o lodo, forman una típica madriguera en forma de 'U' con una entrada restringida en el extremo inhalante de la madriguera (Stephen & Edmonds, 1972, Fisher y MacGinitie (1928a)).

La falta de registros de *Ochetostoma spp.* en Canarias se debe al hábito de excavar madrigueras y la dificultad en su recolección. Además, ni siquiera la probóscide de esta especie se ha visto en la superficie del montículo durante numerosas inmersiones realizadas durante el día, donde si se observa una exhalación en el agujero superior del túmulo que produce una pequeña emisión de arena. Probablemente podría tratarse de *Ochetostoma azoricum* (Leopoldo Moro com.pers.) (Foto 38), especie descrita en 1996 en Azores por A.D. Rogers & R.D.M. Nash.



Foto 37. Fondo de *Ochetostoma spp.*



Foto 38. *Ochetostoma azoricum* (Foto: Peter Wirtz).

Al sur de la playa y hacia la punta del Hornito, los fondos son rocoso hasta aproximadamente los 2-3 metros de profundidad, donde comienza un fondo arenoso (Foto 39). Este fondo de rocas esta sometido a una alta sedimentación al encontrarse en el interior del ámbito portuario con un régimen hidrodinámico generalmente calmo, donde se desarrolla un césped algal dominado por algas filamentosas del tipo Rodofitas. Destaca la abundancia de hidrozoos (Foto 40), ya que son un componente principal de las comunidades de estos céspedes algales de ambientes portuarios (Palmer y Aseltine, 1994). En este sentido, son comunes las poblaciones del hidroideo *Pennaria disticha* Goldfuss, 1820 (Foto 41 y Foto 42), que es una especie considerada cosmopolita en aguas tropicales (Calder 1988; Schuchert 2001), sin embargo, estudios moleculares sugieren que esta especie se considere como un complejo de especies crípticas (Miglietta et al. 2015, 2018, Vaga et al. 2020) por lo que sería importante realizar estudios taxonómicos y genéticos de las poblaciones de esta especie en Canarias.



Foto 39. Césped algal en Playa de la Arena.



Foto 40. Poblaciones de *Pennaria disticha*.



Foto 41 y Foto 42. Detalle de *Pennaria disticha*.

En este fondo rocoso, las colonias de organismos modulares se encuentran dispersas y se alterna la cobertura de este césped algal, donde dominan algas filamentosas del tipo Rodofitas, con la presencia de colonias del briozoo *Schizoporella errata* (Foto 43), de las esponjas *Aplysina aerophoba* (Nardo, 1833) (Foto 44) y *Chalinula parasimulans* (Foto 45) y de la ascidias coloniales *Ecteinascidia turbinata* (Foto 46) , *Symplegma brakenhielmi* (Michaelsen, 1904) (Foto 47) y *Aplousobranchia* sp. (Foto 48).



Foto 43. Colonias de *Schizoporella errata*.

Foto 44. *Aplysina aerophoba*.



Foto 45. *Chalinula parasimulans*.



Foto 46. Colonias de *Ecteinascidia turbinata*.

En la comunidad de algas aparecen, especialmente al borde de cornisas, algunas algas verdes del genero *Acetabularia*, *Acetabularia acetabulum* (Linnaeus) P.C. Silva 1952 (Foto 49) y sobre todo *Caulerpa webbiana*, que cuelga sobre las cornisas en una especie de maraña con otras algas filamentosas y con bastante carga de sedimento, dando aspecto de un ambiente altamente antropizado (Foto 50).



Foto 47. *Symplegma brakenhielmi*



Foto 48. *Aplousobranchia* sp.



Foto 49. *Acetabularia acetabulum*.



Foto 50. Marañas de *Caulerpa webbiana*

En cuanto a la fauna móvil proliferan las holoturias, destacando la presencia de *Holothuria mammata* Grube, 1840 (Foto 51 y Foto 52) y ejemplares del molusco *Aplysia dactylomela* en varias tonalidades diferentes (Foto 53), así como otras especies de moluscos, como el nudibranquio *Felimida rodomaculata* (Ortea & Valdés, 1991) (Foto 54) y el gasterópodo *Monoplex sp.* (Foto 55). *Felimida rodomaculata* es una especie actualmente identificada como endémica de Canarias, pero sobre la que hay cierta controversia en su identificación debido a que los resultados del análisis genético de Moles & Riesgo (2019) indican esta es una variación cromática de *Felimida luteopunctata* (Gantès, 1962).



Foto 51 y Foto 52. *Holothuria mammata*



Foto 53. *Aplysia dactylomela*.

Foto 54. *Felimida rodomaculata*.



Foto 55. *Monoplex sp.*

También se registraron varios ejemplares del crustáceo decápodo *Pachygrapsus marmoratus* (Fabricius, 1787) (Foto 56), que es abundante en aguas someras como una de las especies típicas del sustrato duro mediolitoral expuesto a niveles altos de contaminación. Además, puede resultar un buen indicador de polución ya que en su dieta destacan filtradores como balánidos y bivalvos (Puljas y Morton, 2019), que pueden acumular una gran cantidad de contaminantes y por ello, se biomagnifican en *P.marmoratus* (Fratini et al., 2008). Dentro del grupo de los decápodos también se encuentran poblaciones de cangrejos ermitaños principalmente de *Clibanarius erythropus* (Latreille, 1818) (Foto 57).



Foto 56. *Pachygrapsus marmoratus*.



Foto 57. *Clibanarius erythropus*.

En lo referente a la ictiofauna, además de algunas de las especies observadas en las zona 1 y 2 del estudio, como lisas, sargos, salmonetes, viejas, se constata la presencia del Gobido *Gobius niger* Linnaeus, 1758 (Foto 58) y de cardúmenes del burrito listado *Parapristipoma octolineatum* (Valenciennes, 1833) (Foto 59).



Foto 58. Hembra de *Gobius niger*



Foto 59. *Parapristipoma octolineatum*

ZONA 4. MUELLE DEPORTIVO

Se trata de una marina con bastante sedimentación, lo que provoca una alta turbidez y baja penetración de la luz (Foto 60), factor ambiental que condiciona el desarrollo de las comunidades en esta zona.

La comunidad del fouling en los pantalanes, especialmente los laterales, está dominada por una comunidad del balanos *Balanus trigonus* (Darwin 1854) (Foto 61), junto con colonias del briozoo *Schizoporella errata*, del vermetido *Vermetus adansonii* (Daudin, 1800) y algunos serpúlidos (Foto 62).



Foto 60. Turbidez en los pantalanes del Muelle deportivo.



Foto 61. Comunidad de *Balanus trigonus*.

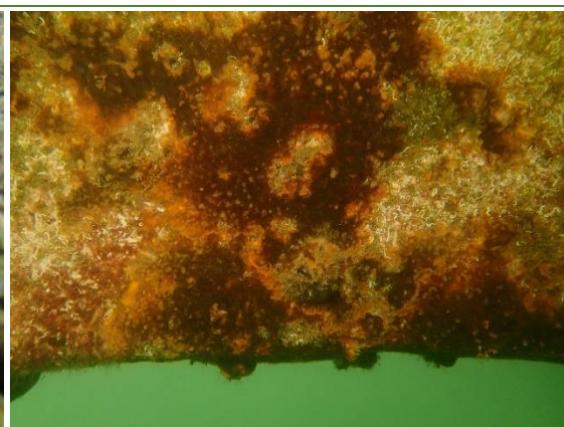


Foto 62. Colonias de *S. errata*, *V. adansonii* y serpulidos.

En los flotadores de los pantalanes también se desarrollan ejemplares del briozoo *Amathia verticillata* (delle Chiaje, 1822) (Foto 63 y Foto 64), aunque en este caso de pequeño porte y en menor abundancia que la observada en otras marinas como en la de los Puertos de SANTA Cruz de Tenerife y las Palmas de Gran Canaria (Monterroso et al 2019). Esta especie fue descrita por primera vez en el Mediterráneo (Nápoles, Italia) y ahora se distribuye por aguas tropicales, subtropicales y templado-cálidas alrededor del mundo. En el Atlántico tropical y subtropical se considera criptogénica y en Canarias, donde hasta la fecha no se ha constatado su presencia fuera de las marinas de los puertos, por el momento ningún estudio ha demostrado que pueda ser una amenaza para la diversidad biológica nativa, si bien en otras zonas del mundo se ha comprobado que causa daños ecológicos debido a su capacidad de expansión; recubre y asfixia la flora y fauna locales (Amat & Tempera, 2009 citado por Tovar-Hernández et al., 2012). Su filtración acelerada perjudica la red alimentaria; interrumpe el flujo de las embarcaciones al incrustarse en estructuras sumergidas; obstruye tuberías marinas industriales y afecta la pesquería al adherirse en artes de pesca. El Programa de Detección Temprana de Estados Unidos, la considera una especie invasora (Benavides et al., 2002 citado por Medina-Rosas & Tovar-Hernández, 2012).



Foto 63 y Foto 64. *Amathia verticillata*.

El grupo de los poríferos esta representado por varias especies, entre las que se encuentran; *Crambe crambe* (Schmidt, 1862), *Chelonaplysilla noevus* (Carter, 1876) (Foto 65), *Chanilula parasimulans* (Lévi, 1959) y especies del genero *Hexadella* Topsent, 1896 y *Halisarca* Johson, 1842 (Foto 66).

Las principales ascidias coloniales presentes en los pantalanes fueron *Ecteinascidia turbinata* (Foto 67 y Foto 68), *Symplegma brakenhielmi* (Foto 69) y *Botrylloides cf. diegensis* (Foto 70).

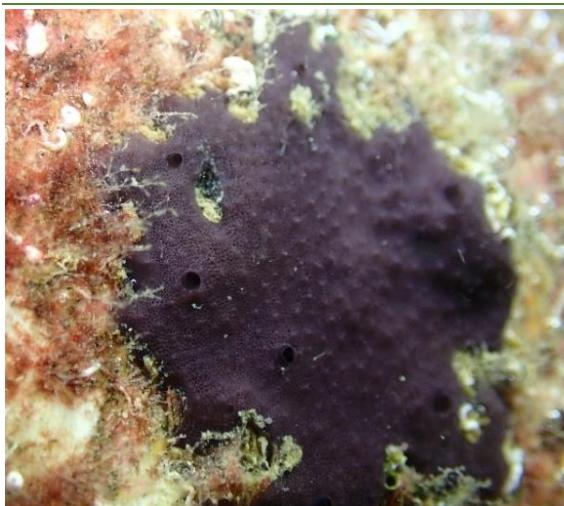


Foto 65. *Chelonaplysilla noevis.*



Foto 66. *Esponja gen. CF. Halisarca*



Foto 67 y Foto 68. *Ecteinascidia turbinata.*



Foto 69. *Symplegma brakenhielmi.*



Foto 70. *Botrylloides cf. diegensis.*

En las paredes del dique de la marina y sobre alguno de los pilones también aparecen ejemplares del briozoo blanco *Shizoporella cf. unicornis* (Foto 71 y Foto 72) y de briozoos de la

familia Bugulidae (Foto 73, se asemeja a *Bugulina flabellata* (Thompson in Gray, 1848) pero requiere revisión y del decápodo *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Foto 74).

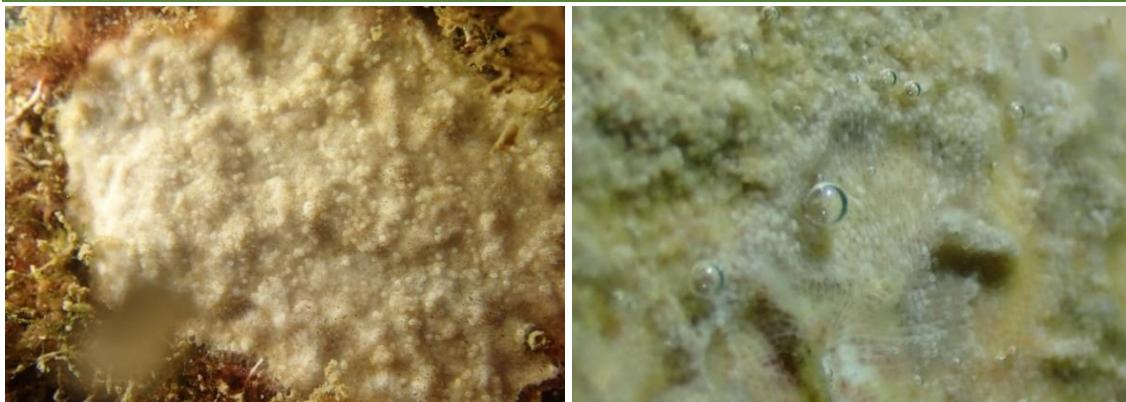


Foto 71 y Foto 72. *Shizoporella cf. unicornis*



Foto 73. Brizoozoa Bugulidae.

Foto 74. *Palaemon elegans*.

En todos los pantalanes de la marina se desarrolla una abundante comunidad de sabélidos, destacando la especie *Branchiomma luctuosum* (Grube, 1870), con penachos principalmente de color rojizo (Foto 75, Foto 76, Foto 77, Foto 78 y Foto 79). Esta es una **especie exótica invasora** originalmente descrita para el Mar Rojo. Bianchi en 1983 informó de su presencia como especie alóctona en el Mar Mediterráneo y desde este hallazgo, se ha registrado un dinámico proceso de invasión ininterrumpida a lo largo de toda la cuenca mediterránea, desde las costas turcas hasta las españolas (Romero A.F. et al 2019). De hecho, *B. luctuosum* se ha incluido recientemente en la lista de las 100 peores especies marinas exóticas invasoras en el mar Mediterráneo debido a 1) sus altas densidades en hábitats artificiales y naturales, 2) su capacidad para crecer en agua enriquecida con nutrientes, 3) estrategias de lucha contra la depredación, 4) capacidad de reproducción hermafrodita simultánea y 5) alta capacidad para competir con otros organismos que se alimentan por filtración. Ha ya sido citada en las aguas

de Brasil por Nogueira et al. (2006), y por primera vez para el Atlántico oriental en Canarias, por Herrera R. et al (2017).



Foto 75 y Foto 76. *B. luctuosum*



Foto 77. Detalle del *Branchiomma luctuosum*.

Foto 78. Detalle del prostomio de *B. luctuosum*.Foto 79. Detalle del pigidio de *B. luctuosum*.

Junto a *Branchiomma luctuosum* se ha encontrado también otra especie de Sabelido del mismo género, *Branchiomma bairdi* (McIntosh, 1885) (Foto 80). Estas dos especies de sabelidos se encuentran formando aglomerados (Foto 81 y Foto 82) alcanzando altas densidades principalmente en los laterales entre flotadores de la marina, siendo más abundante *B. luctuosum*, siguiendo el mismo patrón que en el Mediterráneo donde se han llegado a estimar densidades de hasta 1.300 individuos/m² para *B. luctuosum* y 400 individuos/m² para *B. bairdi* (Licciano y Giangrande, 2008; Giangrande et al., 2012).

Branchiomma bairdi fue descrita para Bermuda y su distribución original se limita a la región del Gran Caribe (Tovar-Hernández & Yáñez-Rivera, 2012), aunque actualmente es una **especie exótica invasora** en el Golfo de California, en el Mar Mediterráneo y en las Islas Canarias, además se ha registrado en el Pacífico sur de México (Cinar, 2009; Tovar-Hernández et al., 2009a, b; Tovar-Hernández et al., 2010a; Giangrande et al., 2012; Tovar-Hernández & Yáñez-Rivera, 2012; Tovar-Hernández et al., 2012; Arias et al., 2013; Tovar-Hernández et al., 2013; Villalobos-Guerrero et al., 2012).

Es una especie tubícola con cuerpo verde olivo, manchas pardas de diferente tamaño en toda la superficie y ocelos interramales grandes en los primeros segmentos torácicos, siendo progresivamente pequeños hacia la región posterior. El cuerpo es delgado, con un ancho a la altura del tórax. La corona branquial presenta 16±3 pares de radiolos. La base de la corona branquial tiene bandas pardas longitudinales en cada eje radiolar; los radiolos presentan bandas verde olivo, alternadas con bandas blancas.



Foto 80. *Branchiomma bairdi*.



Foto 81. *B. luctuosum*.



Foto 82. *B. luctuosum* y *B. bairdi*.

El examen de todos los hallazgos actuales de esta especie en el Mediterráneo sugiere que *B. bairdi*, según la hipótesis de los primeros registros, se introdujo en los cascos de los barcos a través del Canal de Suez (Çinar, 2009), probablemente a través del Estrecho de Gibraltar. De hecho, aunque el primer registro es del puerto de Girne (Chipre) en 1998 (como *B. boholense*, Çinar, 2005; 2009), la mayoría de los registros más recientes son de las cuencas del Mediterráneo occidental y central; y las densidades de población del Mediterráneo occidental y central son más altas que las de la cuenca oriental. Ros y Guerra-García (2012) han propuesto el Estrecho de Gibraltar como la principal vía de introducción al mar Mediterráneo para una especie exótica del Caribe, a saber, el anfípodo caprellido *Paracaprella pusilla* Mayer, 1980. Este anfípodo está asociado con comunidades fouling, como *B. bairdi*, y se está extendiendo de forma espectacular a lo largo del Mediterráneo occidental y central (Ros y Guerra-García, 2012).

La presencia de *B. bairdi* en las Islas Canarias, (citada por primera vez por Arias et al en 2013 para el Puerto de Las Palmas de Gran Canaria), considerando el origen caribeño de la especie, respalda aún más la hipótesis de que el Estrecho de Gibraltar es la principal vía de introducción hacia el Mediterráneo. Sin embargo, no se pueden excluir múltiples formas y momentos de introducción, y solo un análisis filogeográfico (genético) enfocado puede aclarar este punto (Arias et al., 2013).

Otra especie de este mismo género pero de menor tamaño que también es abundante, es el sabelido *Branchiomma lucullanum* (Delle Chiaje, 1822) (Foto 83), que forma un tapiz sobre algunos de los flotadores de los pantalanes. También aparecen algunos ejemplares del sabelido *Mixicola infundibulum* (Montagu, 1808) (Foto 84) y algunos serpulidos del género Pomatoceros (Foto 85).



Foto 83. *Branchiomma lucullanum*.



Foto 84. *Mixicola infundibulum*.



Foto 85. Ejemplar de *Pomatoceros sp.*

Los agregados de sabelidos (*B. luctuosum* y *B. bairdi*) forman un hábitat adicional para otras especies de poliquetos, entre los que se encuentran los nereidos *Ceratonereis (Compostetia) costae* (Grube, 1840) (Foto 86), *Westerinereis glauca* (Claparède, 1870) que tolera ambientes

contaminados (Capaccioni, 1988), el Lumbrinerido *Lumbrinereis inflata* Moore, 1911 (Foto 87) el Sílico *Trypanosyllis zebra* (Grube, 1860) (Foto 88) e incluso otros sedentarios como el Terebelido *Nicolea aff. venustula* (Foto 89).



Foto 86. *Ceratonereis (Compostetia) costae*



Foto 87. *Lumbrinereis inflata*



Foto 88. *Trypanosyllis zebra.*



Foto 89. *Nicolea aff. venustula*

Entre la fauna del fouling también se encuentra un importante recubrimiento del foronideo *Phoronis hippocrepia* Wright, 1856 (Foto 90), citado por Bianchi et al 2000 en Puerto del Carmen (Lanzarote), y abundantes agregados de una fase pólipos de una medusa, probablemente de la especie de escifozoo *Aurelia aurita* (Linnaeus, 1758) (Foto 91).



Foto 90. *Phoronis hippocrepia*.



Foto 91. Fase pólipos posible de *Aurelia aurita*

ZONA 5. PLAYA DE EL REDUCTO

Se trata de un entorno altamente antropizado con bastantes restos de basura donde se encuentran, como en otras zonas de este ámbito portuario, numerosos ejemplares de Holothurias como *H. mammata* y abundantes ejemplares de cangrejos ermitaños de la especie *Pagurus anachoretus* Risso, 1827 (Foto 92).

Se caracteriza por un fondo arenoso con algunos afloramientos rocosos y con una alta tasa de sedimentación, donde principalmente se desarrolla una comunidad de algas fotófilas filamentosas (Foto 93), además de parches de las algas verdes *Caulerpa webbiana* (Foto 94) y *Caulerpa racemosa* (Foto 95), costras de *Codium intertextum* Collins & Hervey (Foto 96), *Cladophoropsis membranacea* (Hofman-Bang ex C.Agardh) Børgesen (Foto 97), y algunos ejemplares del alga roja *Dichotomaria obtusata* (J.Ellis & Solander) Lamarcq 1816 (Foto 98 y Foto 99) (antes *Galaxaura*), especie que en los últimos años muestra una abundancia hasta ahora no conocida y que podría deberse al calentamiento global ya que es una especie de afinidad tropical (Julio Afonso com.pers). En este entorno también se encuentra ligeros céspedes de *Laurencia* sp. (Foto 100).



Foto 92. *Pagurus anachoretus*.



Foto 93. Comunidad algal en playa reducto.



Foto 94. *Caulerpa webbiana*.



Foto 95. *Caulerpa racemosa*.



Foto 96. *Codium intertextum*.



Foto 97. *Cladophoropsis membranacea*.

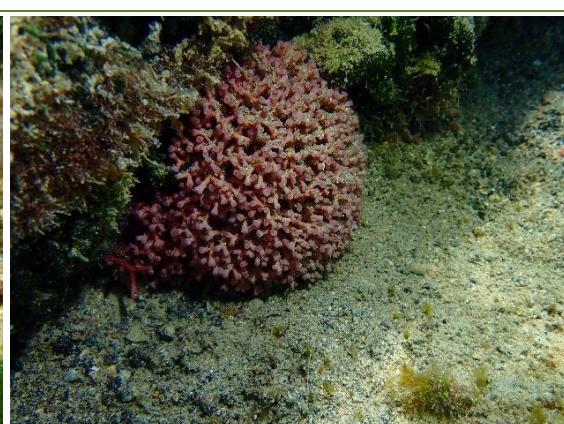


Foto 98. *Dichotomaria obtusata*.

Foto 99. Detalle de *Dichotomaria obtusata*.Foto 100. *Laurencia sp.*

También se desarrolla una comunidad con abundantes ejemplares de lo que parece *Pseudotetraspora marina* (pendiente de examinar con mayor detalle ya que los ejemplares fotografiados no tienen el aspecto más común de la especie) (Foto 101). Esta es una especie citada en áreas tropicales y subtropicales occidentales del Océano Atlántico (Wynne, 2011) y conocida en las islas desde 2004 (Afonso-Carrillo et al., 2007), por lo que según Sangil et al en 2012, se trata de una especie no nativa.

Foto 101. Posible *Pseudotetraspora marina*.

Actualmente se ha convertido en un elemento conspicuo en muchas zonas del archipiélago, colonizando diversos tipos de hábitats bentónicos. Los miembros del orden primitivo de algas verdes Tetrasporales no han sido clasificados como especies invasoras en ningún otro lugar. Aún se desconoce el camino de llegada de *P. marina* a Canarias, pero parece ser una colonización reciente (Sangil C., et al. 2012). Estudios previos realizados sobre asentamientos bentónicos en los mismos sitios no reportan la presencia de esta especie a finales de la década de los 90 (Brito et al., 1998; Reyes et al., 2000). En base a estas características, se ha clasificado como una **especie alóctona con carácter invasor**.

Entre los poríferos aparecen ejemplares de especies que toleran la sedimentación, como *Aplysina aerophoba*, *Chalinula parasimulans* y en alguna pequeña cornisa también se encuentra la esponja *Haliclona (Haliclona) fulva* (Topsent, 1893) (Foto 102), así como la ascidea colonial *Cystodytes dellechiajei* (Della Valle, 1877) (Foto 103)sobre la que se aprecian unas iridiscencias blancas probablemente del entoprocto *Loxosomella leptoclini* (Harmer, 1885).

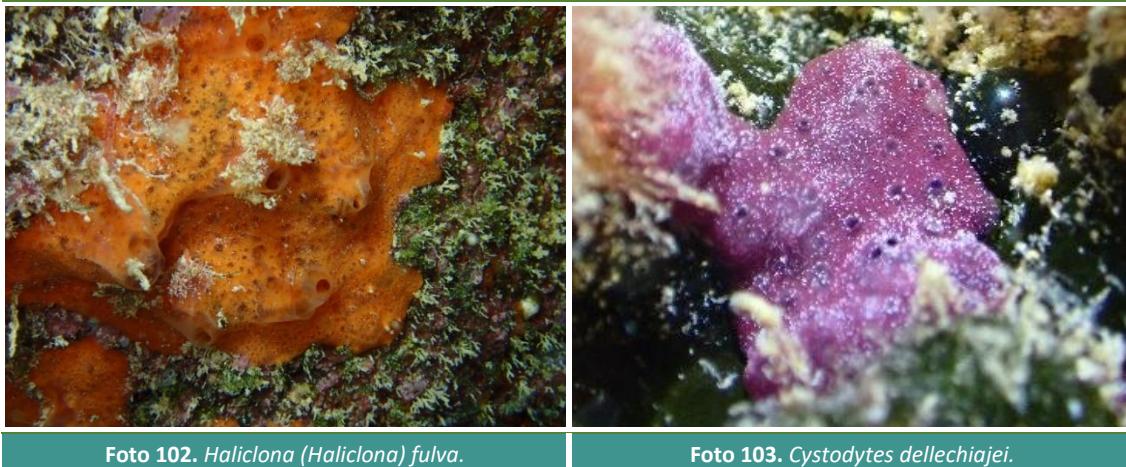


Foto 102. *Haliclona (Haliclona) fulva.*

Foto 103. *Cystodytes dellechiajei.*

ZONA 6. ISLOTE DE FERMINA Y ESPIGÓN INTERNO

Sobre los espigones del paseo de Arrecife (Foto 104) y del Islote de Fermina (Foto 105) hay un ligero tapiz algal con alta sedimentación, lo que provoca que no se desarrollen apenas organismos modulares como esponjas, ascideas, antozoos etc. En estos aparecen algunas poblaciones del Briozoo *Amanthia verticillata* (Foto 106) y del hidroideo *Halecium cf. halecium* (Linnaeus, 1758) (Foto 107), este último principalmente sobre un tapiz algal donde domina *Caulerpa racemosa*.

Sobre el fondo, generalmente arenoso-rocoso, con bastantes restos de basura y algas de arribazón, se desarrollan abundantes ejemplares de *Aplysia dactinomela* y algunos de *Aplysia fasciata* Poiret, 1789 (Foto 108). Entre los pocos poríferos presentes hay ejemplares de *Aplysina aerophoba*, los cuales son depredados por el opistobranquio *Tylospina perversa* (Gmelin, 1791) (Foto 109).

Sobre las rocas se aprecian algunos encostramientos de *Codium intertextum*, entre los que aparecen pequeñas ascidias, probablemente del género *Distaplia* (Foto 110), así como alguna colonia de la ascisa *Botrylloides cf. leachii* (Foto 111).

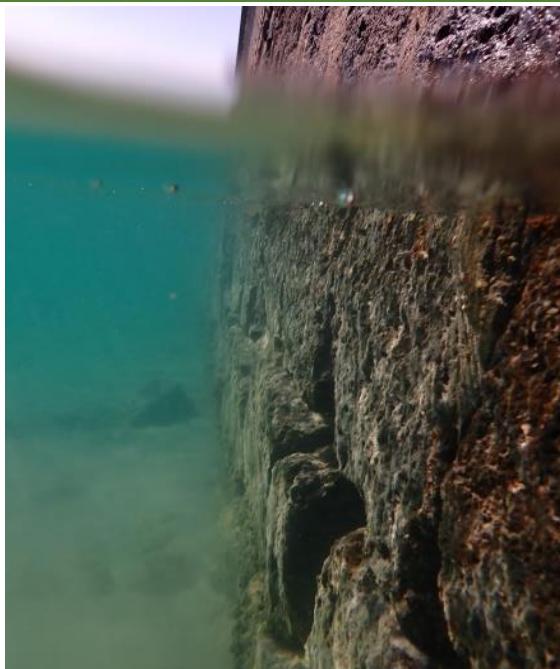


Foto 104. Espigón paseo Arrecife.



Foto 105. Espigón Islote de Fermina



Foto 106. Amanthia verticillata.



Foto 107. Halecium cf. halecium.



Foto 108. Aplysia fasciata.



Foto 109. Tylodina perversa.



Foto 110. *Distaplia* sp.



Foto 111. *Botrylloides* cf. *leachii*.

3.1.2 PUERTO DE LA RESTINGA

ZONA 1. PANTALANES

Los pantalanes del puerto de La Restinga son el biotopo donde se desarrollan las comunidades más diversas de todo el ambiente portuario. La comunidad que se sitúa en los flotadores de los pantalanes es variada y coloniza, en una gran parte de ellos, toda la superficie disponible. En la cara interior e inferior de los flotadores dominan, al menos en los primeros metros (zona más interna del puerto y cercana a costa), una comunidad de cianobacterias (tipo *Lyngbya* sp) junto al alga roja *Botryocladia* sp. (Foto 112 y Foto 113), que alcanza un gran porte sobre todo en la cara inferior de los flotadores.



Foto 112 y Foto 113. *Botryocladia* sp con cianobacterias.



Según se avanza por los pantalanes desde costa hacia el exterior, en la zona intermedia comienza a desaparecer, al menos parcialmente, esta comunidad, para dominar entonces, en la

cara interna de los mismos, principalmente los grupos de ascidias y poríferos, donde aparece una amplia diversidad de organismos.

Inicialmente en esta cara interna de los flotadores, donde hay poca luminosidad, se encuentran abundantes poblaciones de la ascidia colonial *Distaplia corolla* (Foto 114 y Foto 115), esta es una especie que en una determinación anterior (por imágenes fotográficas) en muestras del Puerto de Granadilla en Tenerife, se identificaron posiblemente erróneamente como posible *Eudistoma santamariae* Breton & Monniot F., 2007.



Foto 114. Poblamientos de *Distaplia corolla*.

Foto 115. Detalle *Distaplia corolla*.

Otras ascidias coloniales muy abundantes son las poblaciones del género *Botrylloides* (Foto 116 a la Foto 123), al igual que las especies del género *Symplegma*. En base a los ejemplares recolectados en este estudio, se está realizando el análisis genético de las especies de estos dos géneros de ascidias (*Botrylloides* y *Symplegma*) presentes en Canarias. El género *Botrylloides* presenta una enorme variabilidad morfológica y es probable que se den al menos las especies *B. leachii*, *B. nigrum*, *B. schlosseri* y *B. diegensis*, algo que queda pendiente de los resultados de los análisis genéticos. En el caso del género *Symplegma*, tal y como señala Ramos-Esplá *et al.* 2020, es un género de ascidias compuestas (Fam. Styelidae) con afinidades y distribución de aguas cálidas en aguas tropicales y subtropicales de los océanos Pacífico, Índico y Atlántico. El primer registro de este género (como *S. viride*) en el Mediterráneo fue de 1951 por Pérès (1958a) en el Mar Levantino, presuntamente entrando en la cuenca desde el Mar Rojo a través del Canal de Suez. Posteriormente, ha estado expandiendo su rango de distribución hacia el norte a lo largo de la costa del mar Levantino, siguiendo la dirección de la corriente superficial predominante (Hamad *et al.* 2005, Bitar y Kouli-Bitar 2001; Çinar *et al.* 2006; Izquierdo-Muñoz *et al.* 2009; Shenkar y Loya 2009). Recientemente, *Symplegma* ha colonizado los mares Egeo, Jónico y Tirreno, donde se está extendiendo rápidamente, muy probablemente a partir del transporte marítimo formando parte del biofouling de los barcos (Ulman *et al.* 2017; Aydin-Onen 2018; Mastrototaro *et al.* 2019; Ramos-Esplá *et al.* 2020). Algunos ejemplares del mar Jónico (específicamente de Túnez, Malta) presentan túnicas opacas que se asemejan al *Symplegma*

bahraini del Indo-Pacífico; sin embargo, los estudios morfológicos sugieren que el género en el mar Mediterráneo está representado por una sola especie, *Symplegma brakenhielmi* (Michaelsen, 1904).



Foto 116. Poblamientos de *Botrylloides* sp.



Foto 117. Detalle *Botrylloides* sp.



Foto 118. Poblamientos de *Botrylloides* cf. *diegensis*.



Foto 119. Detalle de *Botrylloides* cf. *diegensis*.

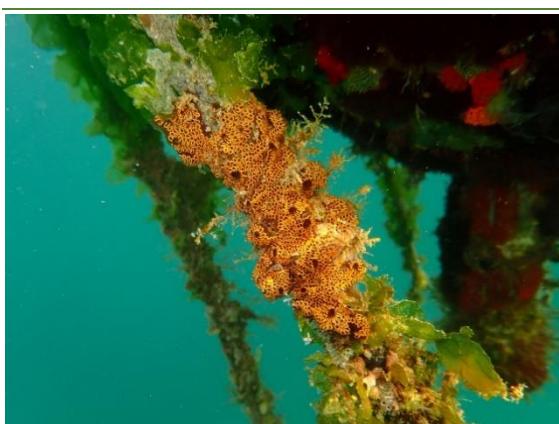


Foto 120. Poblamientos de *Botrylloides* cf. *nigrum*.



Foto 121. Detalle de *Botrylloides* cf. *nigrum*.



Foto 122. Poblamientos de *Botrylloides* sp.



Foto 123. *Botrylloides* sp.

En la marina de La Restinga se encuentran abundantes poblaciones de *Symplegma brakenhielmi* con diversos patrones de coloración (Fotos 124 a la Fotos 129). Esta especie descrita originalmente del Golfo de México, presenta una distribución pantropical. Si bien es considerada exótica en algunas zonas como el Mediterráneo, donde se la trata como un migrante lepesiano (Izquierdo et al., 2009), en otras zonas se trata como criptogénica. Además, ha sido confundida en la literatura con diversos congéneres (*S. viride*, *S. rubra*, *S. reptans*, etc.). En Canarias se ha observado tanto en ambientes portuarios, como en el medio natural, pero siempre en condiciones esciáfilas (pantalanes, bajos piedras o en gritas), donde puede adquirir diversos patrones de coloración (Herrera et al 2017).





Fotos 124, Fotos 125, Fotos 126, Fotos 127, Fotos 128 y Fotos 129. Diferentes variaciones cromáticas de *Symplesma brakenhielmi*.

Otras especies de este grupo presentes en los pantalanes son alguna colonia de *Clavelina lepadiformis* (Müller, 1776) con zooides independientes, reunidos en pequeños grupos de escaso tamaño (Foto 130) y algún ejemplar aislado de lo que podría ser *Clavelina cf. picta* (Verrill, 1900) lo que queda pendiente de confirmación, en cuyo caso se trataría de una nueva cita para Canarias de esta especie de afinidad más tropical (Foto 131).



Foto 130. Poblamientos de *Clavelina lepadiformis*.

Foto 131. *Clavelina cf. picta*.

Encontramos también colonias blancas opacas de la especie *Lissoclinum perforatum* (Giard, 1872) que se desarrollan en pequeñas placas con contornos irregulares (Foto 132 y Foto 133). Esta es una especie Atlanto-mediterránea que se ha introducido en el Atlántico occidental (Monniot 1983, Rocha et al. 2005, Rocha and Bonnet 2009, Dias et al. 2013).



Foto 132 y Foto 133. *Lissoclinum perforatum*.

Se constata también la presencia de otra ascidia colonial de muy pequeño tamaño (1mm) *Perophora cf. listeri* Wiegman, 1835 (Foto 133), cuyas colonias consiste en un gran número de pequeños zooides (< 5mm) transparentes conectados por estolones basales. En caso de tratarse de *P. listeri*, sería una cita nueva para Canarias de una especie nativa del Atlántico Norte y presente también en el Mediterráneo.

Se observan también ejemplares abundantes de la ascidia solitaria *Microcosmus squamiger* Michaelsen, 1927 (Foto 135), principalmente en los laterales entre flotadores del pantalán y en los cabos de fondeos. *Microcosmus squamiger* se **considera una especie invasora**, ya que se ha establecido en muchas regiones del mundo donde altera la biota local (Lambert y Lambert 1998, 2003; Turon et al. 2007). En el sur de California, por ejemplo, la solitaria ascidia *Styela canopus* que anteriormente estaba bien establecida en los puertos, ahora está en declive, mientras que *M. squamiger* ha aumentado su abundancia y parece estar reemplazando a *S. canopus* (Lowe 2002). En otra zona de California, esta especie se ha encontrado en gran abundancia en granjas de cultivo de ostras, donde representa una amenaza económica (Rodríguez e IbarraObando 2008). Incluso en su área de distribución nativa se ha encontrado que esta especie compite por el espacio con las ostras en las costas australianas occidental (Kott 1985), y en Tasmania, donde puede ser destructiva para las ostras (Kott 1985). Como resultado, esta especie debe ser considerada como una amenaza potencial tanto para la biota local como para las economías. En el mar Mediterráneo, *M. squamiger* se registró por primera vez (como *M. exasperatus*) a principios de la década de 1960 en Bizerte, Túnez (Monniot 1981). Desde entonces, los registros mediterráneos de esta especie se han referido con frecuencia a ella como *M. exasperatus*, pero

una revisión taxonómica de Turon et al. (2007) estableció la distribución actual de *M. squamiger* en el Mediterráneo, que cubre toda su cuenca occidental (ver también Mastrototaro y Dappiano 2005).



Foto 134. *Perophora cf. listeri*.



Foto 135. *Microcosmus squamiger*.

Es el grupo de las ascideas el que en este enclave presenta quizás una mayor complejidad y diversidad, encontrando aglomeraciones de especies que cohabitan en ocasiones unas sobre otras, desarrollándose en un espacio de menos de 20 cm muchas especies diferentes. Por ejemplo, se encontró en una muestra de 15 cm (Foto 136), las siguientes especies: *Botrylloides* sp. (incrustante naranja) *Distaplia* sp. (colonial revestimiento violeta), *Didemnum* sp1. (incrustantes blanca) (Foto 137), *Didemnum* sp2 (incrustante pardo-oscura) (Foto 138), *Symplegma* sp. (incrustante verde encima de la Ascidia solitaria), *Stylinidae* (subfamilia, solitaria) (Foto 139), y una especie de la Familia Polyclinidae (colonial de revestimiento rosáceo al lado del didémnido blanco) (Foto 140).



Foto 136. Muestra de agregado de Ascideas.

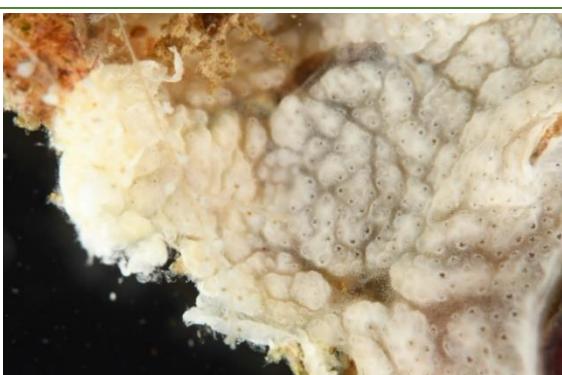


Foto 137. *Didemnum* sp 1.



Foto 138. *Didemnum* sp 2.

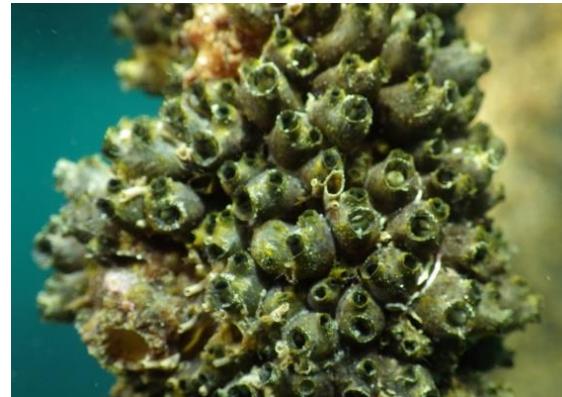


Foto 139. Stylinidae.



Foto 140. Ascidia Polyclinidae.

Otra ascidea presente principalmente en cabos de fondeo formando grandes masas es *Polyandrocarpa zorritensis* (Van Name, 1931) (Foto 141). *P. zorritensis* parece preferir los entornos portuarios, es decir, con las aguas eutróficas, donde las colonias se desarrollan rápidamente mediante una reproducción prolífica (Herrera et al 2017). Descrita a partir de ejemplares del Perú, se distribuye en diversas regiones del Pacífico y el Atlántico. Dado que es una especie conspicua y con marcado crecimiento, la sucesión de registros recientes en el Mediterráneo hace pensar que se trata de una especie alóctona en expansión (Monniot, 2016). La cita por primera vez para Canarias en La Restinga Herrera et al en 2017.

Foto 141. *Polyandrocarpa zorritensis*.

En este agregado de ascideas también encontramos poblaciones del poliqueto sabelidos de la especie *Branchiomma lucullanum* (Foto 142), y sobre la ascidia *Botrylloides sp.* se desarrollan también pequeñas colonias del hidrozoo atecado *Pennaria disticha* (Goldfuss 1820) (Foto 143), especie característica por presentar un perisarco negro (exoesqueleto de quitina que rodea la parte erecta del animal).

Foto 142. *Branchiomma lucullanum*.Foto 143. Detalle de Gastrozoide de *P. disticha*.

Entre los poríferos encontrados en los pantalanes destaca la esponja masiva e incrustante *Crambe crambe* (Schmidt, 1862) (Foto 144), de contorno, grosor y tamaño variable. Esta especie de consistencia blanda y color de rojo intenso a anaranjado, cubre importantes superficies de los flotadores. Presenta canales acuíferos muy visibles que confluyen radialmente hacia pequeñas elevaciones donde se abren los ósculos.

Abundan en muchas ocasiones mezcladas con ascidias de los géneros *Didemnum* y *Botrylloides* ejemplares de la esponja *Chalinula parasimulans* (Lévi, 1959) (Foto 145), especie que se distribuye desde las costas occidentales africanas (Golfo de Guinea) y Canarias con

preferencias de ambientes con exceso de materia orgánica microparticulada (Tomás Cruz *com pers* 2018). También se observan bastantes ejemplares de dos especies de esponjas recubrientes, una muy delgada y de consistencia blanda, casi translúcida, que se trata de una especie del Género *Halisarca*, (Foto 146 y Foto 147) y otra de contorno y espesor irregular y color negro *Chelonaplysilla noevus* (Carter, 1876) (Foto 148).



Foto 144. *Crambe crambe*.



Foto 145. *Chalinula parasimulans*.



Foto 146 y Foto 147. *Halisarca*.sp



Foto 146 y Foto 147. *Halisarca*.sp



Foto 148. *Chelonaplysilla noevus*.

Se observaron muchos ejemplares de dos especies de esponjas calcárea que parecen tratarse de *Heteropia glomerosa* (Bowerbank, 1873) (Foto 149 a la Foto 152) y *Paraleucilla magna* Klautau, Monteiro & Borojevic, 2004 (Foto 153 y Foto 154).

H. glomerosa es una esponja del Indo-Pacífico, reconocida como alóctona en el Atlántico y con **alto potencial invasor**. Es la tercera especie exótica de esponja calcárea citada en el Atlántico y la segunda que supuestamente provino del Indo-Pacífico citada por primera vez para el Atlántico por Klautau M. et al en 2020 para la costa de Brasil. En caso de confirmarse la identificación correcta por caracteres morfológicos y moleculares, sería la primera cita de esta especie en este lado del Atlántico. Si bien esta especie puede reconocerse como introducida en el Océano Atlántico, serán necesarios estudios sobre genética poblacional, filogeografía, estrategias de reproducción, comportamiento larvario y ecología para permitir una mejor evaluación de su potencial invasor (Klautau M et al. 2020).

P. magna se considera una especie invasora, se describió formalmente en 2004 en la bahía de Río de Janeiro (Brasil), aunque su presencia había sido detectada ya en 2001 en mejilloneras del sur de Italia, en la zona del noroeste del mar Jónico (Mar Piccolo y Mar Grande de Taranto) (Longo et al., 2004). *P. magna* es considerada la primera esponja calcárea introducida en el Mediterráneo y Atlántico nororiental (Longo et al., 2007; Guardiola et al., 2016). Ha sido descrita como invasora en diversas áreas marinas del Océano Atlántico (Sur de Portugal, Archipiélagos de Madeira y Azores) y en el Mar Mediterráneo (Mediterráneo central y occidental) (Klautau et al., 2004; Longo et al. al., 2004, 2007; Zammit et al., 2009; Guardiola et al., 2011, 2016; Cvitkovic et al., 2013). Debido a su naturaleza moderadamente esciáfila (Longo et al., 2007), la especie tiende a crecer en hábitats sombreados donde puede competir por los recursos tróficos con una diversa gama de organismos, como otras esponjas, algas rojas y mariscos (Longo et al., 2007; Guardiola et al., 2016). Esta especie también puede crecer directamente sobre rocas, sobre algas erectas como las de los géneros *Halopteris* o *Corallina*, o sobre las conchas de mejillón, lo que resulta en un problema para los cultivadores mejilloneros (Longo et al., 2007, 2012; Padua et al., 2013, Guardiola et al., 2016). La especie también se registró en el Mar Mediterráneo central, Bahía de Marsaxlokk en Malta (Zammit et al., 2009), y a lo largo de la costa noroeste de la Cuenca Occidental y el noreste de la Península Ibérica (Zammit et al., 2009, Guardiola et al. 2012). Desde entonces está proliferando por amplias zonas del litoral y aunque, en un principio, sólo en zonas eutrofizadas como puertos y granjas marinas formaba poblaciones densas, actualmente está colonizando también ambientes bien preservados del litoral rocoso. También se registró su presencia en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife en el año 2019 (Monterroso et al 2019).



Foto 149. *Heteroplia glomerosa*.



Foto 150. *Heteroplia glomerosa*.



Foto 151. *Heteroplia glomerosa*.



Foto 152. *Heteroplia glomerosa*.



Foto 153. *Paraleucilla magna*.



Foto 154. *H. glomerosa* y *P. magna*.

Abundan también en la cara interna de los flotadores de los pantalanes el molusco bivalvo *Ostrea stentina* Payraudeau, 1826, (Foto 155 y Foto 156), que en ocasiones se ve englobado por la masa de esponja incrustantes con epidermis muy delgadas principalmente de los géneros *Hexadella* y/o *Halisarca*.



Foto 155 y Foto 156. *Ostrea stentina*

Siguiendo por la cara interna de los pantalanes, casi al final de los mismos, se encuentran varios un ejemplar del erizo *Diadema africanum* (Foto 157). Los primeros centímetros de los flotadores que sufren cierta emersión, se encuentra dominada por algas calcificadas incrustantes donde se encuentran ejemplares principalmente de Lapa negra *Patella candei crenata* (d'Orbigny, 1838) (Foto 158).



Foto 157. *Diadema africanum*.

Foto 158. *P.candei crenata*.

Destaca también la presencia del briozoo *Amathia verticillata* (delle Chiaje, 1822) (Foto 159), junto al alga verde *Caulerpa webbiana* y a las colonias de la ascidea *Distaplia corolla*. También son abundante las anémonas del género *Aiptasia*, *Aiptasia couchii* (Cocks, 1851) (Foto 160), principalmente en la zonas finales del pantalán.



Foto 159. *Amathia verticillata*.



Foto 160. *Aiptasia couchii*.

En las muestras para la identificación de organismos aparecen especies de fauna acompañante como han sido el Poliqueto *Platynereis dumerilli* (Audouin & Milne Edwards, 1833) (Foto 161), una planaria seguramente perteneciente a la especie *Thysanozoon broucchii* (Risso, 1818) (Foto 162) (si bien la imagen esta tomada por la parte ventral y no se aprecian las papilas que caracterizan a esta especie). *T. broucchii* es un polipládido considerado cosmopolita, y que suelen alimentarse de colonias de Briozos y Esponjas. Además aparecen bastantes juveniles del erizo *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) (Foto 163), y del anfípodo *Elasmopus rapax* Costa 1853 (Foto 164).



Foto 161. *Platynereis dumerilli*.



Foto 162. *Thysanozoon broucchii* (cara ventral).

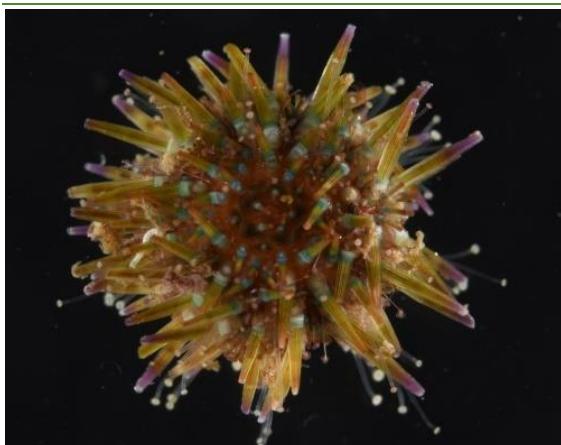


Foto 163. *Paracentrotus lividus* (juvenil).

Foto 164. *Elasmopus rapax*

En las zonas con mayor iluminación, como la cara exterior de los flotadores e incluso en los cabos de los fondeos, se desarrolla una comunidad completamente diferente, donde dominan los algales y los hidroideos. Abunda el alga verde *Caulerpa webbiana* (Foto 165) y las algas rojas filamentosas como *Cottoniella filamentosa* (M.A.Howe) Børgesen, 1920 (Foto 166), además de numerosas poblaciones de *Pennaria disticha* (Foto 167 y Foto 168) y ejemplares del erizo *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1757) (Foto 169) junto a muchos ejemplares de la ascidia solitaria *M. squamiger* (Foto 170).

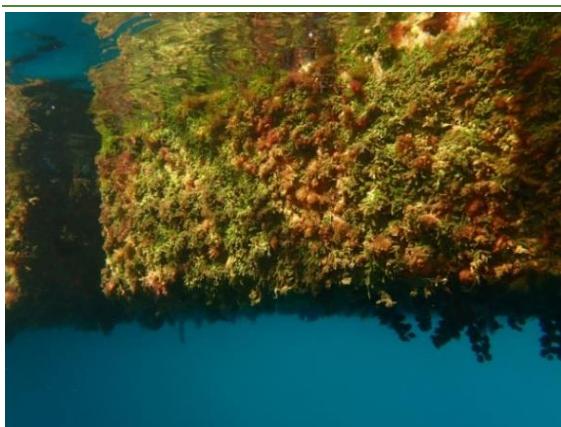


Foto 165. Cara exterior dominada por *C. webbiana*.



Foto 166. Flotador cubierto con *C. filamentosa*.



Foto 167. Poblaciones de *Pennaria disticha*.



Foto 168. *Pennaria disticha*.



Foto 169. *Arbacia lixula*



Foto 170. *Microcosmus squamiger*

ZONA 2. DIQUE DEL PUERTO

En las paredes interiores del dique se desarrolla una comunidad diferente a la de los pantalanes. Domina en este caso una comunidad algal que, a diferencia de lo observado en otros diques de puertos mayores, no se trata de una comunidad pobre parecida a las comunidades de substrato rocoso en las primeras fases de colonización, sino que por debajo del metro de profundidad se desarrolla una comunidad con un importante recubrimiento de especies de macroalgas, principalmente algas filamentosas como *C. filamentosa*, *Lophocladia trichoclados*, *Hypnea spp.* etc. (Foto 171 y Foto 172). También aparecen ejemplares dispersos del alga parda *Zonaria tournefortii* (Foto 173), además de varias especies de Dyciotiales.

En el fondo y a unos 5 metros de profundidad al borde de la pared, continua una comunidad sobre fondo rocoso dominada por algas filamentosas, pero a unos 2 metros de la pared entre la cota de los 5 y hasta casi los 8 metros de profundidad, se ha desarrollado, con una clara expansión durante los últimos años, una población del cnidario *Zoanthus pulchellus* Duchassaing & Michelotti, 1860, que actualmente ocupa una superficie aproximada de 350 m² (Foto 174, Foto 175 y Foto 176) en esta zona del puerto y que estudios destacan cómo colonias de este

zoantídeo que se encontraban dispersas en ciertos sitios del archipiélago canario ahora están desarrollando grandes colonias, ocupando extensas áreas en los ecosistemas marinos canarios, sobre todo en las zonas nortes de la isla de Tenerife (Simón Otegui, 2015).

En la Figura 20 se representa la distribución de esta población de *Zoanthus pulchellus* en el interior del puerto.



Foto 171. Cara interior del dique.



Foto 172. Detalle comunidad algal dique interior



Foto 173. *Zonaria tournefortii*.



Foto 174. Poblamiento de *Zoanthus pulchellus*.



Foto 175. *Zoanthus pulchellus*.

Foto 176. Detalle de *Zoanthus pulchellus*.



Figura 20. Distribución de *Zoanthus pulchellus* en el Puerto de La Restinga.

En la parte exterior sobre los bloques sumergidos del muelle se desarrolla, hasta los 12-15 metros de profundidad, la comunidad de *Lobophora sp.* (Foto 177 y Foto 178). A partir de los recientes trabajos de revisión taxonómica del género *Lobophora* para la Macaronesia de Vieira et al 2020, se elevan a 6 especies de este género las presentes en las Islas Canarias (*L.littlerorum*, *L. canariensis*, *L. dagamae*, *L. delicata*, *L. dispersa* y *L. schneideri*) quedando la especie comúnmente citada para Canarias (*Lobophora variegata*), seguramente restringida al mar caribe. En base a esto, creemos que la especie que domina la comunidad de la parte exterior del dique del muelle de La Restinga podría ser *Lobophora schneideri* C.W.Vieira 2019.



Foto 177 y Foto 178. Comunidad de *Lobophora cf. schneideri*.

ZONA 3. ENTRE DIQUES

En la parte más somera e interna de la zona 3 se desarrolla una comunidad algal sometida a una elevada sedimentación, lo que determina que la composición específica de esta comunidad este dominada por especies de algas filamentosas e incluso cianofitas, que incluye especies como; *Acrosymphyton purpuriferum*, *Gelidiopsis intricata*, *Asparagopsis taxiformis*, *Dyctiota dichotoma*, *Dyctota sp*, *Dasya baillouviana*, entre otras (Foto 179 y Foto 180).

A mayor profundidad y según se avanza hacia la zona 4, domina sobre un fondo rocoso con intervalos de arena una comunidad de *Lobophora cf. schneideri* (Foto 181), con abundantes poblaciones de *Pseudotetraspora marina* e *Hydroclathrus clathratus* (Foto 182).

También aparecen bastantes algas rojas *Botryocladia sp.*, algunas matas sueltas de *Treptacantha abies-marina* (S.G.Gmelin) Kützing, 1843 y sobre fondos de arena algunos ejemplares dispersos de *Codium decorticatum* (Wooddward) M.A. Howe 1911 (Foto 183).

La esponja *Crambe crambe* (Foto 184) también aparece en este entorno y algunos antozoos en pequeños extraplomos, como por ejemplo *Polycyathus muellerae* (Abel, 1959) (Foto 185).

Destacamos la presencia de varios ejemplares del cangrejo decápodo *Cronius ruber* (Lamarck, 1818) (Foto 186), donde diversos estudios indican que esta especie de portúnido citado por primera vez en Canarias en el 2016 (González et al., 2017), en los últimos años ha incrementado sus poblaciones en las costas canarias, principalmente en las islas centrales (Rodríguez, 2019) y que el incremento de temperatura de los océanos parece que ha favorecido la expansión de esta especie de protúnido, siendo una especie que se ha establecido bien en las costas canarias y que será interesante seguir en el tiempo para ver qué impacto puede ocasionar sobre la fauna y flora nativa.



Foto 179 y Foto 180. Comunidad algal zona 3.

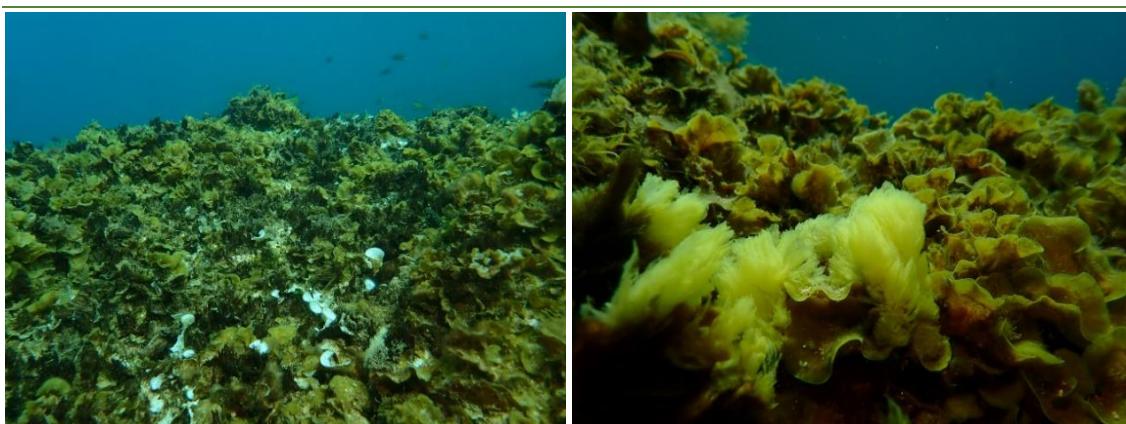


Foto 181. Comunidad de *Lobophora cf. schneideri*.

Foto 182. Comunidad de *Lobophora cf. schneideri* con *Pseudotetraspora marina*.



Foto 183. *Codium decorticatum*.

Foto 184. *Crambe crambe*.



Foto 185. *Polycyathus muellerae*.



Foto 186. *Cronius ruber*.

ZONA 4. CONTRADIQUE

En los primeros metros sobre los bloques del contradique continua desarrollándose la comunidad de *Lobophora cf. schneideri*, intercaladas con abundantes poblaciones de *Dyctiotales*, de algas filamentosas y especies como *Asparagopsis taxiformis*, *Cotoniella filamentosa*, *Canistrocarpus cervicornis*, entre otras (Foto 187 y Foto 188).

Por debajo de los bloques el fondo es de arenas medias, donde abundan las algas verdes *Caulerpa mexicana* Sonder ex Kützing 1849 (Foto 189) y *Dasycladus vermicularis* (Scolopoli) Krasser 1898 (Foto 190).

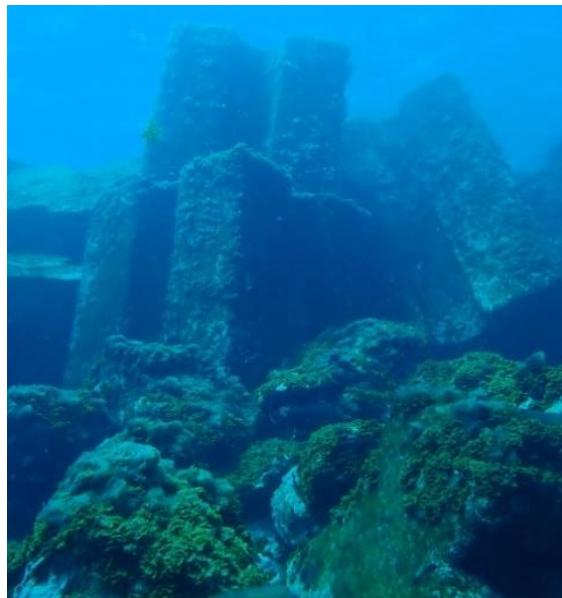


Foto 187 y Foto 188. Comunidad algal Zona 4.





Foto 189. *Caulerpa mexicana*.



Foto 190. *Dasycladus vermicularis*.

3.1.3 LISTADO DE ESPECIES POR ZONAS

En el Anexo II se presenta el listado de las especies identificadas en las zonas muestreadas del Puerto de Arrecife (Tabla 17) y del Puerto de La Restinga (**Tabla 18**). La distribución de las especies se ha agrupado por zonas, según se muestra en la Figura 4 y Figura 5.

3.2 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

3.2.1 FAUNA SÉSIL

PUERTO DE ARRECIFE

En los 9 raspados se contabilizaron un total de 687 ejemplares, siendo el grupo de mayor porcentaje en abundancia el de los Artrópodos, que suponen el 65,7 % del total de los ejemplares recolectados, seguido de los Poliquetos con un 29,5 %. Los Moluscos están escasamente representados con un 0,7%, mientras que la categoría de Otros (que incluye Nemertinos, Nemátodos, Turbelarios, Sipunculidos Quetognatos y Foronídeos) supone el 4,1%. En total se recolectaron 58 especies, siendo el grupo más diverso el de los poliquetos con 32 especies, mientras que los artrópodos están representados por 17 especies. La especie más abundante fue el Cáprelido *Caprella acanthifera* con 172 ejemplares, seguido del Anfípodo *Corophium sp.* con 76 individuos. De los poliquetos la especie más abundante fue el Nereido *Ceratonereis costae* con 25 individuos.

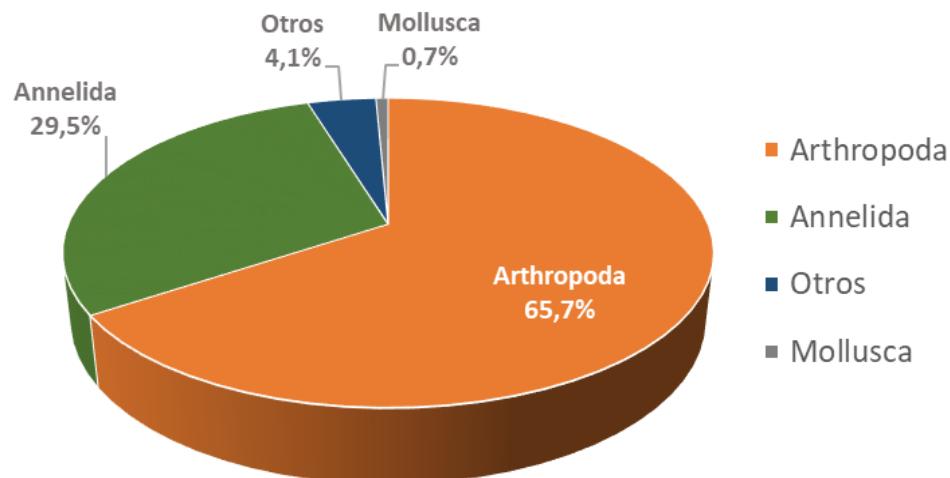


Figura 21. Abundancia en porcentaje de los grupos taxonómicos macrofaunales más importantes.

PUERTO DE LA RESTINGA

La Figura 22 muestra la abundancia en porcentaje de los grupos taxonómicos macrofaunales más importantes identificados en los raspados y la Tabla 20 del Anexo III, el listado completo de especies y abundancias.

Se contabilizaron un total de 775 ejemplares, siendo el grupo de mayor porcentaje en abundancia el de los Artrópodos, que suponen el 64,7 % del total de los ejemplares recolectados, seguido de los Poliquetos con un 31,2 %. Los Moluscos muy poco representados con un 2,2 %, mientras que la categoría de Otros (que incluye Nemertinos, Nemátodos y Sipuncúlicos) supone el 1,9 %. En total se recolectaron 56 especies, siendo el grupo más diverso el de los poliquetos con 23 especies, mientras que los artrópodos están representados por 22 especies. La especie más abundante fue, al igual que en el Puerto de Arrecife, el Cáprelido *Caprella acanthifera* con 168 ejemplares, seguido de los Anfípodos *Elasmopox rapax* y *Aora spinicornis* con 98 y 86 individuos, respectivamente. De los poliquetos la especie más abundante fue el Nereido *Platynereis dumerilli*, con 65 individuos.

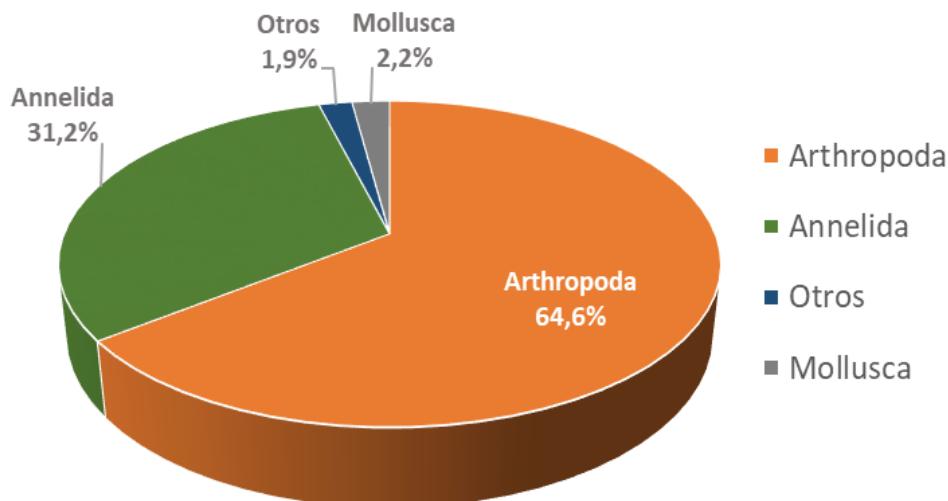


Figura 22. Abundancia en porcentaje de los grupos taxonómicos macrofaunales más importantes.

3.2.2 CARACTERIZACIÓN DEL AGUA

PUERTO DE ARRECIFE

Las siguientes figuras (Figura 23-Figura 28) muestran los perfiles oceanográficos de las variables medidas en las cuatro estaciones de muestreo del puerto de Arrecife. En el Anexo III, apartado 5.1 Perfiles oceanográficos, se incluyen los datos promediados por metro de cada parámetro y estación.

Se aprecia que la masa de agua en la zona es relativamente homogénea (valores muy similares entre estaciones), tanto en su distribución espacial (componente horizontal), como en profundidad (componente vertical), con la salvedad de la turbidez y la luz PAR que muestran algunas diferencias.

Las series temporales de temperatura del agua e intensidad lumínica medidas por el HOBO, muestran grandes variaciones para ambos parámetros (Figura 29). La temperatura muestra dos patrones, por un lado existe una variación diaria de aproximadamente un grado entre el día y la noche, la cual se mantiene durante todo el periodo de muestreo, y por otro, se experimenta un descenso rápido de aproximadamente 4 grados entre el inicio de las mediciones (24 °C) y el final (19,5-20 °C).

La intensidad de la luz también muestra un patrón diario asociado al ciclo solar, pero no parece que exista una correlación entre esta variable y el registro total de datos. Se aprecian grandes variaciones en diferentes momentos del muestreo, que pueden deberse a fenómenos naturales asociados a la nubosidad y/o a fenómenos antrópicos asociados con el bloqueo del paso de la luz causado por el atraque de embarcaciones próximas al sensor.

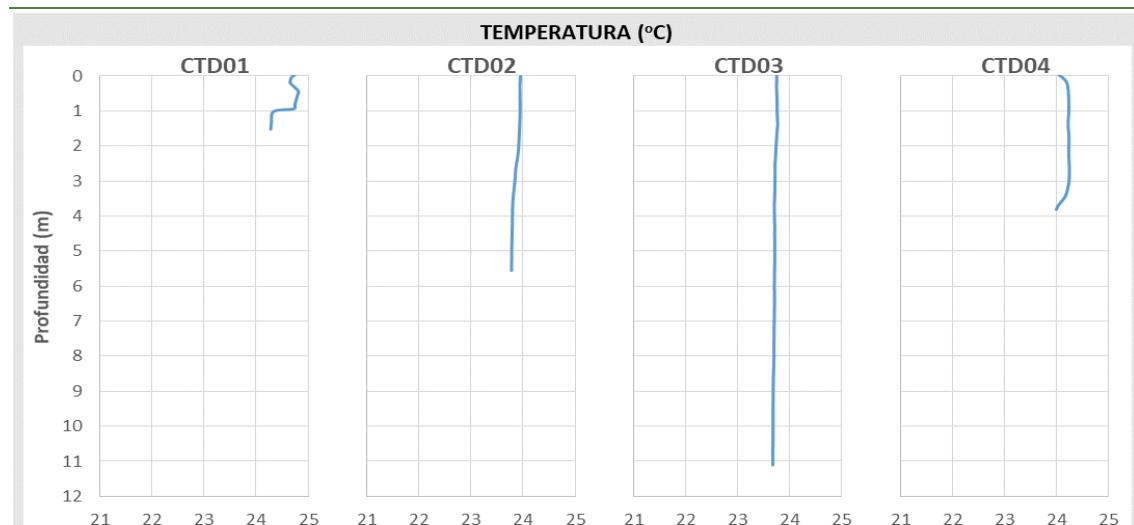


Figura 23. Perfiles de temperatura (°C) en el Puerto de Arrecife.

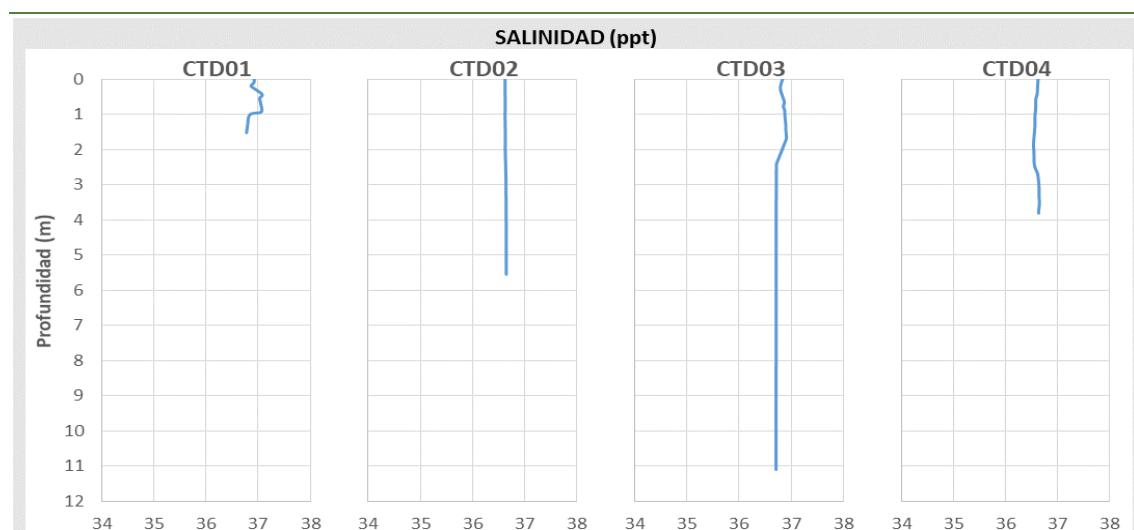


Figura 24. Perfiles de salinidad (PSU) en el Puerto de Arrecife.

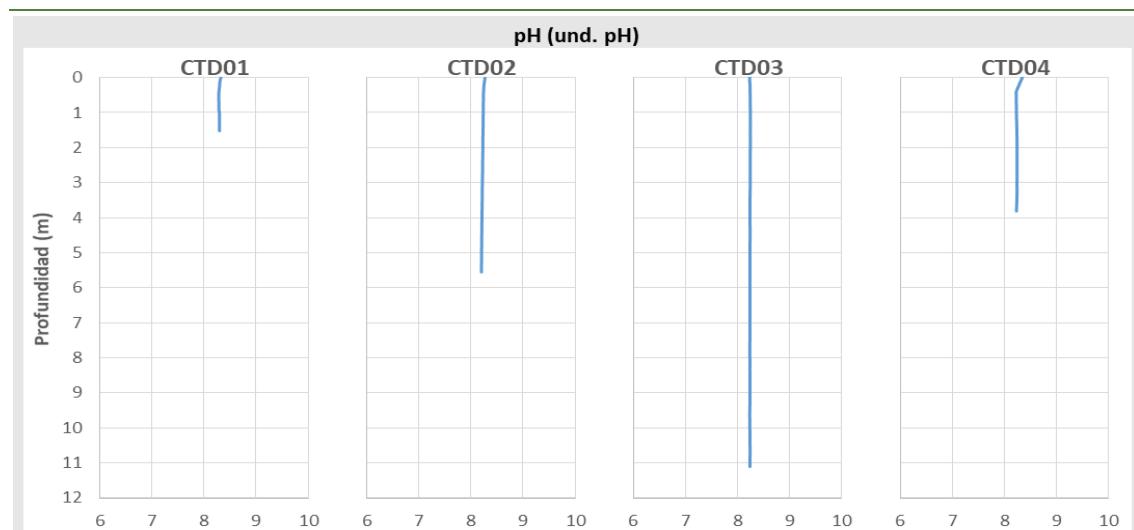


Figura 25. Perfiles de pH (unidades de pH) en el Puerto de Arrecife.

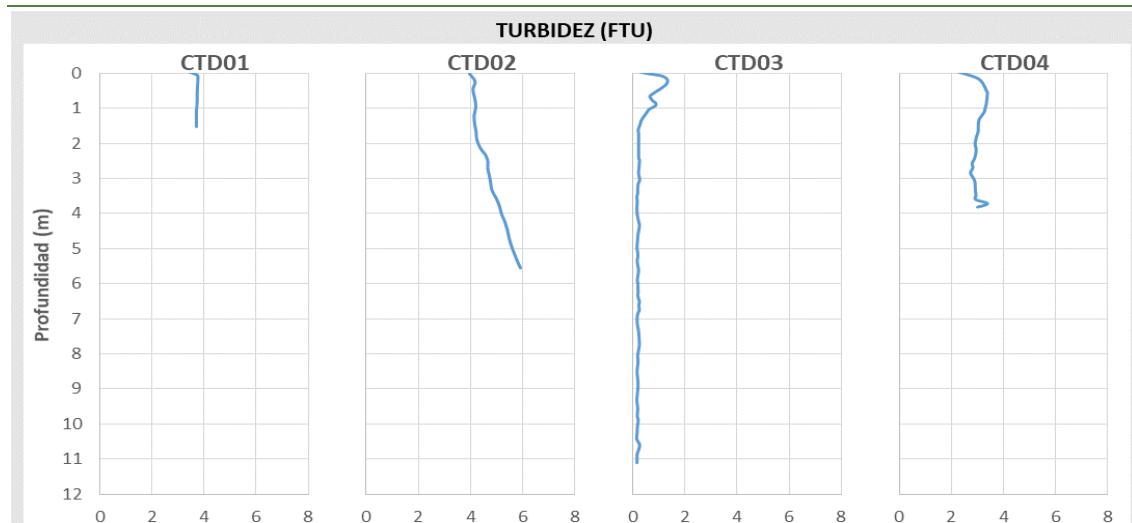


Figura 26. Perfiles de turbidez (FTU) en el Puerto de Arrecife.

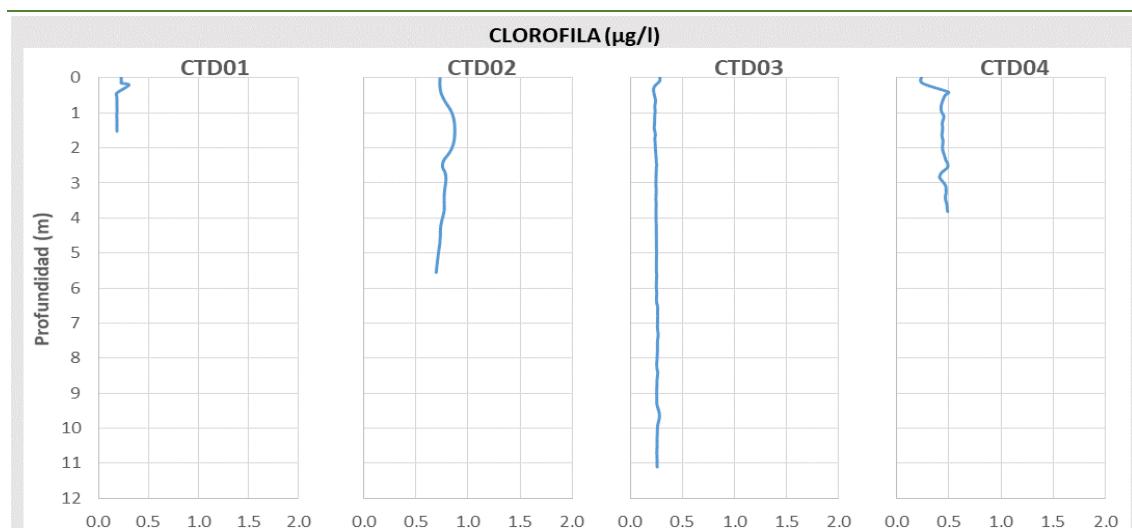


Figura 27. Perfiles de clorofila ($\mu\text{g/l}$) en el Puerto de Arrecife.

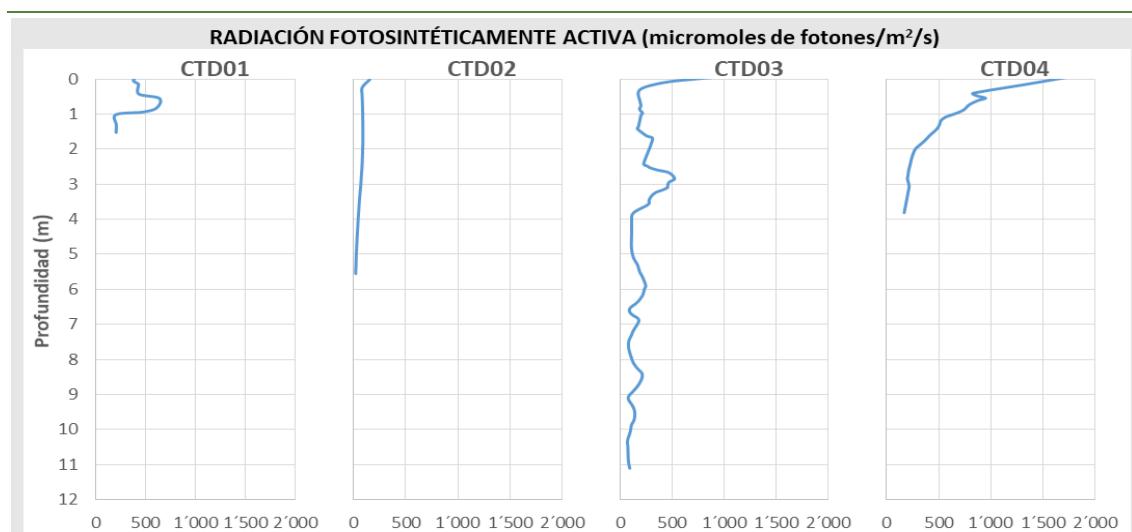


Figura 28. Perfiles de luz PAR (micromoles de fotones/ m^2/s) en el Puerto de Arrecife.

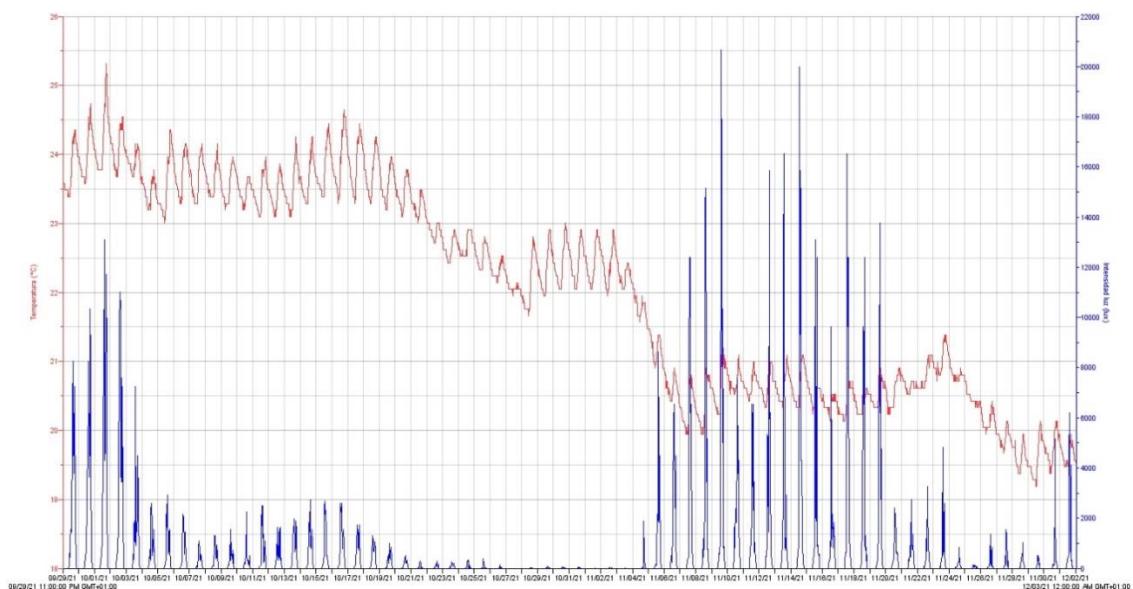


Figura 29. Series temporales de temperatura del agua e intensidad lumínica en el Puerto de Arrecife.

PUERTO DE LA RESTINGA

Las siguientes figuras (Figura 30-Figura 35) muestran los perfiles oceanográficos de las variables medidas en las cuatro estaciones de muestreo del puerto de La Restinga. En el Anexo III, apartado 5.1 Perfiles oceanográficos, se incluyen los datos promediados por metro de cada parámetro y estación.

Se aprecia que la masa de agua en la zona es muy homogénea (valores muy similares entre estaciones), tanto en su distribución espacial (componente horizontal), como en profundidad (componente vertical), con la salvedad de la turbidez que muestra ligeras diferencias.

Las series temporales de temperatura del agua e intensidad lumínica medidas por el HOBO, muestran variaciones para ambos parámetros (Figura 29). Al igual que sucedió en el Puerto de Arrecife, la temperatura durante todo el periodo de muestreo muestra un patrón de variación diaria de aproximadamente un grado entre el día y la noche. Por otro lado, inicialmente se aprecia un aumento de la temperatura que va desde los 23-23,5 °C a principios de marzo, hasta los 25 °C a principios de julio. A partir de aquí y de forma gradual, la temperatura comienza a descender hasta los 21 °C a mediados de diciembre.

La intensidad de la luz muestra una degradación de la señal desde su instalación hasta finales de agosto, donde el sensor, probablemente debido al fouling, ya no registró valores para esta variable.

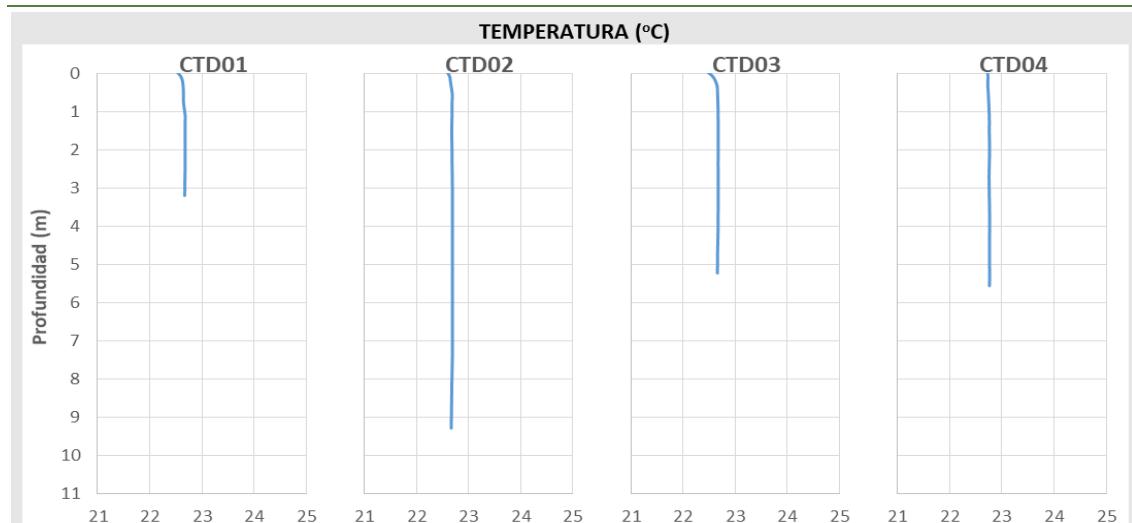


Figura 30. Perfiles de temperatura (°C) en el Puerto de La Restinga.

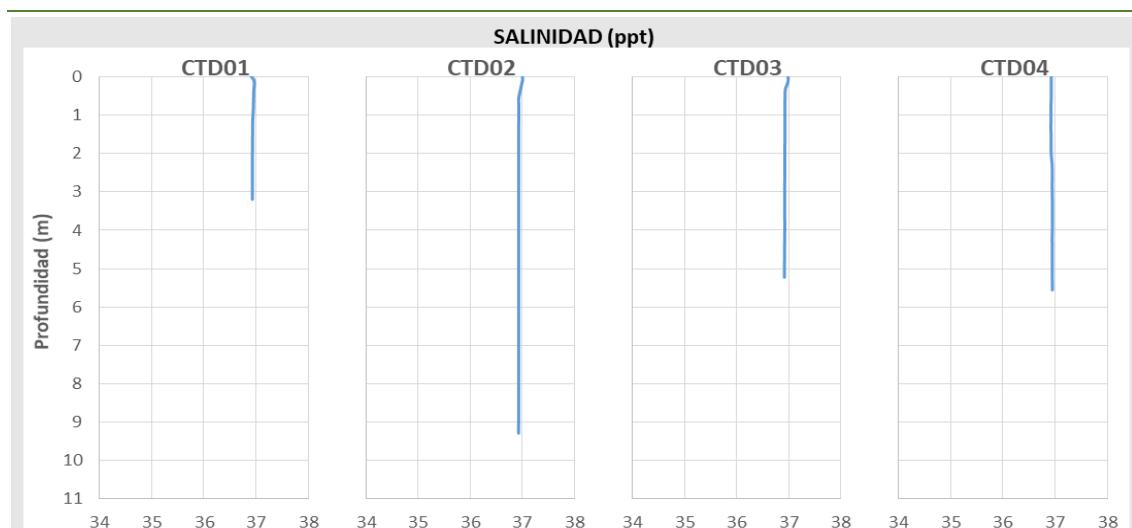


Figura 31. Perfiles de salinidad (PSU) en el Puerto de La Restinga.

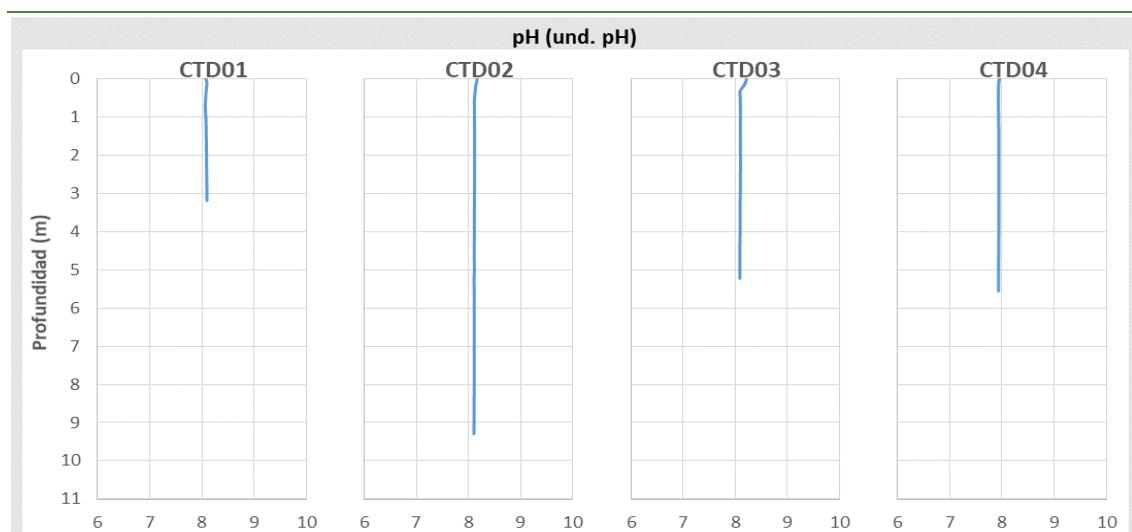


Figura 32. Perfiles de pH (unidades de pH) en el Puerto de La Restinga.

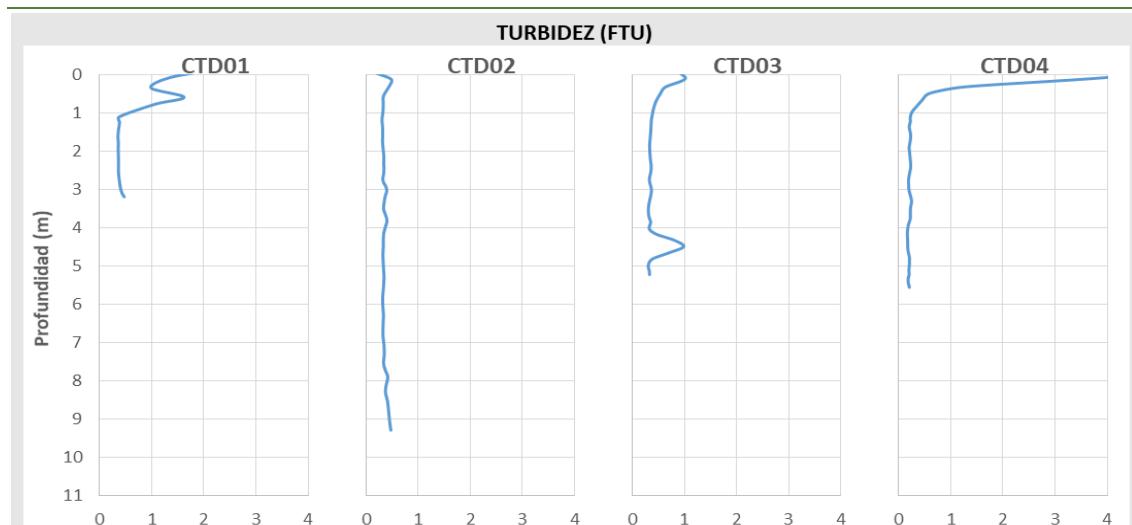


Figura 33. Perfiles de turbidez (FTU) en el Puerto de La Restinga.

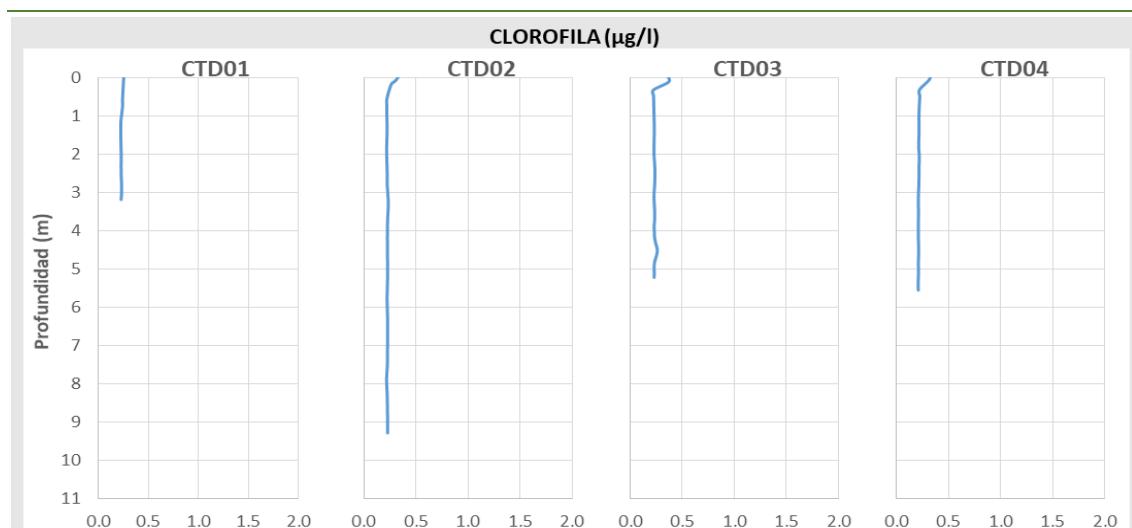


Figura 34. Perfiles de clorofila ($\mu\text{g/l}$) en el Puerto de La Restinga.

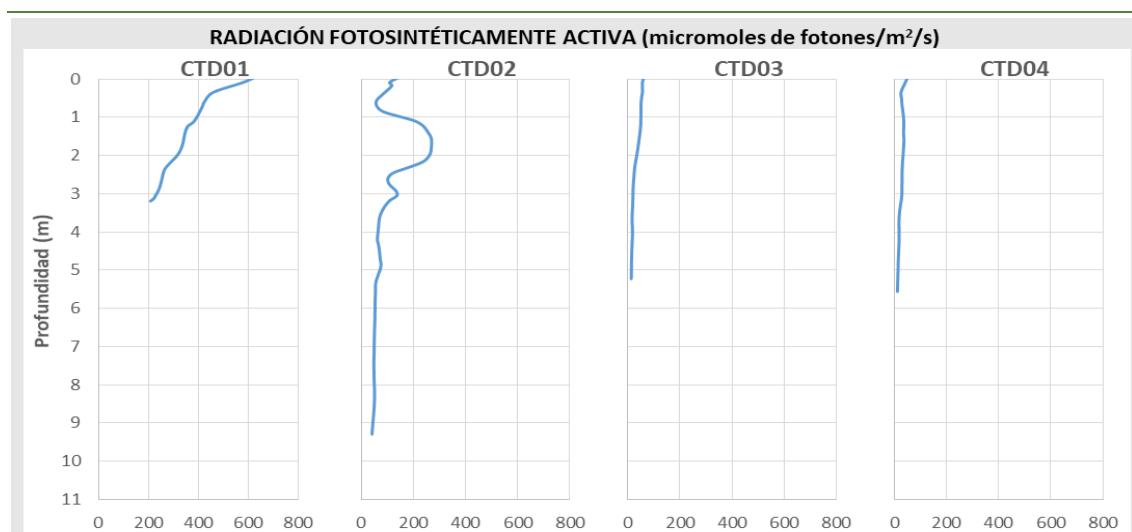


Figura 35. Perfiles de luz PAR (micromoles de fotones/ m^2/s) en el Puerto de La Restinga.

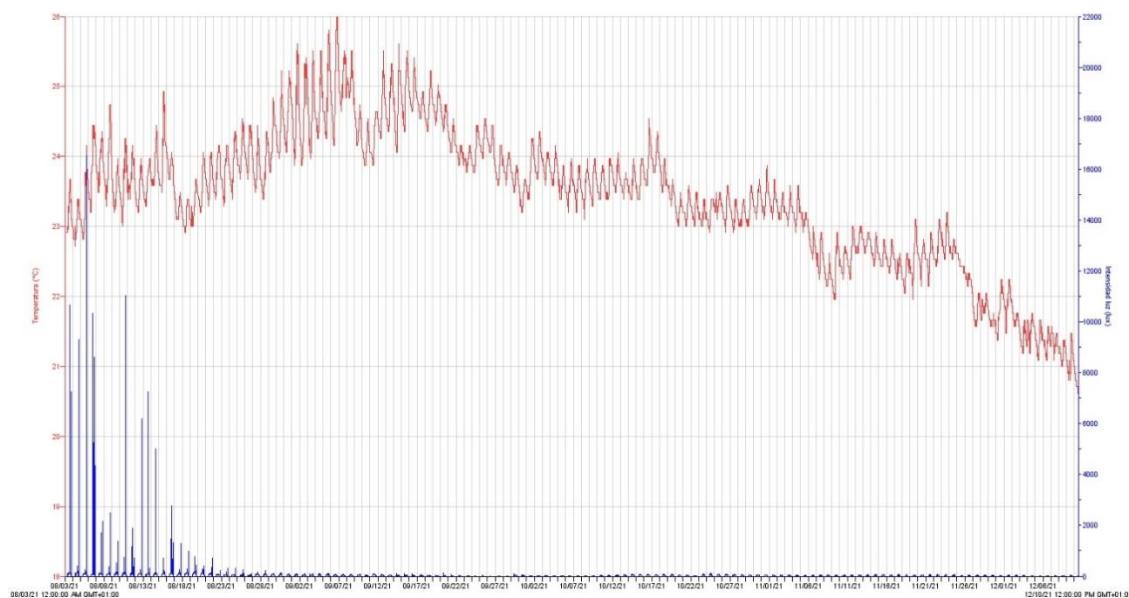


Figura 36. Series temporales de temperatura del agua e intensidad lumínica en el Puerto de La Restinga.

3.2.3 CARACTERIZACIÓN DEL SEDIMENTO

PUERTO DE ARRECIFE

La Tabla 31 del Anexo III muestra las abundancias macrofaunal en la estación de muestreo de sedimento en el Puerto de Arrecife y la Figura 37 la abundancia en porcentaje de los grupos taxonómicos más importantes. En total se recolectaron 19 especies, siendo el grupo más diverso el de los poliquetos con 14 especies. La especie más abundante fue el poliqueto *Lumbrineris cf latreilli* con 112 ejemplares, seguido del cnidario *Edwardsia sp.* con 92 individuos. Por el contrario, se identificaron 7 taxones representados únicamente por un individuo.

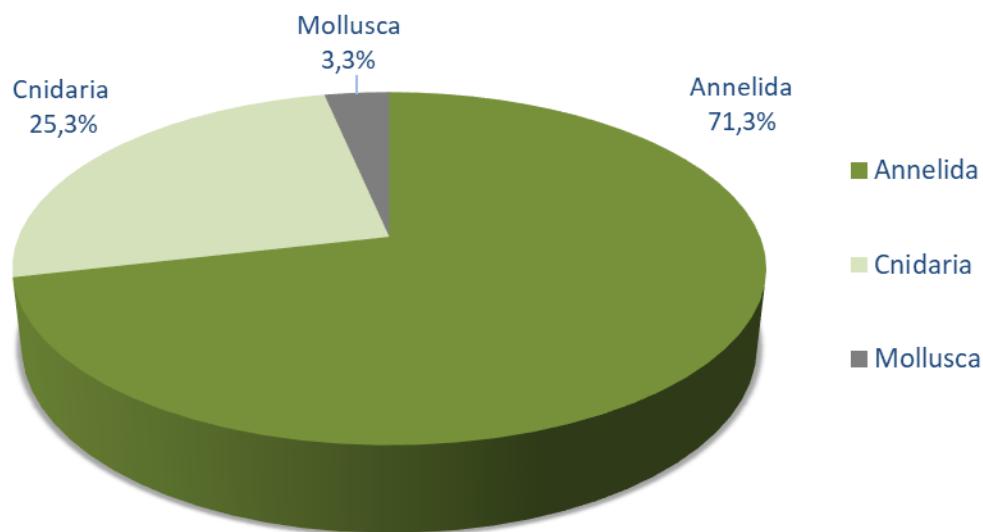


Figura 37. Abundancia en porcentaje de los grupos taxonómicos macrofaunales más importantes.

La Figura 38 y la Figura 39 muestran los valores de los índices AMBI y M-AMBI, respectivamente, obtenidos en la estación de muestreo. En la Tabla 4 se presentan los valores numéricos del índice M-AMBI y su relación con el estado ecológico, según los límites de cambio de clase de estado de las aguas naturales superficiales costeras de Canarias, del Real Decreto 817/2015. El valor del índice refleja un MUY BUENO estado ecológico en la estación de estudio.

Tabla 4. Valores calculados del índice M-AMBI y su relación con el estatus ecológico según los criterios del Real Decreto 817/2015.

| PARÁMETRO | LZ_MARINA_ORG |
|-----------------------|------------------------|
| AMBI | 2,413 |
| Grado de perturbación | Ligeramente perturbado |
| Diversidad | 2,61 |
| Riqueza | 19 |
| M-AMBI | 1,00 |
| Estatus Ecológico | Muy bueno |

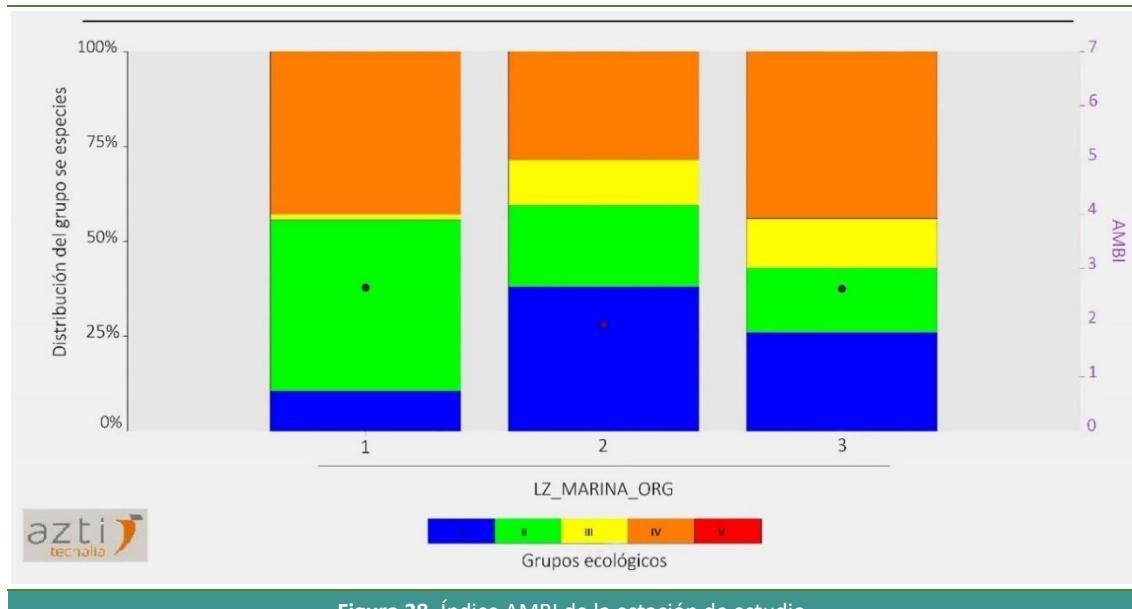


Figura 38. Índice AMBI de la estación de estudio.

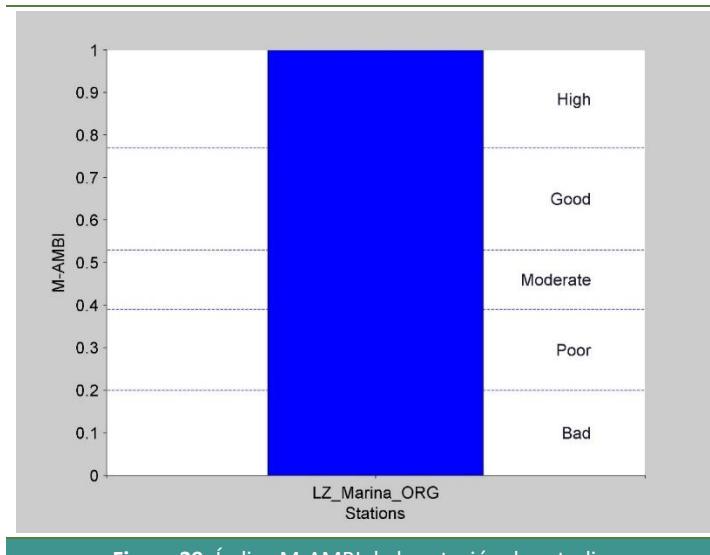


Figura 39. Índice M-AMBI de la estación de estudio.

PUERTO DE LA RESTINGA

La Tabla 32 del Anexo III muestra las abundancias macrofaunal en la estación de muestreo de sedimento en el Puerto de Arrecife y la Figura 40 la abundancia en porcentaje de los grupos taxonómicos más importantes. Se contabilizaron un total de 295 ejemplares pertenecientes a 4 filos taxonómicos, de los cuales, el 68,8% de los individuos pertenecen a un solo grupo, los anélidos. En total se recolectaron 22 especies, siendo el grupo más diverso el de los poliquetos con 13 especies. La especie más abundante fue el poliqueto *Monticellina dorsobranchialis* con 86 ejemplares, seguido del poliqueto *Nainereis laevigata* con 49 individuos. Por el contrario, se identificaron 9 taxones representados únicamente por un individuo.

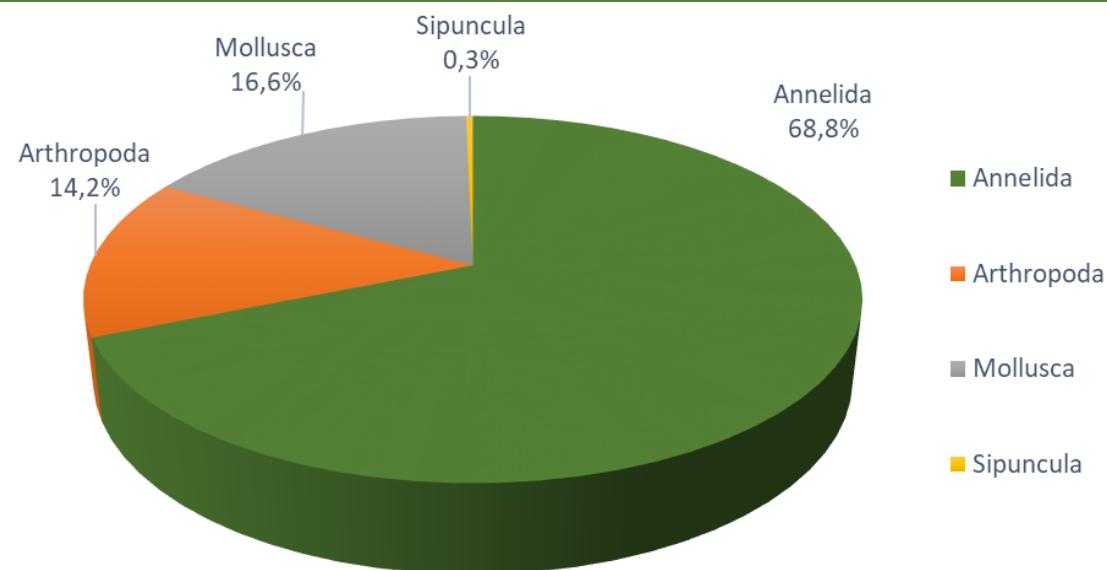


Figura 40. Abundancia en porcentaje de los grupos taxonómicos macrofaunales más importantes.

La Figura 41 y la Figura 42 muestran los valores de los índices AMBI y M-AMBI, respectivamente, obtenidos en la estación de muestreo. En la Tabla 4 se presentan los valores numéricos del índice M-AMBI y su relación con el estado ecológico, según los límites de cambio de clase de estado de las aguas naturales superficiales costeras de Canarias, del Real Decreto 817/2015. El valor del índice refleja un MUY BUENO estado ecológico en la estación de estudio.

Tabla 5. Valores calculados del índice M-AMBI y su relación con el estatus ecológico según los criterios del Real Decreto 817/2015.

| PARÁMETRO | EH_RESTINGA_ORG |
|-----------------------|------------------------|
| AMBI | 2,554 |
| Grado de perturbación | Ligeramente perturbado |
| Diversidad | 3,10 |
| Riqueza | 21 |
| M-AMBI | 1,00 |
| Estatus Ecológico | Muy bueno |

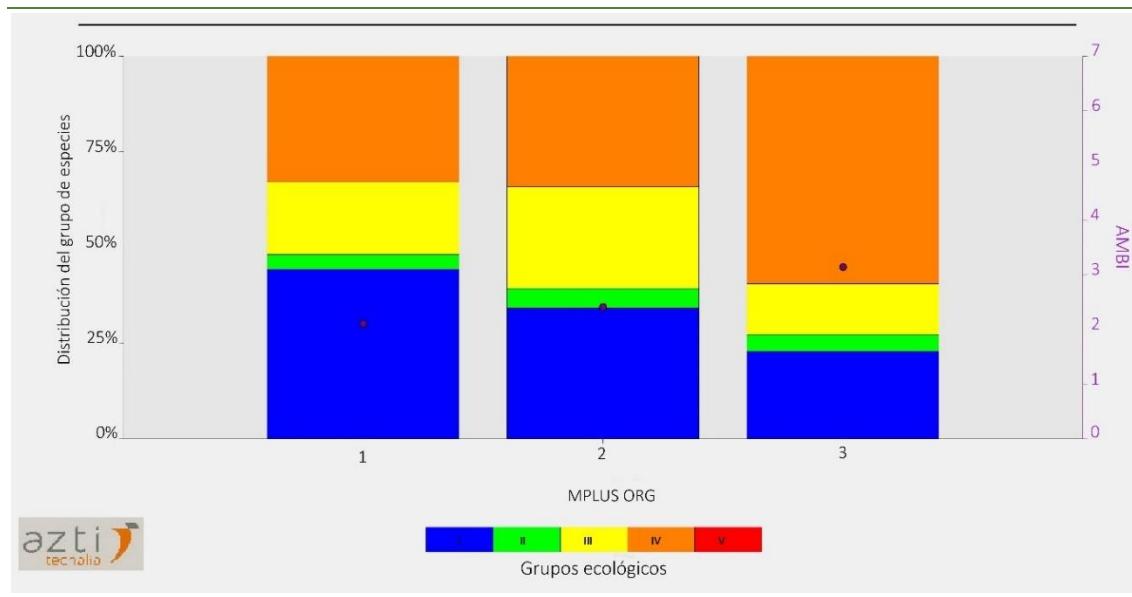


Figura 41. Índice AMBI de la estación de estudio.

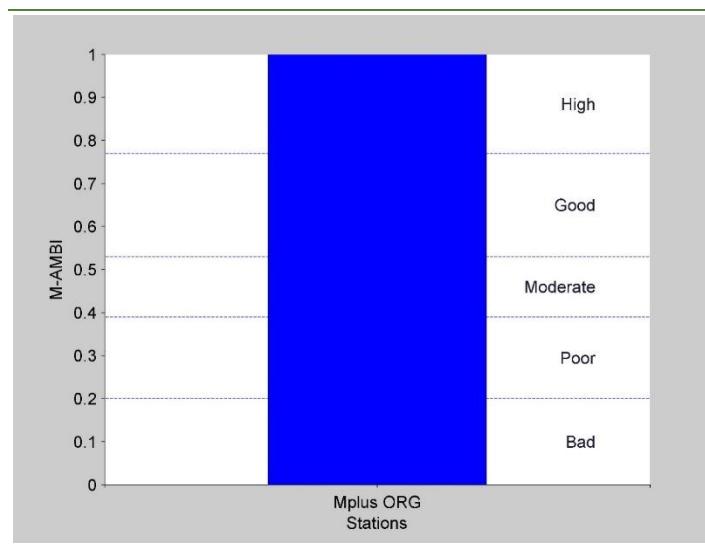


Figura 42. Índice M-AMBI de la estación de estudio.

3.3 LISTADO DE ESPECIES ALÓCTONAS POR PUERTO

Se identificaron un total de 8 especies alóctonas en el Puerto de Arrecife (Tabla 6). De estas, todas son invertebrados pertenecientes a cuatro Phylum. La especie más común fue *Schizoporella errata*, que se encontró todas las zonas de estudio de este puerto, seguida de *Amathia verticillata* y *Botrylloides cf. leachii*, ambas distribuidas en dos zonas (Muelle deportivo e Islote de Fermina y espigón interno).

Tabla 6. Listado de especies alóctonas por zonas del Puerto de Arrecife. Las zonas son 1: Diques externos, 2: Diques internos, 3: Playa de La Arena, 4: Muelle deportivo, 5: Playa de El Reducto y 6: Islote de Fermina y espigón interno.

| PHYLUM | CLASE | TAXA | ZONAS | | | | | |
|--------------------|----------------------|-----------------------------------|-------|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Chlorophyta | Chlorophyceae | <i>Pseudotetraspora marina</i> | | | | | X | |
| Annelida | Polychaeta | <i>Branchiomma luctuosum</i> | | | | | X | |
| | | <i>Branchiomma bairdi</i> | | | | | X | |
| Bryozoa | Gymnolaemata | <i>Amathia verticillata</i> | | | | | X | X |
| | | <i>Schizoporella errata</i> | | X | X | X | X | X |
| | | <i>Botrylloides cf. diegensis</i> | | | | | X | |
| Chordata | Asciidiacea | <i>Botrylloides cf. leachii</i> | | | | | X | X |
| | | <i>Lissoclinum perforatum</i> | | | | | X | |

En el Puerto de La Restinga se identificó un mayor número de especies alóctonas, 12, que se distribuyen en cinco Phylum (Tabla 7), siendo Chordata el más representado con seis especies. La especie más común fue el briozoario *Schizoporella errata*, presente en las cuatro zonas de estudio. Le siguen los poríferos *Heteropia glomerosa* y *Paraleucilla magna*, distribuidos en tres y dos zonas, respectivamente.

Tabla 7. Listado de especies alóctonas por zonas del Puerto de La Restinga. Las zonas son 1: Pantalanes, 2: Diques del Puerto, 3: Entre diques y 4: Contradique.

| PHYLUM | CLASE | TAXA | ZONAS | | | |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Chlorophyta | Chlorophyceae | <i>Pseudotetraspora marina</i> | | | | |
| Porifera | Calcarea | <i>Heteropia glomerosa</i> | | X | X | X |
| | | <i>Paraleucilla magna</i> | | X | | X |
| Bryozoa | Gymnolaemata | <i>Amathia verticillata</i> | | X | | |
| | | <i>Schizoporella errata</i> | | X | X | X |
| Arthropoda (Crustacea) | Malacostraca | <i>Cronius ruber</i> | | | | |
| | | <i>Botrylloides sp.</i> | | X | | |
| Chordata | Asciidiacea | <i>Botrylloides cf. diegensis</i> | | X | | |
| | | <i>Botrylloides cf. nigrum</i> | | X | | |
| | | <i>Distaplia corolla</i> | | X | | |
| | | <i>Lissoclinum perforatum</i> | | X | | |
| | | <i>Microcosmus squamiger</i> | | X | | |

3.4 DISTRIBUCIÓN, ESTADO ACTUAL, VECTORES DE ENTRADA Y POTENCIAL INVASOR DE LAS ESPECIES EXÓTICAS

Antes de entrar en el análisis específico, es necesario hacer una serie de puntuaciones. Por un lado, normalmente resulta muy complicado, a veces imposible, conocer el origen exacto de una determinada especie exótica, sobre todo si ésta presenta una distribución mundial muy amplia. Puede darse el caso de que una misma especie haya llegado desde zonas diferentes de su área de distribución original. Por otro y en relación a los vectores de entrada, siempre se expresa como “*probables*”, ya que existe un cierto grado de incertidumbre al respecto debido a: (1) es necesario determinar si una especie nueva ha podido llegar por sus propios medios (no sería exótica *sensu stricto*) o si realmente ha sido introducida, (2) en cuyo caso suele haber también una cierta incertidumbre acerca del vector de entrada, a no ser que haya sido observada *in situ* en el mismo.

Se considera que hay tres fases o transiciones en la introducción de especies (sin contar el transporte): introducción, establecimiento e invasión. Aunque hay discrepancias sobre la mejor terminología, según la UICN (*Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza*) las especies exóticas invasoras son las que se establecen en ecosistemas o hábitats naturales o seminaturales, son un agente de cambio y amenazan la diversidad biológica nativa (Fuente: web InvasIBER). Siendo rigurosos, pese a que hay evidencias del posible establecimiento (con reproducción exitosa) de algunas e, incluso, sospechas razonables de que puedan ser una amenaza para la diversidad biológica nativa, por el momento ningún estudio ha demostrado que alguna de las especies de especies de fauna marinas exóticas de Canarias sea invasora. Alguna de ellas si ha demostrado ese carácter en otras zonas similares. Por lo cual, apartándonos en el **principio de precaución**, parece razonable calificarlas, al menos, como especies exóticas con potencial invasor, siendo un indicador de éste el grado de establecimiento en las islas y la velocidad de expansión por el archipiélago.

A continuación y para cada una de las especies alóctonas identificadas en este estudio, se presenta una ficha descriptiva con su distribución, el estado actual, su/sus posibles vectores de entrada y el potencial invasor. Las especies están ordenadas por la secuencia evolutiva de los taxones a los que pertenecen.

Pseudotetraspora marina Wille, 1906



Filo: Chlorophyta

Clase: Chlorophyceae

Orden: Chlamydomonadales

Familia: Palmellopsidaceae

Género: Pseudotetraspora

- **Distribución mundial:** especie citada en áreas tropicales y subtropicales occidentales del Océano Atlántico.
- **Registro en Canarias:** conocida en las islas desde 2004 (Afonso-Carrillo et al., 2007).
- **Estado actual de las poblaciones:** a pesar de ser una especie estacional, cada vez es más abundante en muchas zonas de Canarias.
- **Vector probable de llegada:** transporte marítimo, en incrustaciones del casco de las embarcaciones y/o aguas de lastre.
- **Potencial invasor:** teniendo en cuenta las poblaciones y los blooms masivos que se han registrado en algunas zonas del archipiélago, podría tener un efecto localmente importante sobre las comunidades nativas.

***Heteropia glomerosa* (Bowerbank, 1873)**



Filo: Porifera

Clase: Calcarea

Orden: Leucosolenida

Familia: Heteropidae

Género: *Heteropia*

- **Distribución mundial:** se describió formalmente en 1873 en “Agulhas bank” en Suráfrica. Es una esponja del Indo-Pacífico, reconocida como alóctona en el Atlántico. Es la tercera especie exótica de esponja calcárea citada en el Atlántico y la segunda que supuestamente provino del Indo-Pacífico, citada por primera vez para el Atlántico por Klautau M. et al en 2020 para la costa de Brasil.
- **Registro en Canarias:** no existe hasta la fecha cita en Canarias. En caso de confirmarse, sería la primera cita de esta especie en este lado del Atlántico.
- **Estado actual de las poblaciones:** en la Marina de La Restinga presenta poblaciones localmente abundantes.
- **Vector probable de llegada:** transporte marítimo, en incrustaciones del casco de las embarcaciones y/o aguas de lastre.
- **Potencial invasor:** teniendo en cuenta las poblaciones que se han visto, no parece que pueda suponer una amenaza grave para la diversidad nativa.

Paraleucilla magna Klautau, Monteiro & Borojevic, 2004



Filo: Porifera

Clase: Calcarea

Orden: Leucosolenida

Familia: Amphoriscidae

Género: *Paraleucilla*

- **Distribución mundial:** se describió formalmente en 2004 en la bahía de Río de Janeiro (Brasil) Klautau *et al*, 2004, aunque su presencia había sido detectada ya en 2001, en mejilloneras del sur de Italia. Desde entonces está proliferando por amplias zonas del litoral y, aunque en un principio sólo formaba poblaciones densas en zonas eutrofizadas como puertos y granjas marinas, actualmente está colonizando también ambientes bien preservados del litoral rocoso del mar Mediterráneo.
- **Registro en Canarias:** no existe hasta la fecha citas en Canarias en publicaciones científicas. Se registró su presencia en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife en el año 2019 en el marco de un informe técnico (Monterroso *et al* 2019).
- **Estado actual de las poblaciones:** parece presentar poblaciones bastante abundantes en varios puertos de canarias, teniendo mucha similitud con otra especie de esponja calcárea *Grantia compressa* (L. Moro 2019 com.pers.).
- **Vector probable de llegada:** transporte marítimo, en incrustaciones del casco de las embarcaciones y/o aguas de lastre.
- **Potencial invasor:** teniendo en cuenta las poblaciones que se han visto, no parece que pueda suponer una amenaza grave para la diversidad nativa.

Branchiomma luctuosum (Grube, 1870)



Filo: Annelida

Clase: Polychaeta

Orden: Sabellida

Familia: Sabellidae

Género: Branchiomma

- **Distribución mundial:** originalmente descrita para el Mar Rojo. Bianchi en 1983 informo de su presencia como especie alóctona en el Mar Mediterráneo y desde este hallazgo, se ha registrado un dinámico proceso de invasión ininterrumpida a lo largo de toda la cuenca mediterránea, desde las costas turcas hasta las españolas (Romero A.F. et al 2019).
- **Registro en Canarias:** Herrera R. et al (2017).
- **Estado actual de las poblaciones:** parece estar en clara expansión de sus poblaciones, apareciendo de forma abundante en Puertos.
- **Vector probable de llegada:** transporte marítimo.
- **Potencial invasor:** alto. Incluida en la lista de las 100 peores especies marinas exóticas invasoras en el mar Mediterráneo.

***Branchiomma bairdi* (McIntosh, 1885)**



Filo: Annelida

Clase: Polychaeta

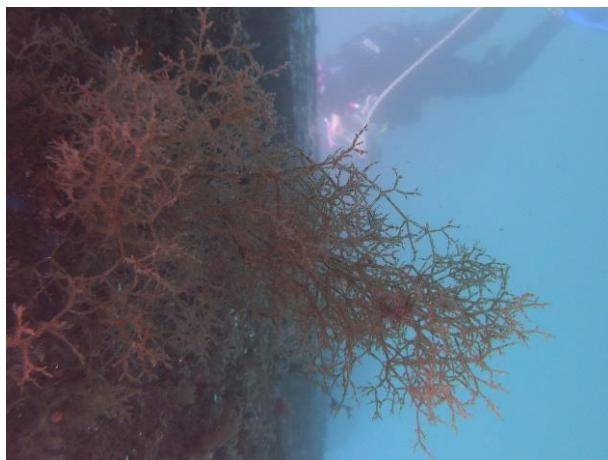
Orden: Sabellida

Familia: Sabellidae

Género: Branchiomma

- **Distribución mundial:** fue descrita para Bermuda y su distribución original se limitaba a la región del Gran Caribe, aunque actualmente es una especie exótica invasora en el Golfo de California, en el Mar Mediterráneo y en las Islas Canarias, además se ha registrado en el Pacífico sur de México.
- **Registro en Canarias:** Arias et al en 2013.
- **Estado actual de las poblaciones:** parece estar en clara expansión de sus poblaciones, apareciendo de forma abundante en Puertos.
- **Vector probable de llegada:** transporte marítimo.
- **Potencial invasor:** Alto.

***Amathia verticillata* (delle Chiaje, 1822)**



Filo: Bryozoa

Clase: Gymnolaemata

Orden: Ctenostomatida

Familia: Vesiculariidae

Género: Amathia

- **Distribución mundial:** descrito por primera vez en el Mediterráneo (Nápoles, Italia) y ahora distribuido por aguas tropicales, subtropicales y templado-cálidas alrededor del mundo. Se considera criptogénica en el Atlántico tropical y subtropical.
- **Registro en Canarias:** citada en varias ocasiones como la sinonimia *Zoobotryon verticillatum* (delle Chiaje, 1822), en Ojeda *et al* 2005, Martínez, A. *et al* 2007, Ortea, J. *et al* 2009, Michin Dan 2012, Michin *et al.* 2012.
- **Estado actual de las poblaciones:** abundante y en expansión, pero siempre localizada, hasta la fecha, dentro de los ambientes portuarios.
- **Vector probable de llegada:** transporte marítimo, en incrustaciones del casco de las embarcaciones.
- **Potencial invasor:** si bien en Canarias no se ha constatado la presencia de esta especie fuera de las marinas de los puertos y por el momento ningún estudio ha demostrado que pueda ser una amenaza para la diversidad biológica nativa, en otras zonas del mundo se ha comprobado que causa daños ecológicos debido a su capacidad de expansión; recubre y asfixia la flora y fauna locales (Amat & Tempera, 2009 citado por Tovar-Hernández *et al.*, 2012). Su filtración acelerada perjudica la red alimentaria; interrumpe el flujo de las embarcaciones al incrustarse en estructuras sumergidas; obstruye tuberías marinas industriales y afecta la pesquería al adherirse en artes de pesca. El Programa de Detección Temprana de Estados Unidos, la considera una especie invasora (Benavides *et al.*, 2002 citado por Medina-Rosas & Tovar-Hernández, 2012).

***Schizoporella errata* (Waters, 1878)**



Filo: Bryozoa

Clase: Gymnolaemata

Orden: Cheilostomatida

Familia: Schizoporellidae

Género: *Schizoporella*

- **Distribución mundial:** especie ampliamente distribuida a lo largo del mundo, su origen es discutido, considerada como nativa probable en el mar Mediterráneo.
- **Registro en Canarias:** la primera cita es de Moro, L. et al 2018.
- **Estado actual de las poblaciones:** abundante y en expansión, pero localizada principalmente dentro de los ambientes portuarios.
- **Vector probable de llegada:** transporte marítimo, en incrustaciones del casco de las embarcaciones.
- **Potencial invasor:** *S. errata* es considerada una especie vigorosamente invasiva que ahora se extiende por todo el mundo de aguas templadas a subtropicales (Hayward y McKinney 2002). Es un fuerte competidor para el espacio y se sabe que inhibe el crecimiento de especies adyacentes. Se considera que es un "ingeniero de ecosistemas" debido a su capacidad para formar incrustaciones masivas, sobre crecer otros organismos y modificar las características del hábitat, tal y como hemos comprobado en las placas instaladas en el marco de este proyecto. A pesar de ello, hasta la fecha en Canarias no se ha constatado evidencias de amenazas graves para la biodiversidad nativa, a pesar de que parece que sus poblaciones van en aumento.

***Cronius ruber* (Lamarck, 1818)**



Filo: Arthropoda

Clase: Malacostrata

Orden: Decapoda

Familia: Portunidae

Género: *Cronius*

- **Distribución mundial:** especie de distribución pantropical.
- **Registro en Canarias:** citada citado por primera vez en Canarias en el 2016 (González et al., 2017), siendo en ese momento el registro más septentrional de la especie pero recientemente ha sido registrada en la isla de Madeira (Schäfer et al, 2019).
- **Estado actual de las poblaciones:** muy abundante y en clara expansión, siendo capturada comúnmente por pescadores profesionales en nasas.
- **Vector probable de llegada:** transporte marítimo.
- **Potencial invasor:** alto poder invasor y, si bien aún no se publicado estudios sobre su impacto sobre la fauna local, probablemente está compitiendo y desplazando a otras especies de decápodos nativos.

***Distaplia corolla* Monniot F.,1974**



Filo: Chordata

Clase: Ascidiacea

Orden: Aplousobranchia

Familia: Holozoidae

Género: *Distaplia*

- **Distribución mundial:** especie considerada de distribución caribeña, descrita de ejemplares de las islas Azores (Monniot, 1974), citada en Madeira y Porto Santo (Wirtz, 2013) y también en las islas de Cabo verde (Morri *et al.*, 2000).
- **Registro en Canarias:** Moro *et al.*, 2018.
- **Estado actual de las poblaciones:** numerosas colonias en los flotadores de los pantalanes del Puerto de La Restinga. Se ha observado una pequeña colonia en el Cajón hundido de San Andrés (S/C de Tenerife) y varias colonias en la dársena de pesca y en la dársena del Este en Puerto de Santa Cruz (Monterroso *et al.*, 2019), especie que parece en expansión.
- **Vector probable de llegada:** tráfico marítimo.
- **Potencial invasor:** en Canarias no registrado.

***Lissoclinum perforatum* (Giard, 1872)**



Filo: Chordata

Clase: Ascidiacea

Orden: Aplousobranchia

Familia: Didemnidae

Género: *Lissoclinum*

- **Distribución mundial:** especie de distribución atlántico-mediterránea que se ha introducido en el Atlántico occidental (Monniot 1983, Rocha et al. 2005, Rocha and Bonnet 2009, Días et al. 2013). En el año 2016 Turon, X. et al., citan esta especie en el Océano Pacífico, lo que representa una notable expansión en su distribución.
- **Registro en Canarias:** varias referencias, pero sin determinar las zonas donde se recolectaron, Vázquez E. 1994, habla de citada en Azores, Canarias, en las costas de Marruecos y en el Caribe, sin aportar las referencias.
- **Estado actual de las poblaciones:** localizada principalmente dentro de los ambientes portuarios, cada vez parece más abundante y en expansión.
- **Vector probable de llegada:** tráfico marítimo.
- **Potencial invasor:** en Canarias no registrado.

***Microcosmus squamiger* Michaelsen, 1927**



Filo: Chordata

Clase: Ascidiacea

Orden: Stolidobranchia

Familia: Pyuridae

Género: *Microcosmus*

- **Distribución mundial:** especie nativa probablemente de Australia, introducida en el Sur de California, Sudáfrica, Mozambique, Mediterráneo, Madeira y Canarias.
- **Registro en Canarias:** Turon et al. en 2007 señalan que la especie está presente en Canarias (colección de los autores) si bien no señalan ninguna localidad. Moro et al 2018 registran una especie del mismo género, *Microcosmus exasperatus*, en la playa de las Teresitas (S/C de Tenerife). El estudio de Turon et al en 2007 mostró que la mayoría de las determinaciones de *M. exasperatus* de estudios anteriores correspondían a *M. squamiger*, la cual es más común en las costas del Atlántico. Esto sugiere que *M. squamiger* ha entrado en el Mediterráneo a través del Estrecho de Gibraltar, mientras que la distribución restringida en el Mediterráneo oriental de *M. exasperatus* sugiere que esta especie es probablemente un migrante lessepsiano. Por lo tanto y debido a la facilidad de confusión entre ambas especies, el registro de *M. exasperatus* para Canarias podría en realidad atribuible a la especie *M. squamiger*.
- **Estado actual de las poblaciones:** localizada principalmente dentro de los ambientes portuarios, cada vez parece más abundante y en expansión.
- **Vector probable de llegada:** tráfico marítimo.
- **Potencial invasor:** esta ascidia solitaria tiene un gran potencial invasor, si bien en Canarias no está bien documentado.

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



Filo: Chordata

Clase: Ascidiacea

Orden: Stolidobranchia

Familia: Styelidae

Género: *Polyandrocarpa*

- **Distribución mundial:** descrita a partir de ejemplares del Perú, se distribuye en diversas regiones del Pacífico y el Atlántico. Dado que es una especie conspicua y con marcado crecimiento, la sucesión de registros recientes en el Mediterráneo hace pensar que se trata de una especie alóctona en expansión.
- **Registro en Canarias:** en La Restinga Herrera et al en 2017.
- **Estado actual de las poblaciones:** localizada dentro de los ambientes portuarios, posiblemente en expansión.
- **Vector probable de llegada:** tráfico marítimo.
- **Potencial invasor:** en Canarias no registrado.

4. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

En este apartado se exponen, de manera clara y concisa, las conclusiones extraídas del análisis e interpretación de los datos presentados en el apartado anterior de resultados. Estás están dirigidas, en la medida de lo posible y en función de la información disponible, a valorar la presencia de especies alóctonas, su origen, distribución mundial, distribución y abundancia en el área de estudio actual, los vectores de entrada y el potencial invasor.

Seguidamente, se formulan propuestas de actuación prioritarias para la gestión de especies con potencial invasor, priorizando las estrategias de prevención sobre las de contención, control o mitigación/erradicación.

Además, se desarrollan diversos protocolos de seguimiento de las especies invasoras, así como propuesta de divulgación de la información entre los posibles agentes implicados (Autoridades Portuarias, Consignatarios, Armadores, y Administraciones competentes).

4.1 CONCLUSIONES

4.1.1 LISTADO Y DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES ALÓCTONAS

Se identificaron un total de 8 y 12 especies alóctonas en las zonas de estudio de los puertos de Arrecife y La Restinga, respectivamente, cuyas características principales son las siguientes:

PUERTO DE ARRECIFE

- Las 8 especies identificadas son invertebrados pertenecientes a cuatro Phylum (Tabla 6).
- En todas las zonas del puerto se encontraron especies alóctonas, pero su distribución principal fue en la Zona 4-Muelle Deportivo (7 especies), Zona 6-Isleta de Fermina y espigón interno (3 especies) y Zona 5-(dos especies) (Figura 43). En las restantes zonas únicamente se identificó una especie.
- La especie más común fue *Schizoporella errata*, que se encontró todas las zonas de estudio de este puerto, seguida de *Amathia verticillata* y *Botrylloides cf. leachii*, ambas distribuidas en dos zonas (Muelle deportivo e Isleta de Fermina y espigón interno).

PUERTO DE LA RESTINGA

- Las 12 especies identificadas son invertebrados pertenecientes a cinco Phylum, siendo Chordata el más representado con seis especies (Tabla 7).

- En las cuatro zonas del puerto se encontraron especies alóctonas, pero su distribución principal fue en la Zona 1-Pantalanes (10 especies), Zona 4- Contradique (3 especies) (Figura 44). En la Zona 2-Diques del Puerto y la Zona 3-Entre diques se identificaron dos y una especies, respectivamente.
- La especie más común fue el briozoario *Schizoporella errata*, presente en las cuatro zonas de estudio. Le siguen los poríferos *Heteropia glomerosa* y *Paraleucilla magna*, distribuidos en tres y dos zonas, respectivamente.



Figura 43. Distribución de especies alóctonas en el Puerto de Arrecife.

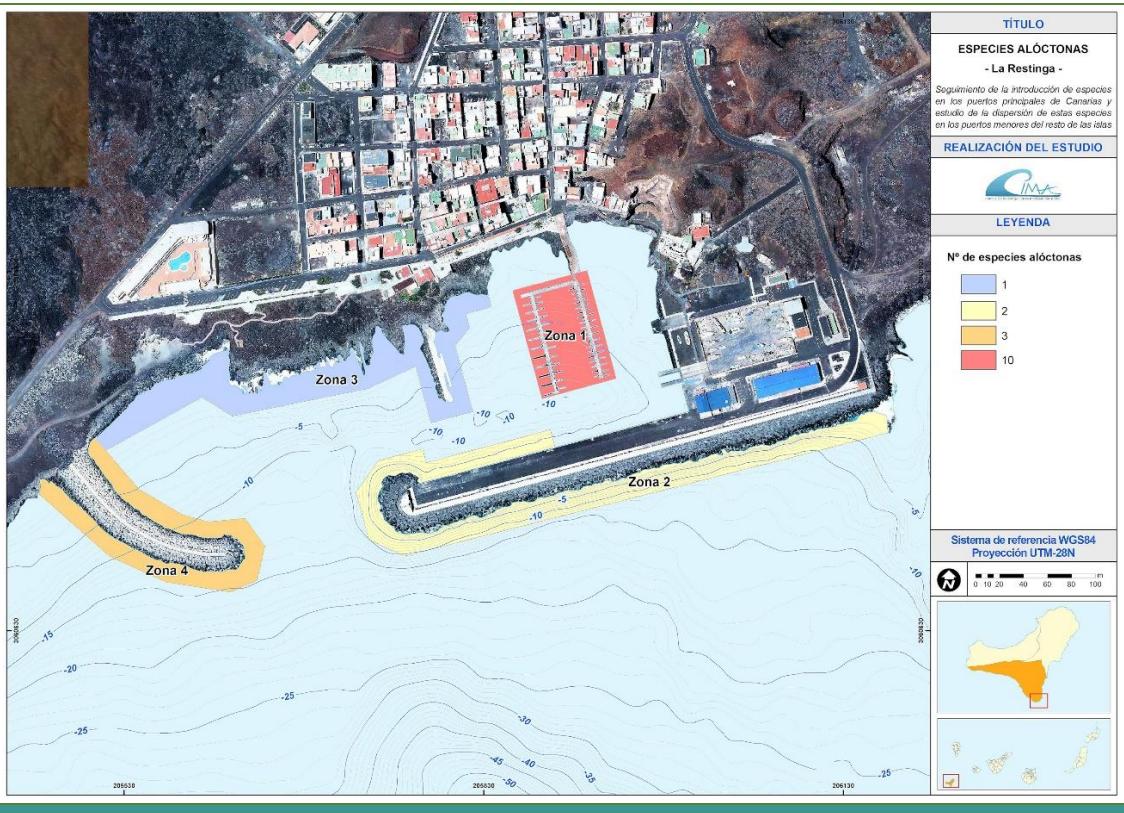


Figura 44. Distribución de especies alóctonas el Puerto de La Restinga.

4.1.2 DISTRIBUCIÓN, ESTADO ACTUAL, VECTORES DE ENTRADA Y POTENCIAL INVASOR DE LAS ESPECIES EXÓTICAS

Se realizó una recopilación de la información disponible y más actualizada de las 12 especies exóticas de invertebrados identificadas en relación a; su origen o distribución mundial, la distribución, registros y estado actual en Canarias, los vectores de entrada y su posible potencial invasor (Tabla 8). A este respecto, es importante puntualizar los siguientes aspectos:

- Normalmente resulta muy complicado, a veces imposible, conocer el origen exacto de una determinada especie exótica, sobre todo si ésta presenta una distribución mundial muy amplia.
- En relación a los vectores de entrada, siempre se expresa como “probables”, ya que existe un cierto grado de incertidumbre al respecto debido a: (1) es necesario determinar si una especie nueva ha podido llegar por sus propios medios (no sería exótica *sensu stricto*) o si realmente ha sido introducida, (2) en cuyo caso suele haber también una cierta incertidumbre acerca del vector de entrada, a no ser que haya sido observada *in situ* en el mismo.
- Pese a que hay evidencias del posible establecimiento (con reproducción exitosa) de algunas especies exóticas invasoras identificadas en este estudio, incluso, sospechas razonables de que puedan ser una amenaza para la diversidad biológica nativa, por

el momento ningún estudio ha demostrado que alguna de estas sea invasora en Canarias. Alguna de ellas si ha demostrado ese carácter en otras zonas similares, por lo cual y en base al principio **de precaución**, se han clasificado, al menos, como especies exóticas con potencial invasor.

Teniendo en cuenta la escasa información existente sobre la incidencia de los posibles vectores de introducción de especies marinas en los puertos de estudio, tales como, el agua de lastre o el transporte en restos flotantes, las incrustaciones o biofouling en los cascos de los barcos parece ser el vector más importante y con mayor riesgo.

Tabla 8. Distribución, estado actual, vectores de entrada y potencial invasor de las especies exóticas identificadas en este estudio.

| ESPECIE | DISTRIBUCIÓN Y ESTADO ACTUAL DE LAS POBLACIONES EN CANARIAS | VECTOR PROBABLE DE ENTRADA | POTENCIAL INVASOR |
|--------------------------------------|---|---|-------------------|
| <i>Pseudotetraspora marina</i> Wille | A pesar de ser una especie estacional, cada vez es más abundante en muchas zonas de Canarias. | Transporte marítimo: - Incrustaciones casco - Aguas de lastre | MEDIO |
| <i>Heteropia glomerosa</i> | En la Marina de La Restinga presenta poblaciones localmente abundantes | Transporte marítimo: - Incrustaciones casco - Aguas de lastre | BAJO |
| <i>Paraleucilla magna</i> Klautau | Parece presentar poblaciones bastante abundantes en varios puertos de canarias. Se registró su presencia por primera vez en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife en el año 2019. | Transporte marítimo: - Incrustaciones casco - Aguas de lastre | BAJO |
| <i>Branchiomma luctuosum</i> | Parece estar en clara expansión de sus poblaciones apareciendo de forma abundante en Puertos. | Transporte marítimo: - Incrustaciones casco - Aguas de lastre | ALTO |
| <i>Branchiomma bairdi</i> | Parece estar en clara expansión de sus poblaciones apareciendo de forma abundante en Puertos. | Transporte marítimo: - Incrustaciones casco - Aguas de lastre | ALTO |
| <i>Amathia verticillata</i> | Abundante y en expansión, pero siempre localizada hasta la fecha dentro de los ambientes portuarios | Transporte marítimo: - Incrustaciones casco | MEDIO |
| <i>Schizoporella errata</i> | Abundante y en expansión, pero localizada principalmente dentro de los ambientes portuarios. | Transporte marítimo: - Incrustaciones casco | MEDIO |
| <i>Cronius ruber</i> | Muy abundante y en clara expansión, siendo capturada comúnmente por pescadores profesionales en nasas. | Transporte marítimo: - Incrustaciones casco - Aguas de lastre | ALTO |

| | | |
|--|--|--|
| <i>Distaplia corolla</i> Monniot | Numerosas colonias en los flotadores de los pantalanes del Puerto de La Restinga. En estudios anteriores una pequeña colonia en el Cajón hundido de San Andrés (S/C de Tenerife) y varias colonias en la dársena de pesca y en la dársena del Este en Puerto de Santa Cruz, especie que parece en expansión. | Transporte marítimo: - <i>Incrustaciones casco</i> DESCONOCIDO - <i>Aguas de lastre</i> |
| <i>Lissoclinum perforatum</i> | Localizada principalmente dentro de los ambientes portuarios, cada vez parece más abundante, en expansión. | Transporte marítimo: - <i>Incrustaciones casco</i> DESCONOCIDO - <i>Aguas de lastre</i> |
| <i>Microcosmus squamiger</i> Michaelsen | Localizada principalmente dentro de los ambientes portuarios, cada vez parece más abundante, en expansión. | Transporte marítimo: - <i>Incrustaciones casco</i> MEDIO - <i>Aguas de lastre</i> |
| <i>Polyandrocarpa zorritensis</i> | Localizada dentro de los ambientes portuarios, posiblemente en expansión. | Transporte marítimo: - <i>Incrustaciones casco</i> DESCONOCIDO - <i>Aguas de lastre</i> |

4.2 ACTUACIONES PARA LA GESTIÓN DE ESPECIES CON POTENCIAL INVASOR

Los objetivos en la gestión de especies exóticas invasoras (EEI) o con potencial invasor, es minimizar las amenazas a (1) la biodiversidad, (2) a la salud humana y bienestar y (3) a la economía. Para ello, se propone un enfoque jerárquico donde las medidas pueden ser aplicadas en varios puntos del proceso de invasión, empezando desde la prevención, a la detección temprana y respuesta rápida, hasta el control, contención o la erradicación. Sin embargo, se priorizarán las estrategias de prevención, ya que cuanto más tarde son aplicadas dichas medidas, más costosas y menos efectivas serán. La prevención es por tanto la opción más efectiva en costo y ambientalmente más deseable, y debería dársele prioridad en cualquier estrategia de gestión de EEI.

En los siguientes apartados se presenta una serie de actuaciones encaminadas a la gestión de especies exóticas invasoras o con potencial invasor, introducidas de forma no intencionada en los ambientes marinos y costeros de las infraestructuras. La posible introducción de especies alóctonas a través de las aguas de lastre queda fuera del alcance de estas recomendaciones, ya que estas se encuentran reguladas mediante normativa específica.

4.2.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Como se apuntó anteriormente, hay una jerarquía de cuatro opciones de gestión general para tratar con las especies invasoras exóticas: prevención, detección temprana y respuesta rápida, erradicación y control. De éstas, la prevención en la introducción de invasores exóticos es la primera y más rentable desde el punto de vista de los costes al medio ambiente y de los financieros. Las medidas propuestas son las siguientes, que se desarrollan a continuación:

1. Análisis de riesgo de las especies exóticas
2. Inclusión de nuevas especies en la legislación de especies exóticas invasoras
3. Inspección de las incrustaciones de los cascos de embarcaciones

ANÁLISIS DE RIESGOS DE LAS ESPECIES EXÓTICAS

Dada la incertidumbre asociada con la predicción de la invasividad de las especies y sus impactos potenciales, se debe adoptar un enfoque precautorio donde cada especie exótica debe considerarse como potencialmente invasora hasta que la evidencia convincente/científica indique lo contrario, que no presenta amenaza.

Consecuentemente, para cada una de las especies exóticas que se identifiquen (las incluidas en este trabajo y las futuras) se deberá realizar un **análisis de riesgos**, con el objeto de evaluar de una forma científico-técnica la probabilidad y las consecuencias (riesgo) de su introducción y establecimiento en el medio natural, así como la inclusión de posibles medidas que puedan aplicarse para reducir o controlar esos riesgos. En base al Reglamento (UE) nº 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de octubre de 2014, sobre la prevención y la gestión de la introducción y propagación de especies exóticas invasoras, el análisis de riesgo deberá incluir, al menos, los siguientes aspectos:

- a) Una descripción de la especie con su identidad taxonómica, su historial y su área de distribución natural y potencial.
- b) Una descripción de sus patrones y de su dinámica de reproducción y propagación incluyendo una evaluación de si se dan las condiciones medioambientales necesarias para su reproducción y propagación.
- c) Una descripción de las posibles vías de introducción y propagación de las especies.
- d) Un análisis minucioso de riesgos de introducción, establecimiento y propagación en las condiciones de cambio climático actuales y previsibles.
- e) Una descripción de la distribución actual de la especie en la que se indique si está ya está presente y una previsión de su probable distribución futura.
- f) Una descripción de los efectos adversos sobre la biodiversidad y los servicios asociados de los ecosistemas, en particular sobre las especies autóctonas, los espacios protegidos y los hábitats amenazados, así como sobre la salud humana, la

seguridad y la economía, que incluya una evaluación de los potenciales efectos futuros, habida cuenta de los conocimientos científicos disponibles.

- g) Una evaluación de los posibles costes por daños.
- h) Una descripción de los usos conocidos de las especies y de los beneficios sociales y económicos derivados de tales usos.

INCLUSIÓN DE NUEVAS ESPECIES EN LA LEGISLACIÓN DE EEI

1. Base de Datos de Especies Introducidas del Gobierno de Canarias

Se propone la inclusión de las especies detectadas en este estudio en la **Base de Datos de Especies Introducidas del Gobierno de Canarias**. Esta tiene por finalidad recopilar y centralizar la información sobre de las especies exóticas presentes en Canarias (fechas de llegada, distribución, interacciones con las especies autóctonas, acciones de conservación de las que han sido objeto, etc.), con el objeto de ser una herramienta útil que asesore en los procesos decisores de las políticas y actuaciones relativas a la conservación de la biodiversidad, a nivel regional.

2. Catálogo español de especies exóticas invasoras

El Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras, incluye normas para evitar su entrada y proliferación. Por otra parte, y dadas las peculiaridades de Canarias (ámbito geográfico ultraperiférico y evolutivamente aislado debido a su condición insular), los riesgos que dichas especies suponen para la biodiversidad se pueden intensificar debido al aumento del comercio global, el transporte, el turismo y el cambio climático, por lo que se ha elaborado una lista de EEI específica mediante el Real Decreto 216/2019, de 29 de marzo, por el que se aprueba la lista de especies exóticas invasoras preocupantes para la región ultraperiférica de las islas Canarias y por el que se modifica el Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras.

De las especies identificadas en este estudio, ninguna se encuentra recogidas en dicho listado, por lo tanto, se propone que el Gobierno de Canarias inicie el procedimiento de inclusión de aquellas especies exóticas invasoras y con potencial invasor que se identifiquen en un el análisis de riesgos, según se recoge en el Artículo 5 del Real Decreto 630/2013. La inclusión de estas especies en el Catálogo conlleva las siguientes medidas, limitadas al ámbito de aplicación para cada especie:

Medidas generales:

- Prohibición genérica de su posesión, transporte, tráfico y comercio de ejemplares vivos, de sus restos o propágulos, que pudieran sobrevivir o reproducirse, incluyendo el comercio exterior.
- Prohibición de su introducción, de forma intencionada, en el medio natural.
- Los ejemplares que sean extraídos de la naturaleza por cualquier procedimiento no podrán ser devueltos al medio natural.
- En ningún caso, se podrán contemplar actuaciones o comportamientos destinados al fomento de las especies incluidas en el catálogo.
- Las administraciones competentes adoptarán, en su caso, las medidas de gestión, control y posible erradicación de las especies incluidas en el catálogo. En la elaboración de las estrategias se dará prioridad a aquellas especies que supongan un mayor riesgo para la conservación de la fauna, flora o hábitats autóctonos amenazados, con particular atención a la biodiversidad insular. Asimismo, se dará prioridad a la elaboración de estrategias que afecten a Espacios Naturales Protegidos y Espacios de la Red Natura 2000, así como a medios insulares y aguas marinas.
- Las autoridades competentes podrán requerir a los titulares de terrenos que faciliten información y acceso a sus representantes, con el fin de verificar la presencia de especies exóticas invasoras y, en su caso, tomar las medidas adecuadas para su control.

Medidas puntuales para Canarias:

- En un plazo de 18 meses a contar desde la entrada en vigor del Real Decreto 216/2019, se efectuará un análisis exhaustivo de las vías de introducción y propagación no intencionadas de especies exóticas invasoras preocupantes para las islas Canarias.
- En un plazo de 3 años a contar desde la entrada en vigor del Real Decreto 216/2019, se aprobará un único plan de acción o una serie de planes de acción para abordar las vías de introducción prioritarias que haya identificado con arreglo al apartado anterior. Los planes de acción incluirán calendarios de ejecución y describirán las medidas a adoptar y, en su caso, las acciones voluntarias y los códigos de buenas prácticas que corresponda aplicar a las vías prioritarias para prevenir la introducción y propagación no intencionadas de especies exóticas invasoras en las islas Canarias.
- En un plazo de 18 meses a contar desde la entrada en vigor del Real Decreto 216/2019, se establecerá un sistema de vigilancia de las especies exóticas invasoras preocupantes para las islas Canarias o lo incluirán en su sistema vigente, que recopile y registre datos sobre la incidencia en el medioambiente de las especies exóticas invasoras, mediante inspección, seguimiento u otros

procedimientos destinados a prevenir la propagación de especies exóticas invasoras en las islas Canarias.

- En un plazo de tres meses tras la notificación de detección temprana una especie exótica invasora preocupante para las islas Canarias, se aplicarán medidas de erradicación rápida en una fase inicial de invasión.

3. Estrategia Marina de la demarcación canaria

En relación a las competencias sobre biodiversidad marina, el Real Decreto 630/2013 establece que la adopción de medidas de gestión, control y posible erradicación por parte de las administraciones públicas se adaptará a lo estipulado en los programas de medidas de las estrategias marinas aprobadas por el Real Decreto 1365/2018, en virtud de la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de Protección del Medio Marino.

Los objetivos ambientales de las estrategias marinas españolas fueron aprobados mediante Resolución el 13 de noviembre de 2012⁵. En este documento se hace referencia a los 11 descriptores cualitativos del buen estado ambiental con los que guardan relación los objetivos ambientales, entre los que se incluyen las especies alóctonas. Estas, en concreto, se incluyen dentro del Objetivo específico A “*Proteger y preservar el medio marino, incluyendo su biodiversidad, evitar su deterioro y recuperar los ecosistemas marinos en las zonas que se hayan visto afectados negativamente*”, subgrupo A.1. “*Asegurar la conservación y recuperación de la biodiversidad marina a través de instrumentos y medidas efectivos*”, como los siguientes dos objetivos:

- **Objetivo ambiental A.1.2:** minimizar las posibilidades de introducción o expansión secundaria de especies alóctonas, atendiendo directamente a las vías y vectores antrópicos de translocación (evitar escapes en instalaciones de acuicultura o acuariofilia, evitar el transporte y liberación al medio de especies asociadas a las cultivadas en áreas fuera de su rango natural, control de aguas de lastre, control de cebos vivos, control del vertido de sedimentos, control del fondeo o limpieza de cascos).
- **Objetivo ambiental A.1.3:** erradicar o disminuir, preferentemente en las fases iniciales de los procesos invasivos, la abundancia de especies invasoras para relajar la presión sobre el hábitat, en aquellos casos en que las pérdidas en

⁵ Resolución de 13 de noviembre de 2012, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 2 de noviembre de 2012, por el que se aprueban los objetivos ambientales de las estrategias marinas españolas.

términos económicos o de biodiversidad sean significativas, y siempre y cuando sea técnicamente viable y no se causen daños colaterales

Actualmente, con la aprobación del Real Decreto 1365/2018, se ha cerrado el primer ciclo de las estrategias marinas. El Ministerio para la Transición Ecológica a través de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, está realizando los trabajos de actualización de las tres primeras fases de las estrategias marinas (evaluación inicial, definición de BEA y establecimiento de objetivos ambientales) iniciándose así el segundo ciclo que abarcará desde el año 2018 hasta el 2024. En lo referente al descriptor 2: especies alóctonas, el número total de especies en la presente evaluación es de 37 (Tabla 9). Por grupos las algas macrófitas representan el grupo más numeroso; el resto de taxones con especies alóctonas corresponden a diversos grupos como los briozos y ascidias (son un grupo en aumento), con un menor número de especies alóctonas.

De las especies identificadas en este estudio, ninguna se encuentra recogida en dicho listado, por lo tanto, se propone que el Gobierno de Canarias recomiende su inclusión en el segundo ciclo de las estrategias marinas, que actualmente

Tabla 9. Especies alóctonas detectadas en la demarcación canaria. Fuente: Documentos del segundo ciclo de estrategias marinas 2018-2024, Parte IV. Anexo. Fichas evaluación y BEA).

| GRUPO | ESPECIE | GRUPO | ESPECIE |
|---------|----------------------------------|---------|---------------------------------|
| Algae | <i>Antithamnion diminutum</i> | Briozoo | <i>Aetea anguina</i> |
| | <i>Ceramium atrorubescens</i> | | <i>Aetea ligulata</i> |
| | <i>Ceramium cingulatum</i> | | <i>Aetea longicollis</i> |
| | <i>Grateloupia imbricata</i> | | <i>Aetea sica</i> |
| | <i>Gymnophycus hapsiphorus</i> | | <i>Aetea truncata</i> |
| | <i>Laurencia caduciramulosa</i> | | <i>Beania mirabilis</i> |
| | <i>Scinaia acuta</i> | | <i>Chorizopora brongniartii</i> |
| | <i>Stylopodium schimperi</i> | | <i>Electra pilosa</i> |
| Ascidia | <i>Cystodytes dellachiajei</i> | | <i>Escacharina vulgaris</i> |
| | <i>Diplosoma listerianum</i> | | <i>Fenestrulina malusii</i> |
| | <i>Styela plicata</i> | | <i>Jellyella tuberculata</i> |
| | <i>Argyrosomus regius</i> | | <i>Microporella ciliata</i> |
| Peces | <i>Cephalopholis nigri</i> | | <i>Puellina innominata</i> |
| | <i>Dicentrarchus labrax</i> | | <i>Reptadeonella violacea</i> |
| | <i>Monodactylus sebae</i> | | <i>Schizoporella unicornis</i> |
| | <i>Pomacanthus maculosus</i> | | <i>Scruparia ambigua</i> |
| | <i>Prognathodes marcellae</i> | Esponja | <i>Crambe crambe</i> |
| Myxozoa | <i>Sparus aurata</i> | | <i>Terebra corrugata</i> |
| | <i>Sphaerospora testicularis</i> | | |

INSPECCIÓN DE LAS INCRUSTACIONES DE LOS CASCOS DE EMBARCACIONES

El vacío más importante en el marco legal para las invasiones marinas, es que actualmente no hay ninguna medida de prevención internacionalmente convenida para las *incrustaciones de cascos (fouling)*, como un vector de entrada de especies exóticas invasoras, a pesar que la Decisión de CBD VI/23-7 insta a la OMI a desarrollar mecanismos para su minimización con carácter de urgencia⁶.

Los mayores riesgos de introducción de especies invasoras corresponden a los barcos y maquinaria que permanecen en los puertos durante un tiempo y luego son llevados a un nuevo destino, y/o a embarcaciones de navegación lenta, que favorecen la incrustación y proliferación de los organismos durante sus travesías. Además, es común encontrar de forma asociada a estas incrustaciones, la presencia de especies ícticas.

Por lo tanto y en base a los resultados obtenidos en este trabajo y a las consideraciones anteriormente expuestas, a la llegada de este tipo de embarcaciones se propone la realización de una inspección de las incrustaciones del casco y posible fauna íctica asociada, en busca de especies exóticas invasoras o con potencial invasor. En caso de detectarse su presencia, sería necesario su eliminación inmediata para evitar su propagación.

La eliminación de las incrustaciones de fouling se deben realizar mediante métodos mecánicos, que son aquellos que se basan en la retirada directa de ejemplares, o cualquier otra metodología que no dañe al resto de especies alóctonas presentes en el puerto. Para la fauna íctica se utilizarán técnicas de pesca lo más selectivas posibles, a la vez que eficaces y que no interfieran con la actividad portuaria, tales como nasas, caña, fusil, etc.

4.2.2 DETECCIÓN TEMPRANA

Una segunda línea de defensa, si la prevención de la introducción ha fallado, es la detección temprana de una especie invasora conocida o potencialmente invasora, lo cual permitirá una respuesta rápida de control/mitigación/erradicación antes de que el número se haya convertido en demasiado grande o el área de propagación demasiado amplia.

Cuando una especie alóctona se introduce en un medio por primera vez, hay un periodo de tiempo en el que sus oportunidades de establecimiento y propagación permanecerán en balance, por lo que las oportunidades de erradicación son mayores durante este periodo. Esto

⁶ Sixth Meeting of the Conference of the Parties (COP-6), 7 - 19 April 2002 - La Haya, Países Bajos.

COP 6 Decisión VI/23 - Especies exóticas que amenazan a los ecosistemas, los hábitats o las especies.

7. Insta a la Organización Marítima Internacional a que elabore, con carácter urgente, mecanismos para reducir a un mínimo la formación de incrustaciones en el casco como vía de invasión, y pide a los gobiernos y organizaciones pertinentes que actúen con urgencia para velar por la plena aplicación.

se debe a los mecanismos involucrados en el proceso invasivo de una especie alóctona, que consta de tres fases. La primera es la **introducción de la especie**, que debe sobrevivir durante y después de su viaje, superando los cambios en las condiciones ambientales como; la luz, la temperatura, la salinidad, los niveles de nutrientes, etc. En una segunda fase, la de **establecimiento y reproducción de las especies introducidas**, los ejemplares supervivientes deben persistir y reproducirse exitosamente hasta que se naturalicen, es decir, establecer una “*población fundadora*” autosostenible. La población fundadora es el grupo inicial de organismos de la misma especie que se establece en un nuevo ambiente. Un número mínimo de individuos, referidos a la población mínima viable, es normalmente necesario para que esta población se expanda con éxito. El tamaño de la población mínima viable variará dependiendo de la especie y también de las condiciones ambientales. Finalmente, la tercera fase es la de **propagación**, donde las especies establecidas comienzan a multiplicarse y propagarse. Esta es la fase de explosión, donde se convierten en invasoras.

La detección temprana es también crucial en el control del desarrollo de características invasivas imprevistas, como en el caso de una catalogación errónea de una especie como no invasiva en su análisis de riesgo (ejercicio, aunque basado en conocimientos científico y técnicos, normalmente teórico, ya que a la llegada de una especie alóctona no se conoce su potencial invasor real).

Los puertos son zonas morfológicamente complejas, que proporcionan una gran variedad de hábitats potenciales para las especies exóticas introducidas. Por lo tanto, el sistema de detección temprana se debe basar en un programa de vigilancia rutinario, el cual se organizará en una serie de **muestreos estratificados**, prestando mayor atención y esfuerzo de muestreo a las zonas consideradas como prioritarias, según los resultados obtenidos en este trabajo, el cual se puede tomar como estudio base. La razón para proponer un diseño de muestreo estratificado, generalmente utilizado en los puertos de nivel mundial, es la falta de recursos disponibles para un muestreo particular de todos los hábitats que componen un puerto de gran tamaño, como son los de Las Palmas y el de S/C de Tenerife.

El monitoreo debe realizarse con una periodicidad fija, para poder valorar de una forma adecuada la evolución temporal de las especies.

Los muestreos que se proponen para su inclusión en el plan de vigilancia son los siguientes, cuya metodología y periodicidad se exponen a continuación:

1. Calidad del agua y del sedimento

Importante para tener conocimiento de cuáles son las condiciones ambientales en que se desarrollan las especies alóctonas. Se usarán los datos de los muestreos de la ROM, que se realizan actualmente en los dos puertos.

2. Fauna sésil y vágil

Se propone la utilización de la misma metodología que la empleada en este estudio y que se describe en el apartado **2.2.1 Identificación y valoración de fauna sésil y vágil en el interior de los recintos portuarios de estudio**, con una periodicidad de muestreo semestral.

3. Algas

Se propone la utilización de la misma metodología que la empleada en este estudio y que se describe en el apartado **2.2.2 muestras de vegetación**, con una periodicidad de muestreo semestral.

4. Infauna del sedimento

Se propone la utilización de la misma metodología que la empleada en este estudio y que se describe en el apartado **2.2.4 Caracterización del sedimento**, con una periodicidad de muestreo anual.

5. Organismos planctónicos (fitoplancton y zooplancton)

Se propone que la caracterización biológica de organismos planctónicos se realice utilizando la misma metodología que la empleada en este estudio y que se describe en el apartado **2.2.3 Caracterización físico-química y biológica de la columna de agua**, con una periodicidad de muestreo anual.

6. Placas a varias profundidades

En aquellas zonas/puntos donde se han detectado la mayor concentración de especies exóticas y aquellas que los análisis de riesgos pudieran identificar, se dispondrá una serie de placas de sustrato artificial utilizando la misma metodología que la empleada en este estudio y que se describe en el apartado **2.2.7 Unidades experimentales de sustrato artificial**, con la salvedad que además de colocar una placa a 1m de profundidad, se instalaran otros dos placas más a 3 y 7 m de, según muestra la Figura 45.

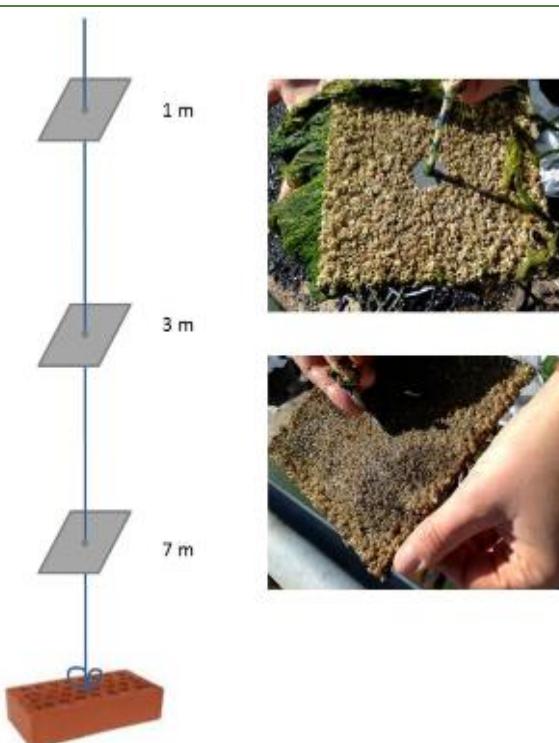


Figura 45. Diseño de placas a varias profundidades.

Se propone una periodicidad de muestreo de trimestral (4 veces al año).

4.2.3 ACCIONES PARA LA GESTIÓN DE LAS ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS

Como se apuntó en el apartado anterior, la rápida detección de una especie invasora permitirá una respuesta de control/mitigación/erradicación más efectiva, antes de que sus colonias sean demasiado grandes o el área de propagación demasiado amplia, que la gestión de poblaciones establecidas que es mucho más complicada en términos de tiempo, esfuerzo y dinero.

Una vez identificada la presencia de una especie exótica potencialmente invasora en la fase de detección temprana, es necesario tomar una decisión sobre la conveniencia de iniciar una respuesta o no, siguiendo el procedimiento que se muestra el diagrama de flujo de la Figura 46. Para las especies que ya han sido identificadas como de alto riesgo y para las cuales existan planes de contingencia, se procederá a su aplicación inmediatamente. Sin embargo, la mayor parte de las incursiones posiblemente involucran especies que no han sido previamente evaluadas, en cuyo caso se debe realizar una evaluación de riesgo tan pronto como sea posible (según el principio de precaución, se considerará a cualquier especie foránea o exótica como potencialmente invasora, a menos que haya sido valorada como “segura” de alguna manera). De forma paralela a la evaluación del riesgo, se debe recopilar todos los detalles que se puedan acerca de las especies exóticas detectadas, tales como; biología, área de distribución natural, efectos ecológicos y económicos en otras regiones, etc., que ayudarán a tomar la decisión sobre cuál será la respuesta apropiada.

El proceso mostrado en el diagrama de flujo de la Figura 46 indica que la evaluación de riesgo puede realizarse de dos formas, una denominada “*formal*” y la otra “*preliminar*”. Cada una evalúa la misma información, pero incluye un nivel diferente de detalle. La evaluación de riesgos “*formal*” incluye el impacto y las consecuencias de la entrada de las EEI y un análisis de los costes y beneficios de las opciones de gestión que se implementen. En la evaluación rápida “*preliminar*” hace lo mismo, pero las decisiones se toman antes de que todos los aspectos hayan sido evaluados completamente, ya que no se dispone del tiempo necesario para un análisis tan exhaustivo.

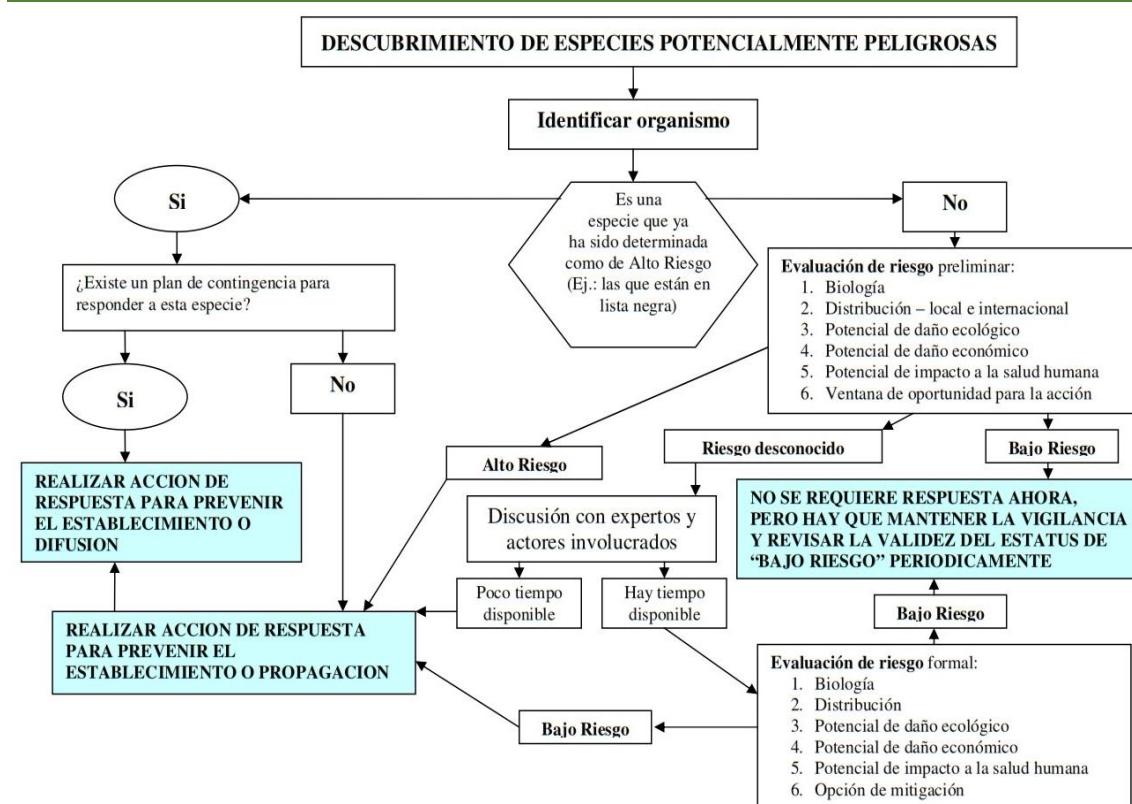


Figura 46. Diagrama de flujo para la toma de decisiones en la gestión de EEI.

Las posibles acciones a ejecutar en la gestión de especies exóticas invasoras, son las siguientes:

- **Erradicación:** busca eliminar completamente las poblaciones de EEI. Es importante tener en cuenta que la erradicación en aguas marinas solo es posible en circunstancias sumamente inusuales, que permitan tratar eficazmente a una población aislada en un área relativamente contenida. Incluso en dichos casos, el riesgo de que la especie vuelva a invadir esa área es muy probable y requerirá una vigilancia y una gestión a largo plazo. En la gran mayoría de los casos, la erradicación ha sido y será imposible.
- **Control/Contención:** los individuos estarán todavía presentes, aunque en más bajas densidades y/o en áreas más contenidas que antes de que el control fuera iniciado.
- **Mitigación de impactos:** es el último recurso cuando la erradicación, el control-contención son imposibles o inabordables. Consiste en moderar o aplacar la severidad de los impactos que ocasiona una o varias especies invasoras y, a diferencia de la estrategia de control, tiene como finalidad “aprender a convivir” con ellas.
- **No hacer nada:** monitorear la situación hasta que sea necesario y/o viable considerar alguna otra alternativa.

El conjunto de técnicas actualmente disponibles para el control/mitigación/erradicación de especies invasoras es muy limitado, ya que estas deben ser altamente selectivas, no tener

efectos a largo plazo en el medio ambiente, para la vida humana u otros tipos de vida, y ser rentables y fáciles de usar. A todo esto, se suma la dificultad de trabajar en el medio marino y en zonas portuarias, con un tráfico marítimo intenso, lo que excluye el uso de técnicas tradicionales de exclusión, barreras físicas, tratamientos químicos y tratamientos biológicos.

Debido a las limitaciones anteriormente expuestas, los métodos mecánicos, que son aquellos que se basan en la retirada directa de ejemplares de la especie objetivo, parecen ser actualmente la mejor forma para la gestión de las especies exóticas invasoras en zonas portuarias. El control mecánico puede ser apropiado tanto para programas de erradicación, como para controlar la densidad y la abundancia de una especie invasora, aunque es probable que la erradicación solo se consiguiera en áreas pequeñas. Es por ello, que se hace especial hincapié en la puesta en marcha de medidas de prevención, ya que suelen ser más efectivas y económicamente viables que las acciones de gestión enfocadas al control de las poblaciones de las EEI existentes.

A continuación, se realiza una categorización y descripción de las técnicas disponibles.

- **Eliminación manual:** consiste en la retirada a mano de las especies invasoras a través de operarios debidamente instruidos y equipados con herramientas y utillaje adecuados. Generalmente, suele ser necesario repetir la intervención durante varias campañas posteriores para eliminar los rebrotos. El material extraído debe ser retirado inmediatamente y destruido lejos de la zona donde se produjo la invasión. Este grupo incluye los siguientes procedimientos:
 1. *Raspados:* rasquetas, cepillos, espátulas, etc.
 2. *Pesca:* nasas, caña, fusil, etc.
- **Eliminación con maquinaria:** se utiliza en los casos de grandes superficies cubiertas por EEI, como es el caso de los cascos de los barcos, mediante el uso de maquinaria específica.

4.3 PROTOCOLOS DE SEGUIMIENTO DE LAS ESPECIES INVASORAS

Se propone un seguimiento genérico de especies invasoras en los dos puertos de estudio, enfocado a la detección temprana de especies exóticas, el cual permitirá una respuesta rápida antes de que las especies se conviertan en invasoras. Este muestreo es el que se presenta y describe en el apartado 4.2.2 Detección Temprana.

4.4 PROPUESTAS DE DIVULGACIÓN

En este apartado se incluyen propuestas de divulgación acerca de las especies exóticas invasoras identificadas en este estudio.

En una primera aproximación, se propone la realización de reuniones con los posibles agentes implicados de cada puerto (Autoridades Portuarias, Consignatarios, Armadores, y Administraciones competentes) donde se expondrá el proyecto, las especies encontradas y sus peligros, así como la necesidad de inspecciones rutinarias para determinados organismos y vectores de entrada.

Una vez los actores implicados hayan tomado conciencia de la problemática existente y de la necesidad de implementar medidas preventivas y control, se presentará y entregará diverso material gráfico de apoyo, facilitando su descarga y difusión desde diferentes páginas web (Gobierno de Canarias, Puertos del Estado, CIMA, etc.). Este material está integrado por una serie de infografías y pósteres que, de manera rápida y muy visual, ayuden a reconocer las principales especies alóctonas y su potencial invasor. Se propone el diseño de los siguientes dos tipos de infografías:

1. Infografías por grupos de especies, de manera que se pueda observar de forma conjunta todas las especies alóctonas pertenecientes a un mismo grupo taxonómico, como esponjas, algas, corales, etc. (Figura 47). En estas se presenta una fotografía con el nombre científico de la especie, información sobre su presencia en las diferentes islas del archipiélago, su potencial invasor y los vectores de entrada.
2. Infografías individuales para las especies más susceptibles de ser vigiladas por su número, extensión o alto potencial invasor. En estas se aporta mucha más información sobre la especie en cuestión. Además de una fotografía y el nombre científico, se incluye información sobre su origen, distribución mundial, localización dentro de cada isla con presencia de la especie, los vectores de entrada y su potencial invasor (Figura 48).

Especies alóctonas en el medio marino de Canarias

Cnidarios (*Cnidaria*) anémonas, corales, medusas, gorgonias...

Antozoos (*Anthozoa*): conocidos como anémonas y corales.



Oculina patagonica



Tubastraea coccinea



Tubastraea tagunensis



Hydrozoos (*Hydrozoa*): hidropólipos e hidromedusas.



Eudendrium cf. carneum



Macrorhynchia philippina



Millepora alcicornis



Figura 47. Ejemplo de infografía por grupo de especies (Fuente: Monterroso et al., 2019).

Especies alóctonas en el medio marino de Canarias

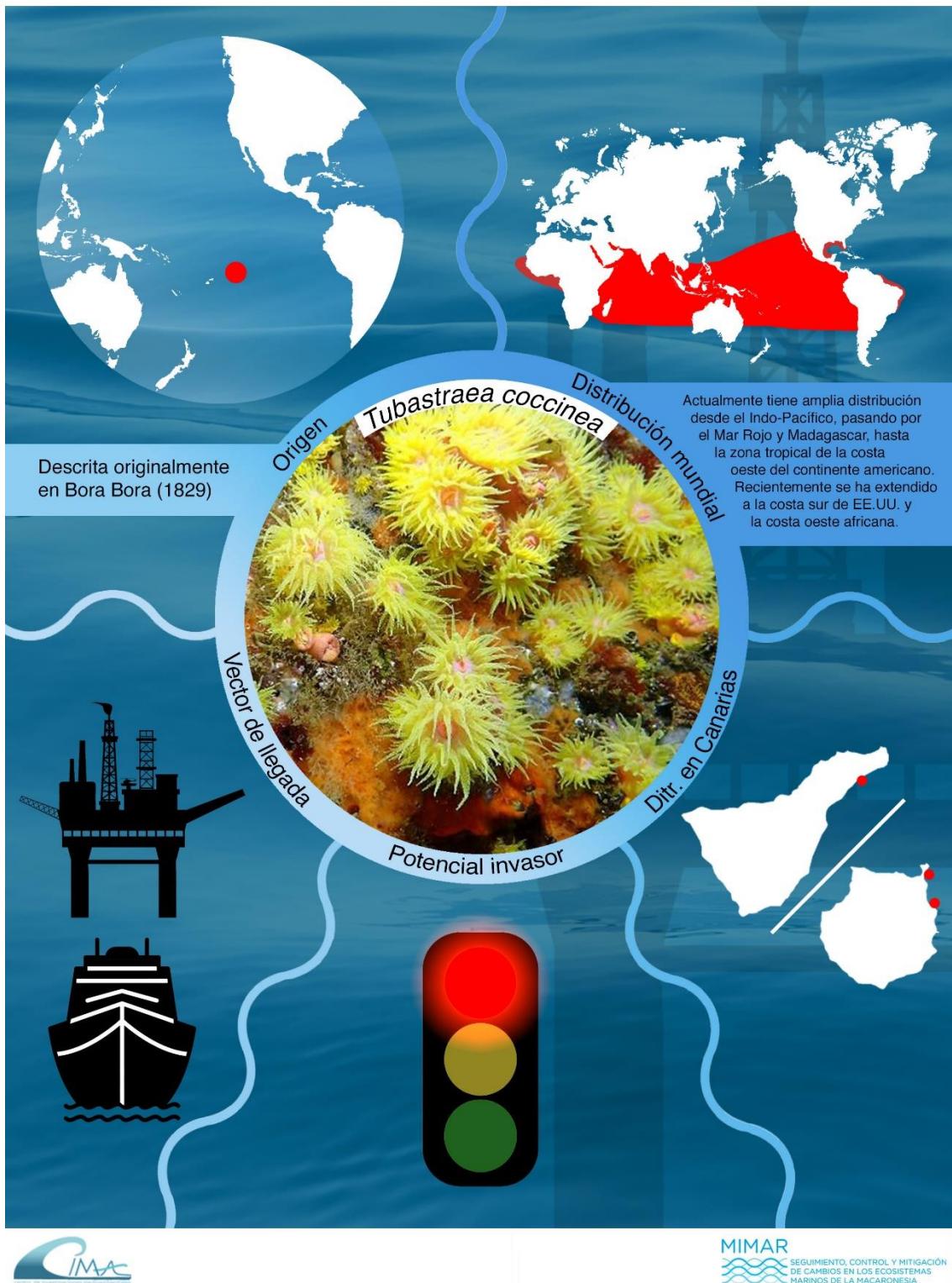


Figura 48. Ejemplo de infografía individual (Fuente: Monterroso et al., 2019).

ANEXO I: RELACIÓN DE ESTACIONES

1. TRANSECTOS DE BUCEO

Tabla 10. Coordenadas y longitud de los transectos de buceo (REGCAN95; UTM-28N).

| PUERTO | ZONA | INICIO | | FIN | | LONGITUD (m) |
|-------------|-------------------|---------|-----------|---------|-----------|-----------------|
| | | UTM-X | UTM-Y | UTM-X | UTM-Y | |
| Arrecife | Playa La Arena | 642.831 | 3.205.607 | 643.280 | 3.205.905 | 814 |
| | Pantalanes Marina | 642.167 | 3.204.565 | 642.392 | 3.204.942 | 963 |
| | Islote Fermina | 640.822 | 3.203.982 | 641.153 | 3.204.004 | 1.362 |
| La Restinga | Playa El Reducto | 640.335 | 3.204.159 | 640.818 | 3.203.967 | 1.493 |
| | Pantalanes | 205.904 | 3.060.960 | 205.896 | 3.060.946 | 496 |
| | Entre diques | 205.502 | 3.060.787 | 205.834 | 3.060.911 | 818 |
| | Dique del Puerto | 206.168 | 3.060.795 | 205.844 | 3.060.771 | 624 |
| | Contradique | 205.467 | 3.060.753 | 205.502 | 3.060.787 | 381 |

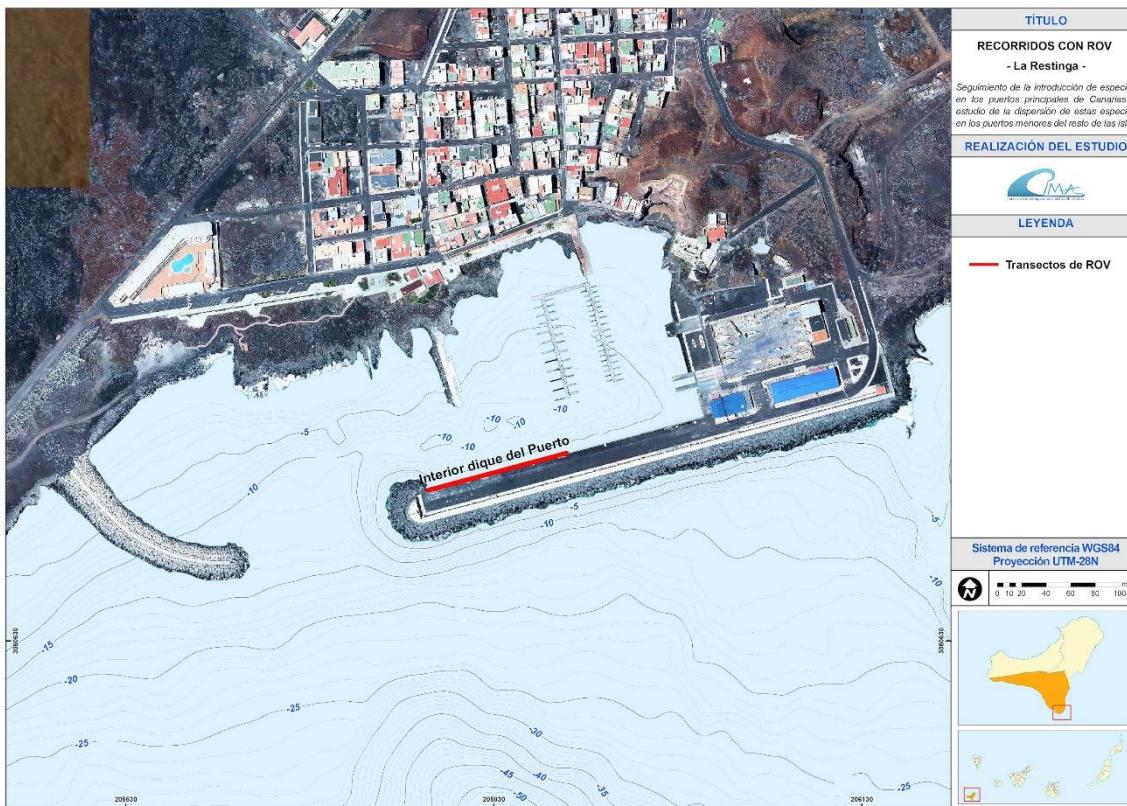
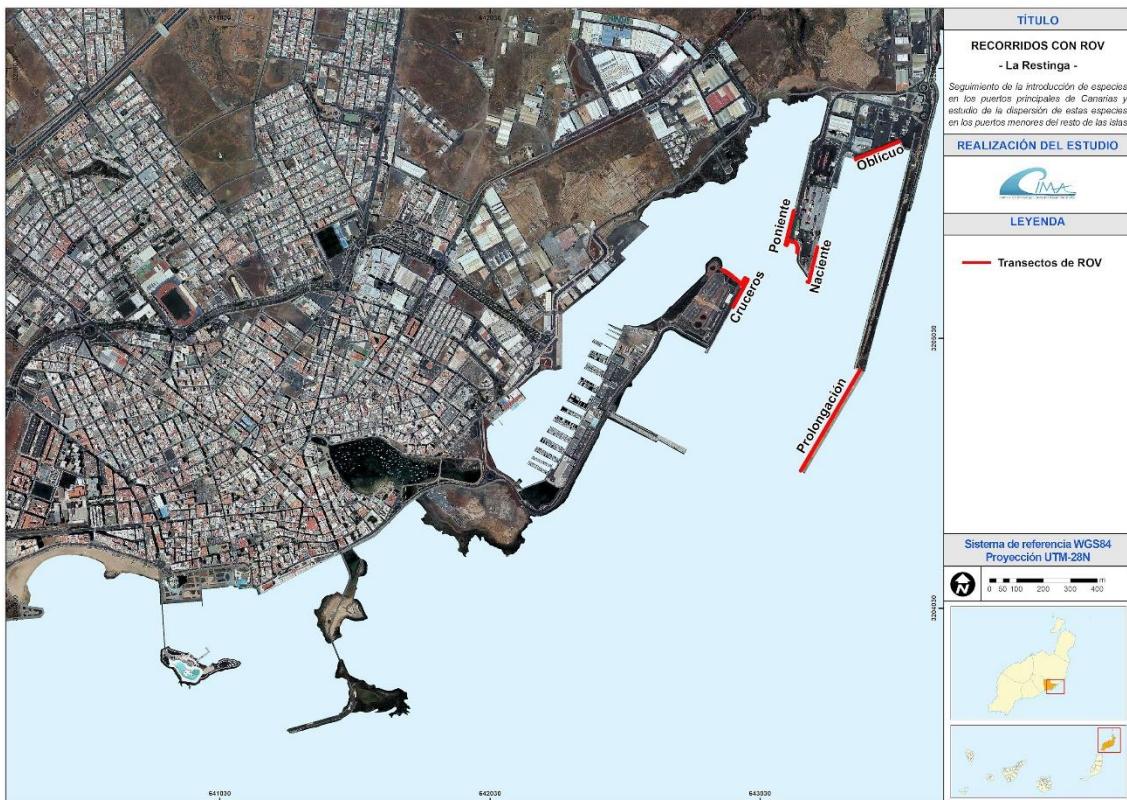




2. RECORRIDOS CON ROV

Tabla 11. Coordenadas y longitud de los transectos de ROV (REGCAN95; UTM-28N).

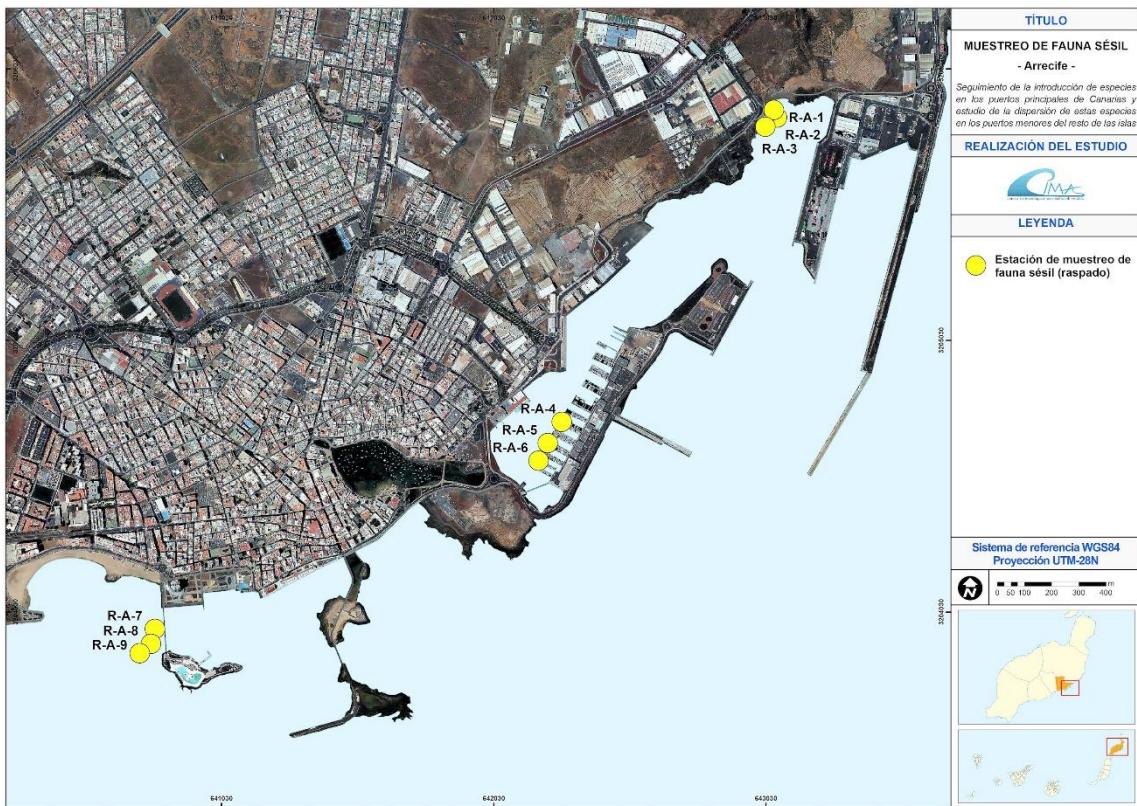
| PUERTO | ZONA | INICIO | | FIN | | LONGITUD (m) |
|-------------|---------------------------|---------|-----------|---------|-----------|-----------------|
| | | UTM-X | UTM-Y | UTM-X | UTM-Y | |
| Arrecife | Cruceros | 642.890 | 3.205.283 | 642.930 | 3.205.146 | 248 |
| | Naciente | 643.205 | 3.205.240 | 643.243 | 3.205.368 | 140 |
| | Poniente | 643.168 | 3.205.349 | 643.155 | 3.205.502 | 218 |
| | Oblicuo | 643.546 | 3.205.759 | 643.384 | 3.205.693 | 175 |
| | Prolongación | 643.181 | 3.204.540 | 643.400 | 3.204.912 | 431 |
| La Restinga | Interior dique del Puerto | 205.777 | 3.060.753 | 205.889 | 3.060.783 | 117 |



3. FAUNA SÉSIL

Tabla 12. Coordenadas de las estaciones de fauna sésil (raspados) (REGCAN95; UTM-28N).

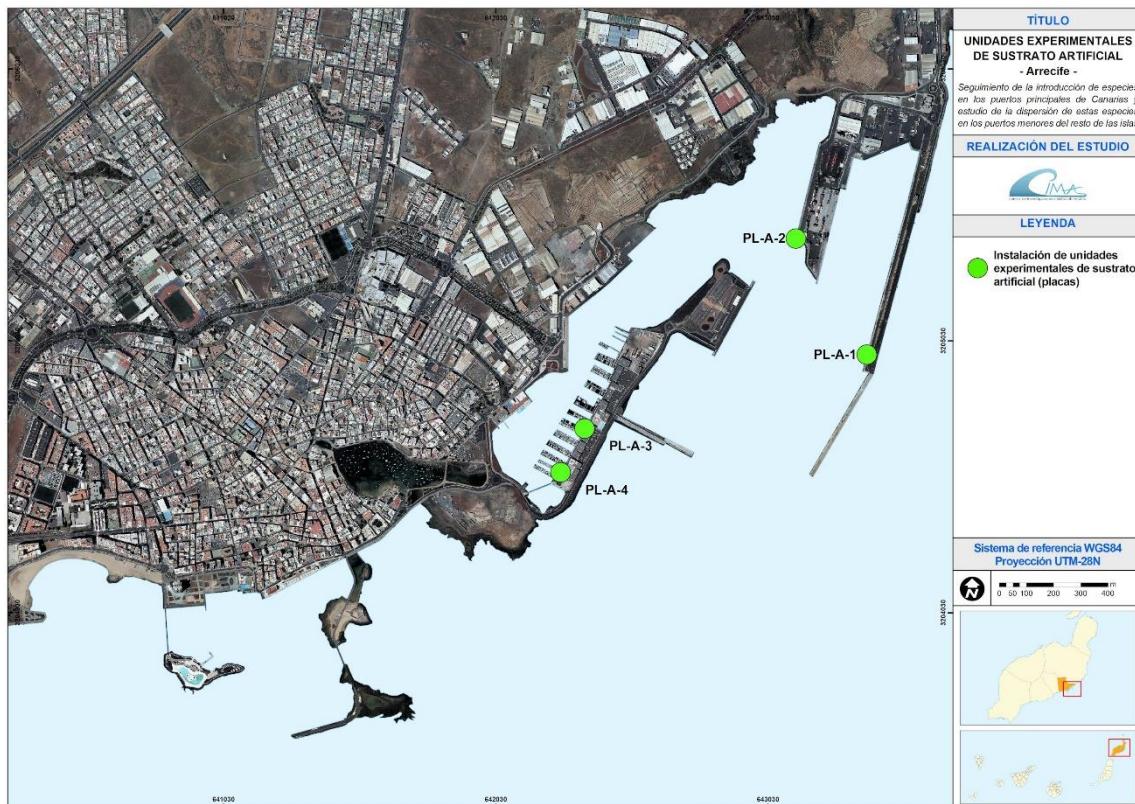
| PUERTO | ESTACIÓN | UTM-X | UTM-Y |
|-------------|----------|---------|-----------|
| Arrecife | R-A-1 | 643.059 | 3.205.878 |
| | R-A-2 | 643.071 | 3.205.850 |
| | R-A-3 | 643.028 | 3.205.817 |
| | R-A-4 | 642.280 | 3.204.730 |
| | R-A-5 | 642.229 | 3.204.653 |
| | R-A-6 | 642.195 | 3.204.587 |
| | R-A-7 | 640.785 | 3.203.968 |
| | R-A-8 | 640.770 | 3.203.913 |
| | R-A-9 | 640.729 | 3.203.879 |
| | R-LR-1 | 205.916 | 3.060.904 |
| | R-LR-2 | 205.910 | 3.060.893 |
| | R-LR-3 | 205.920 | 3.060.887 |
| | R-LR-4 | 205.915 | 3.060.875 |
| La Restinga | R-LR-5 | 205.927 | 3.060.868 |
| | R-LR-6 | 205.920 | 3.060.855 |
| | R-LR-7 | 205.680 | 3.060.833 |
| | R-LR-8 | 205.702 | 3.060.841 |
| | R-LR-9 | 205.702 | 3.060.830 |
| | R-LR-10 | 205.821 | 3.060.766 |
| | R-LR-11 | 205.816 | 3.060.765 |
| | R-LR-12 | 205.826 | 3.060.767 |
| | R-LR-13 | 205.916 | 3.060.904 |

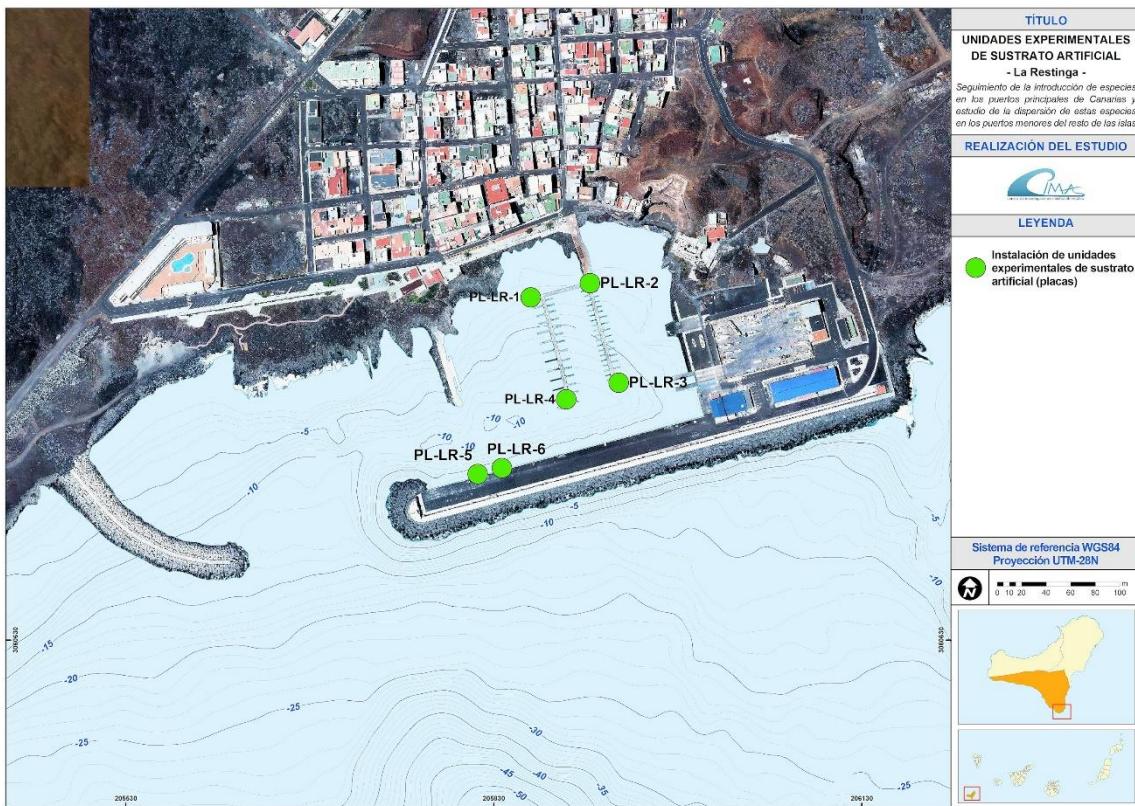


4. UNIDADES EXPERIMENTALES DE SUSTRATO ARTIFICIAL (PLACAS)

Tabla 13. Fechas de instalación, fecha de recogida y coordenadas de los puntos de instalación de las unidades experimentales de sustrato artificial (REGCAN95; UTM-28N).

| PUERTO | ESTACIÓN | INSTALACIÓN | RECOGIDA | UTM-X | UTM-Y |
|-------------|----------------|-------------|----------------|---------|-----------|
| Arrecife | PL-A-1 | | | 643.394 | 643.394 |
| | PL-A-2 | | | 643.133 | 643.133 |
| | PL-A-3 | 01/10/2021 | 3/12/2021 | 642.357 | 642.357 |
| La Restinga | PL-A-4 | | | 642.268 | 642.268 |
| | PL-LR-1 | | | 205.860 | 3.060.910 |
| | PL-LR-3 | | 10/12/2021 | 205.932 | 3.060.840 |
| | PL-LR-4 | 30/07/2021 | | 205.889 | 3.060.827 |
| | PL-LR-2 | | | 205.908 | 3.060.921 |
| | PL-LR-5 | | Desaparecieron | 205.817 | 3.060.766 |
| | PL-LR-6 | | | 205.837 | 3.060.770 |





5. CARACTERIZACIÓN DEL AGUA

Tabla 14. Coordenadas de los perfiles oceanográficos (REGCAN95; UTM-28N).

| PUERTO | ESTACIÓN | UTM-X | UTM-Y |
|-------------|--------------|---------|-----------|
| Arrecife | CTD01 | 642.399 | 3.204.977 |
| | CTD02 | 642.212 | 3.204.495 |
| | CTD03 | 641.496 | 3.204.194 |
| | CTD04 | 643.444 | 3.205.162 |
| La Restinga | CTD01 | 205.910 | 3.060.912 |
| | CTD02 | 205.982 | 3.060.827 |
| | CTD03 | 205.991 | 3.060.808 |
| | CTD04 | 205.799 | 3.060.758 |

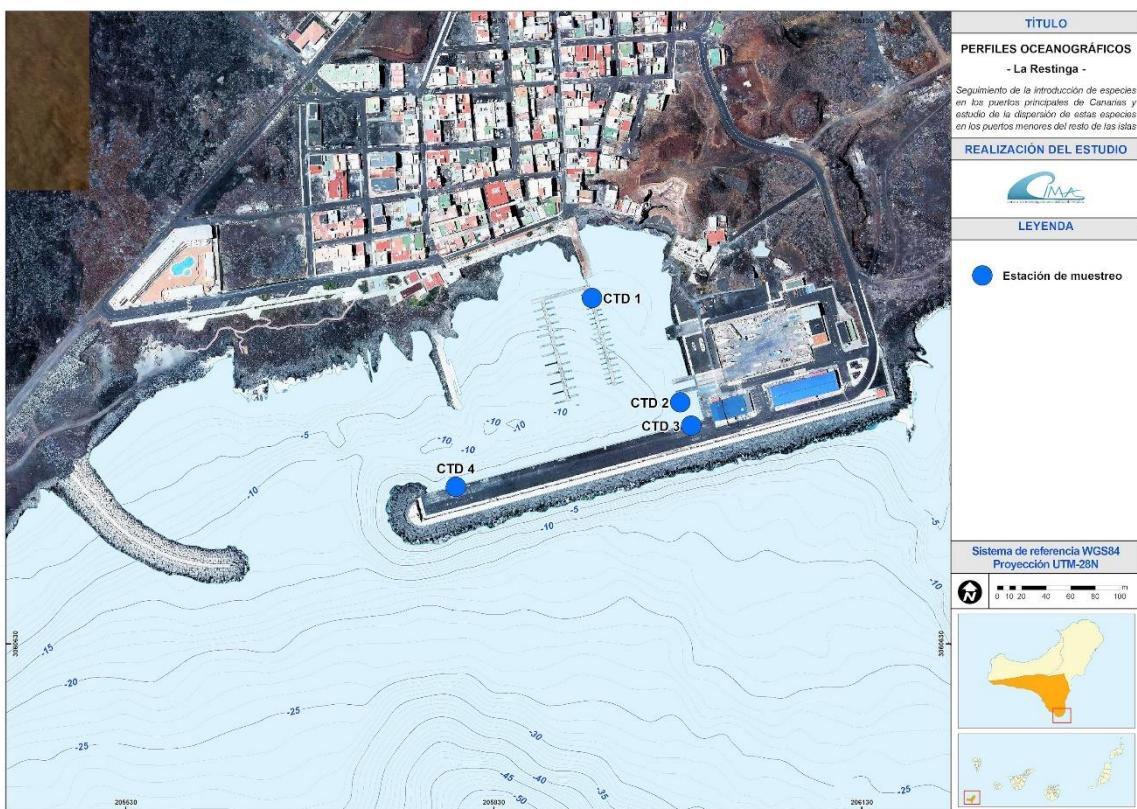


Tabla 15. Coordenadas de los puntos de fondeo de los HOBOs (REGCAN95; UTM-28N).

| PUERTO | ESTACIÓN | INSTALACIÓN | RECOGIDA | UTM-X | UTM-Y |
|-----------------|---------------|-------------|------------|---------|-----------|
| Arrecife | H-A-1 | 30-09-2021 | 03-12-2021 | 642.268 | 3.204.546 |
| Restinga | H-LR-1 | 03-08-2021 | 10-12-2021 | 205.928 | 3.060.844 |

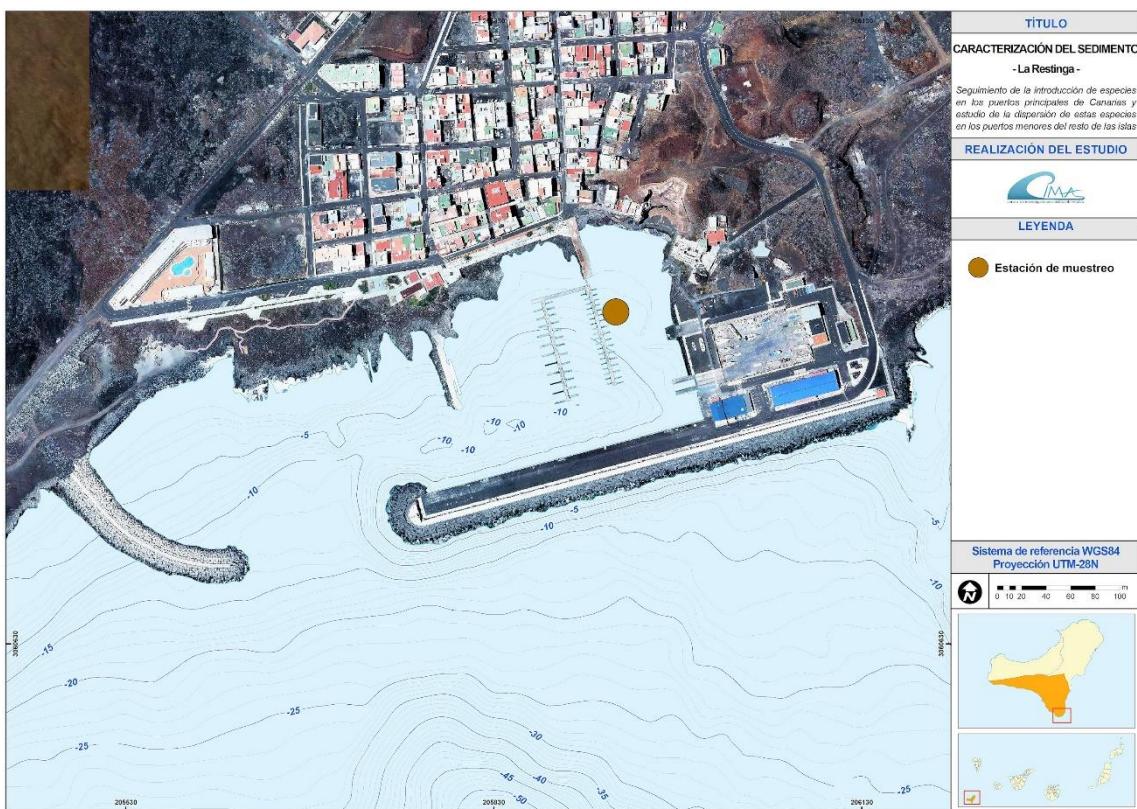




6. MUESTRAS DE SEDIMENTO

Tabla 16. Coordenadas de los puntos de muestreo de sedimentos (REGCAN95; UTM-28N).

| PUERTO | ESTACIÓN | UTM-X | UTM-Y |
|-------------|-----------------|---------|-----------|
| Arrecife | LZ_ARRECIFE_ORG | 642.217 | 3.204.559 |
| La Restinga | EH_RESTINGA_ORG | 205.930 | 3.060.901 |



ANEXO II: LISTADO DE ESPECIES POR ZONAS

PUERTO DE ARRECIFE

Tabla 17. Listado de especies por zonas del Puerto de Arrecife. Las zonas son 1: Diques externos, 2: Diques internos, 3: Playa de La Arena, 4: Muelle deportivo, 5: Playa de El Reducto y 6: Islote de Fermina y espigón interno.

| PHYLUM | CLASE | TAXA | ZONAS | | | | | |
|-------------|-----------------|------------------------------------|-------|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Chlorophyta | Ulvophyceae | <i>Pseudotetraspora marina</i> | | | | | X | |
| | | <i>Acetabularia acetabulum</i> | | | X | | | |
| | | <i>Cladophoropsis membranacea</i> | | | | | X | |
| | | <i>Codium intertextum</i> | X | | | | X | |
| | | <i>Caulerpa racemosa</i> | | | | | X | |
| | | <i>Caulerpa webbiana</i> | X | X | X | | | |
| Rodophyta | Florideophyceae | <i>Asparagopsis taxiformis</i> | X | X | X | | | |
| | | <i>Dichotomaria obtusata</i> | | | | | X | |
| | | <i>Laurencia sp</i> | | | | | X | |
| | | <i>Aplysina aerophoba</i> | X | | X | | | |
| | | <i>Batzella inops</i> | X | | X | X | | |
| | | <i>Chalinula parasimulans</i> | X | X | X | X | | |
| Porifera | Demospongiae | <i>Chelonaplysilla noevus</i> | | | | | X | |
| | | <i>Crambe crambe</i> | | | | | X | |
| | | <i>Crambe sp.</i> | X | X | | | X | |
| | | <i>Dysidea sp.</i> | X | | | | | |
| | | <i>Halisarca sp.</i> | | | | | X | |
| | | <i>Haliclona (Haliclona) fulva</i> | | | | | X | |
| Cnidaria | Hidrozoa | <i>Hexadella sp.</i> | | | | | X | |
| | | <i>Halecium cf. halecium</i> | | | | | | X |
| | | <i>Pennaria disticha</i> | | X | | | | |
| | | <i>Aplysia dactylomela</i> | | | | | X | |
| | | <i>Aplysia dactinomela</i> | | | | | | X |
| | | <i>Felimida rodomaculata</i> | | | | | X | |
| Mollusca | Gastropoda | <i>Jujubinus exasperatus</i> | | | | | X | |
| | | <i>Monoplex sp.</i> | | | | | X | |
| | | <i>Ostrea stentina</i> | | | | | X | |
| | | <i>Patella aspera</i> | X | X | X | X | X | X |
| | | <i>Patella candei crenata</i> | X | X | X | X | X | X |
| | | <i>Tylospira perversa</i> | | | | | | |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Vermetus adansonii</i> | X | X | | X | | |
| | | <i>Cyathura sp</i> | | | | | X | |
| | | <i>Aora spinicornis</i> | | | | | X | X |
| | | <i>Caprella acanthifera</i> | | | | | X | X |
| | | <i>Caprella sp</i> | | | | | X | |
| | | <i>Dexamine spinosa</i> | | | | | | X |

| | | | | | |
|---------------|--------------|--------------------------------------|---|---|---|
| | | <i>Palaemon elegans</i> | X | | X |
| | | <i>Pachygrapsus marmoratus</i> | | X | |
| | | <i>Pagurus anachoreetus</i> | | | |
| | | <i>Clibanarius erythropus</i> | | | |
| | Thecostraca | <i>Balanus trigonus</i> | X | X | X |
| | | <i>Chthamalus stellatus</i> | X | X | X |
| | | <i>Scyphoprocus sp.</i> | | | X |
| | | <i>Chrysopetalum debile</i> | | | X |
| | | <i>Caulieriella bioculata</i> | | | X |
| | | <i>Dorvillea rubrovittata</i> | | | X |
| | | <i>Lysidice unicornis</i> | | | X |
| | | <i>Lumbrinereis inflata</i> | | | X |
| | | <i>Marpophysa saxicola</i> | | | X |
| | | <i>Perinereis cultrifera</i> | | | X |
| | | <i>Platynereis dumerilii</i> | | X | X |
| | | <i>Ceratonereis costae</i> | | X | X |
| | | <i>Polyopthalmus pictus</i> | | | X |
| | | <i>Protoaricia oerstedi</i> | | | X |
| | | <i>Amphiglena mediterranea</i> | | X | X |
| | | <i>Mixicola infundibulum</i> | | | X |
| | | <i>Branchiomma lucullanum</i> | | | X |
| | | <i>Branchiomma luctuosum</i> | | | X |
| | | <i>Branchiomma bairdi</i> | | | X |
| Annelida | Polychaeta | <i>Pseudopotamilla cf reniformis</i> | | | X |
| | | <i>Potamilla aff torelli</i> | | X | |
| | | <i>Hydroides aff elegans</i> | | | X |
| | | <i>Polydora sp.</i> | | X | |
| | | <i>Syllis garciai</i> | | X | X |
| | | <i>Autolytus sp</i> | | X | |
| | | <i>Exogone rostrata</i> | | | X |
| | | <i>Opisthodonta longocirrata</i> | | X | X |
| | | <i>Odontosyllis fulgurans</i> | | X | |
| | | <i>Ochetostoma sp.</i> | | X | |
| | | <i>Megasyllis aff procera</i> | | X | |
| | | <i>Trypanosyllis zebra</i> | | X | |
| | | <i>Exogone naidina</i> | | | X |
| | | <i>Syllis krohnii</i> | | X | |
| | | <i>Syllis variegata</i> | | X | |
| | | <i>Nicolea aff venustula</i> | | X | |
| | | <i>Octobranchus lingulatus</i> | | | X |
| | | <i>Westerinereis glauca</i> | | | X |
| | Oligochaeta | <i>Grania sp.</i> | | | X |
| | | <i>Amathia verticillata</i> | | X | X |
| | | <i>Bugulina cf.flabellata</i> | | | X |
| Bryozoa | Gymnolaemata | <i>Schizoporella errata</i> | X | X | X |
| | | <i>Shizoporella cf. unicornis</i> | X | | X |
| | | <i>Reptadeonella violacea</i> | X | X | X |
| Nemertea | | <i>Nemertea sp.</i> | | X | X |
| Insecta | | <i>Diptera sp.</i> | | | X |
| Nematoda | | <i>Nematoda sp.</i> | | | X |
| Turbellaria | | <i>Turbellaria sp.</i> | | | X |
| Sipuncula | | <i>Phascolosoma sp.</i> | | | X |
| Chaetognatha | | <i>Spadella cf cephaloptera</i> | | | X |
| Phoronidea | | <i>Phoronis hippocrepia</i> | | | X |
| | | <i>Phoronis sp</i> | | | X |
| Echinodermata | Echinoidea | <i>Diadema africanum</i> | X | X | X |
| | | <i>Paracentrotus lividus</i> | X | X | X |
| | Holothuridea | <i>Holothuria mammata</i> | | | X |

| | | | | | | |
|--|--|------------------------------------|---|---|---|---|
| | | <i>Aplousobranchia sp</i> | | | | |
| | | <i>Ecteinascidia turbinata</i> | X | | | |
| | | <i>Botrylloides cf. diegensis</i> | | X | | |
| | | <i>Botrylloides cf. leachii</i> | | X | | |
| | | <i>Cystodytes dellechiajei</i> | | X | | |
| | | <i>Distaplia sp.</i> | | X | | |
| | | <i>Lissoclinum perforatum</i> | | X | | |
| | | <i>Symplegma brakenhielmi</i> | | X | | |
| | | <i>Chromis limbata</i> | X | X | X | X |
| | | <i>Boops boops</i> | X | X | X | X |
| | | <i>Similiiparma lurida</i> | X | X | | |
| | | <i>Oblada melanura</i> | X | X | X | X |
| | | <i>Diplodus sargus</i> | X | X | X | X |
| | | <i>Diplodus cervinus</i> | X | X | X | X |
| | | <i>Diplodus vulgaris</i> | X | X | X | X |
| | | <i>Sparisoma cretense</i> | X | X | X | X |
| | | <i>Chelon labrosus</i> | X | X | X | X |
| | | <i>Mullus surmuletus</i> | X | X | X | X |
| | | <i>Sarda sarda</i> | | X | | |
| | | <i>Sphyraena viridensis</i> | | | | |
| | | <i>Gobius niger</i> | | | | |
| | | <i>Parapristipoma octolineatum</i> | | X | | |

PUERTO DE LA RESTINGA

Tabla 18. Listado de especies por zonas del Puerto de La Restinga. Las zonas son 1: Pantalanes, 2: Diques del Puerto, 3: Entre diques y 4: Contradique.

| PHYLUM | CLASE | TAXA | ZONAS | | | |
|---------------|-----------------|-----------------------------------|-------|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Cyanobacteria | Cyanophyceae | <i>Lyngbya sp</i> | X | | | |
| | Chlorophyceae | <i>Pseudotetraspora marina</i> | | X | | |
| Chlorophyta | Ulvophycea | <i>Acetabularia acetabulum</i> | | X | | |
| | | <i>Cladophoropsis membranacea</i> | | X | | |
| Rodophyta | Florideophyceae | <i>Codium decorticatum</i> | | X | | |
| | | <i>Codium intertextum</i> | | X | | |
| Ochrophyta | Phaeophyceae | <i>Caulerpa mexicana</i> | | X | | |
| | | <i>Caulerpa webbiana</i> | X | | | |
| Porifera | Calcarea | <i>Dasycladus vermicularis</i> | | X | | |
| | | <i>Asparagopsis taxiformis</i> | | X | | |
| | | <i>Acrosymphton purpuriferum</i> | | X | | |
| | | <i>Ceratodictyon intricatum</i> | | X | | |
| | | <i>Cottoniella filamentosa</i> | | X | | |
| | | <i>Botryocladia sp.</i> | X | | X | |
| | | <i>Dasya baillouviana</i> | | | X | |
| | | <i>Lophocladia trichoclados</i> | X | X | | |
| | | <i>Hypnea spp.</i> | | X | | |
| | | <i>Canistrocarpus cervicornis</i> | | | X | |
| | | <i>Zonaria tournefortii</i> | | X | | |
| | | <i>Dyctiota dichotoma</i> | | | X | |
| | | <i>Dyctyota sp.</i> | | X | | |
| | | <i>Lobophora schneideri</i> | | | | |
| | | <i>Heteropia glomerosa</i> | | X | | X |
| | | <i>Paraleucilla magma</i> | | | X | |

| | | | |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------|---------------|
| | | | X X X |
| | Demospongiae | | |
| | | <i>Aplysina aerophoba</i> | |
| | | <i>Batzella inops</i> | |
| | | <i>Chalinula parasimulans</i> | X |
| | | <i>Chelonaplysilla noevus</i> | X |
| | | <i>Crambe crambe</i> | X X |
| | | <i>Crambe sp.</i> | |
| | | <i>Dysidea sp.</i> | |
| | | <i>Haliscarca sp.</i> | X |
| | | <i>Haliclona (Haliclona) fulva</i> | |
| | | <i>Hexadella sp.</i> | X |
| | | <i>Aiptasia couchii</i> | X |
| Cnidaria | Anthozoo | <i>Polycyathus muellerae</i> | X |
| | Hidrozoa | <i>Zoanthus pulchellus</i> | X |
| | | <i>Pennaria disticha</i> | X |
| | | <i>Ostrea stentina</i> | X X |
| | | <i>Columbella adansonii</i> | X |
| | | <i>Bittium latreillii</i> | X |
| Mollusca | Gastropoda | <i>Haminoea orbignyana</i> | X |
| | | <i>Mitrella broderipi</i> | X |
| | | <i>Jujubinus exasperatus</i> | X |
| | | <i>Patella aspera</i> | X X X X |
| | | <i>Patella candei crenata</i> | X X X X |
| | | <i>Aplysia sp.</i> | X |
| Platyhelminthes | O. Polycladida | <i>Thysanozoon brocchii</i> | X |
| | | <i>Branchiomma lucullanum</i> | |
| | | <i>Scyphoproctus sp</i> | X |
| | | <i>Caulleriella bioculata</i> | X |
| | | <i>Dodecaceria concharum</i> | X |
| | | <i>Dorvillea rubrovittata</i> | X |
| | | <i>Lysidice unicornis</i> | X |
| | | <i>Marphysa sxicola</i> | X |
| | | <i>Perinereis cultrifera</i> | X X |
| | | <i>Platynereis dumerilii</i> | X X X |
| | | <i>Ceratonereis costae</i> | X |
| Annelida | Polychaeta | <i>Polyophtalmus pictus</i> | X X |
| | | <i>Naineris laevigata</i> | X |
| | | <i>Harmothoe sp</i> | X X |
| | | <i>Filograna sp</i> | X |
| | | <i>Pomatoceros lamarckii</i> | X |
| | | <i>Polydora sp.</i> | X |
| | | <i>Exogone rostrata</i> | X |
| | | <i>Opisthodonta longocirrata</i> | X |
| | | <i>Megasyllis aff procera</i> | X X |
| | | <i>Haplosyllis aff carmenbritoae</i> | X X |
| | | <i>Trypanosyllis zebra</i> | X |
| | | <i>Syllis krohnii</i> | X |
| | | <i>Octobranchus lingulatus</i> | X |
| Nemertea | | <i>Nemertea sp.</i> | X |
| Nematoda | | <i>Nematoda sp.</i> | X |
| Sipuncula | Phascolosomatidae | <i>Phascolosoma sp.</i> | X |
| Sipuncula | Golfingiidae | <i>Onchnesoma sp</i> | X |
| | | <i>Ampithoe rubricata</i> | X X |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Cyathura sp</i> | X X |
| | | <i>Aora spinicornis</i> | X X XX |
| | | <i>Aoridae sp</i> | |

| | | | | | |
|----------|--------------|-----------------------------------|---|---|---|
| | | <i>Caprella acanthifera</i> | X | X | X |
| | | <i>Caprella sp</i> | | X | |
| | | <i>Leptocheirus pectinatus</i> | | | X |
| | | <i>Dexamine spinosa</i> | | X | |
| | | <i>Eriichthius punctatus</i> | X | X | X |
| | | <i>Carpias minutus</i> | X | X | |
| | | <i>Elasmopus rapax</i> | X | | X |
| | | <i>Quadririmaera sp</i> | X | | |
| | | <i>Gammaropsis palmata</i> | X | | |
| | | <i>Gammaropsis sp</i> | X | | |
| | | <i>Cymodoce truncata</i> | | | X |
| | | <i>Dynamene bidentata</i> | | | X |
| | | <i>Dynamene sp</i> | X | | X |
| | | <i>Tanais dulongii</i> | | | X |
| | | <i>Alpheus dentipes</i> | X | | |
| | | <i>Pisa carinimana</i> | X | | |
| | | <i>Pagurus anachoretus</i> | X | | |
| | | <i>Anapagurus laevis</i> | X | | |
| | | <i>Cronius ruber</i> | | | X |
| | | <i>Amathia verticillata</i> | X | | |
| | | <i>Bugulina cf.flabellata</i> | | | |
| Bryozoa | Gymnolaemata | <i>Schizoporella errata</i> | X | X | |
| | | <i>Shizoporella cf. unicornis</i> | | | X |
| | | <i>Reptadeonella violacea</i> | X | | |
| | | <i>Arbacia lixula</i> | X | | |
| | Echinoidea | <i>Diadema africanum</i> | X | | |
| | | <i>Paracentrotus lividus</i> | X | | |
| | Holothuridea | <i>Holothuria mammata</i> | | | |
| | | <i>Aplousobranchia sp</i> | X | | |
| | | <i>Ecteinascidia turbinata</i> | X | | |
| | | <i>Botrylloides cf. diegensis</i> | X | | |
| | | <i>Botrylloides cf. leachii</i> | X | | |
| | | <i>Botrylloides cf. nigrum</i> | X | | |
| | | <i>Botrylloides sp.</i> | X | | |
| | | <i>Didemnum sp1</i> | X | | |
| | | <i>Didemnum sp2</i> | X | | |
| Chordata | Asciidiacea | <i>Distaplia corolla</i> | X | | |
| | | <i>Distaplia sp</i> | X | | |
| | | <i>Lissoclinum perforatum</i> | X | | |
| | | <i>Symplegma brakenhielmi</i> | X | | |
| | | <i>Clavonila cf. picta</i> | X | | |
| | | <i>Clavonila lepadiformis</i> | X | | |
| | | <i>Perophora cf. listeri</i> | X | | |
| | | <i>Microcosmus squamiger</i> | X | | |
| | | <i>Polyandrocarpa zorritensis</i> | X | | |

ANEXO III: BASES DE DATOS DE LOS CENSO Y MUESTREOS

1. FAUNA SÉSIL

PUERTO DE ARRECIFE

Tabla 19. Listado de especies por raspado en el Puerto de Arrecife.

| PHYLUM | CLASE | TAXA | RASPADO | | | | | | | | | T |
|------------|--------------|--|---------|----|---|---|----|----|----|-----|----|-----|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Mollusca | Gastropoda | <i>Jujubinus exasperatus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| | | <i>Ostrea stentina</i> | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | | <i>Cyathura sp</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | | <i>Aora spinicornis</i> | 0 | 0 | 0 | 3 | 17 | 1 | 4 | 6 | 1 | 32 |
| | | <i>Caprella acanthifera</i> | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 21 | 130 | 17 | 172 |
| | | <i>Caprella sp</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 6 |
| | | <i>Dexamine spinosa</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 3 | 7 |
| | | <i>Ericthonius punctatus</i> | 2 | 2 | 4 | 5 | 22 | 0 | 2 | 2 | 1 | 40 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Carpias minutus</i> | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 11 | 5 | 0 | 18 | 42 |
| | | <i>Elasmopus rapax</i> | 4 | 11 | 2 | 2 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 29 |
| | | <i>Quadrimaera inaequipes</i> | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| | | <i>Cymodoce truncata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 10 |
| | | <i>Corophium sp</i> | 0 | 5 | 0 | 0 | 10 | 0 | 7 | 0 | 54 | 76 |
| | | <i>Cymodoce sp</i> | 2 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| | | <i>Cymadusa filosa</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| | | <i>Lysianassa ceratina</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | | <i>Apolochus neapolitanus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | | <i>Gastrosaccus sanctus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | | <i>Balanus trigonus</i> | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| | | <i>Scyphoprotus? Sp</i> | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| | | <i>Chrysopetalum debile</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | | <i>Caulieriella bioculata</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Annelida | Polychaeta | <i>Dodecaceria concharum (frag. posterior)</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | <i>Dorvillea rubrovittata</i> | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| | | <i>Lysidice unicornis</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | | <i>Marpphysa saxecola</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | | <i>Perinereis cultrifera</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | | <i>Platynereis dumerilii</i> | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| | | <i>Ceratonereis costae</i> | 4 | 18 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 25 |
| | | <i>Polyopthalmus pictus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 3 |
| | | <i>Protoaricia oerstedii</i> | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| | | <i>Amphiglena mediterranea</i> | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 4 | 11 |
| | | <i>Branchiomma lucullanum</i> | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 8 |
| | | <i>Branchiomma luctuosum</i> | 8 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|----|
| <i>Branchiomma bairdi</i> | 2 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| <i>Pseudopotamilla cf reniformis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| <i>Potamilla aff torelli</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Hydroïdes aff elegans</i> | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| <i>Polydora sp.</i> | 0 | 1 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 |
| <i>Syllis garciai</i> | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| <i>Autolytus sp</i> | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| <i>Exogone rostrata</i> | 0 | 0 | 0 | 4 | 15 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 |
| <i>Opisthodonta longocirrata</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Odontosyllis fulgurans</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Megasyllis aff procera</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Trypanosyllis zebra</i> | 3 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| <i>Exogone naidina</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Syllis krohnii</i> | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Syllis variegata</i> | 2 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| <i>Nicolea aff venustula</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Octobranchus lingulatus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Oligochaeta | <i>Grania sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Nemertea | <i>Nemertea sp.</i> | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 7 |
| Insecta | <i>Diptera sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| Nematoda | <i>Nematoda sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Turbellaria | <i>Turbellaria sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Sipuncula | <i>Phascolosoma sp.</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Chaetognatha | <i>Spadella cf cephaloptera</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| Phoronidea | <i>Phoronis sp</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| TOTAL | | | 36 | 77 | 57 | 36 | 125 | 39 | 53 | 151 | 113 | 687 | |

PUERTO DE LA RESTINGA

Tabla 20. Listado de especies por raspado en el Puerto de La Restinga.

| PHYLUM | CLASE | TAXA | RASPADOS | | | | | | | | | | | | T |
|------------|-----------------|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Mollusca | Gastropoda | <i>Ostrea stentina</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Mollusca | Gastropoda | <i>Columbella adansonii</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Mollusca | Gastropoda | <i>Bittium latreillii</i> | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Mollusca | Gastropoda | <i>Haminoea orbigniana</i> | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Mollusca | Gastropoda | <i>Mitrella broderipi</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Mollusca | Gastropoda | <i>Jujubinus exasperatus</i> | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Mollusca | Gastropoda | <i>Aplysia sp</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Polychaeta | Capitellidae | <i>Scyphoprotus? Sp</i> | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Polychaeta | Chrysopetalidae | <i>Chrysopetalum debile</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Polychaeta | Cirratulidae | <i>Caulieriella bioculata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Polychaeta | Cirratulidae | <i>Dodecaceria concharum</i> (frag. posterior) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Polychaeta | Dorvilleidae | <i>Dorvillea rubrovittata</i> | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------------|--------------------------------------|---|----|----|---|----|---|---|----|----|----|----|------------|
| Polychaeta | Eunicidae | <i>Lysidice unicornis</i> | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Polychaeta | Eunicidae | <i>Marpphysa saxicola</i> | 3 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| Polychaeta | Nereididae | <i>Perinereis cultrifera</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 |
| Polychaeta | Nereididae | <i>Platynereis dumerilii</i> | 8 | 31 | 8 | 0 | 0 | 0 | 5 | 10 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| Polychaeta | Nereididae | <i>Ceratonereis costae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Polychaeta | Opheliidae | <i>Polyopthalmus pictus</i> | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Polychaeta | Orbiniidae | <i>Naineris laevigata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Polychaeta | Polynoidae | <i>Harmothoe sp</i> | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Polychaeta | Serpulidae | <i>Filograna sp</i> | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| Polychaeta | Serpulidae | <i>Pomatoceros lamarckii</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 8 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| Polychaeta | Spionidae | <i>Polydora sp. (juveniles)</i> | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| Polychaeta | Syllidae | <i>Exogone rostrata</i> | 0 | 0 | 0 | 3 | 7 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| Polychaeta | Syllidae | <i>Opisthodonta longocirrata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Polychaeta | Syllidae | <i>Megasyllis aff procera</i> | 6 | 7 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 26 |
| Polychaeta | Syllidae | <i>Haplosyllis aff carmenbritoae</i> | 0 | 0 | 0 | 6 | 36 | 2 | 2 | 13 | 0 | 0 | 0 | 59 |
| Polychaeta | Syllidae | <i>Trypanosyllis zebra</i> | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Polychaeta | Syllidae | <i>Syllis krohnii</i> | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Polychaeta | Trichobranchidae | <i>Octobranchus lingulatus</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Nemertea | Nemertea | Número de ejemplares | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Nematoda | Nematoda | Número de ejemplares | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Sipuncula | Phascolosomatidae | <i>Phascolosoma sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| Sipuncula | Golfingiidae | <i>Onchnesoma?sp</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Ampithoe rubricata</i> | 2 | 0 | 4 | 1 | 4 | 0 | 6 | 13 | 5 | 0 | 0 | 35 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Cyathura sp</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Aora spinicornis</i> | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 3 | 11 | 16 | 86 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Aoridae sp</i> | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Caprella acanthifera</i> | 7 | 1 | 12 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 32 | 24 | 89 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Caprella sp</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Leptocheirus pectinatus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Dexamine spinosa</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 7 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Ericthonius punctatus</i> | 0 | 0 | 0 | 8 | 20 | 3 | 3 | 0 | 10 | 3 | 5 | 2 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Carpias minutus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Elasmopus rapax</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 4 | 91 | 0 | 0 | 0 | 98 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Quadrimaera sp</i> | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Gammaropsis palmata</i> | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Gammaropsis sp</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Cymodoce truncata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Dynamene bidentata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Dynamene sp</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Tanais dulongii</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 13 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Alpheus dentipes</i> | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Pisa carinimana</i> | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Pagurus anachoretus</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Arthropoda | Malacostraca | <i>Anapagurus laevis</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | 775 |

2. UNIDADES EXPERIMENTALES DE SUSTRATO ARTIFICIAL

PUERTO DE ARRECIFE

2021_12_PL_A_1



Foto 191. Parte superior de la placa 2021_12_PL_A_1.



Foto 192. Parte inferior de la placa 2021_12_PL_A_1.

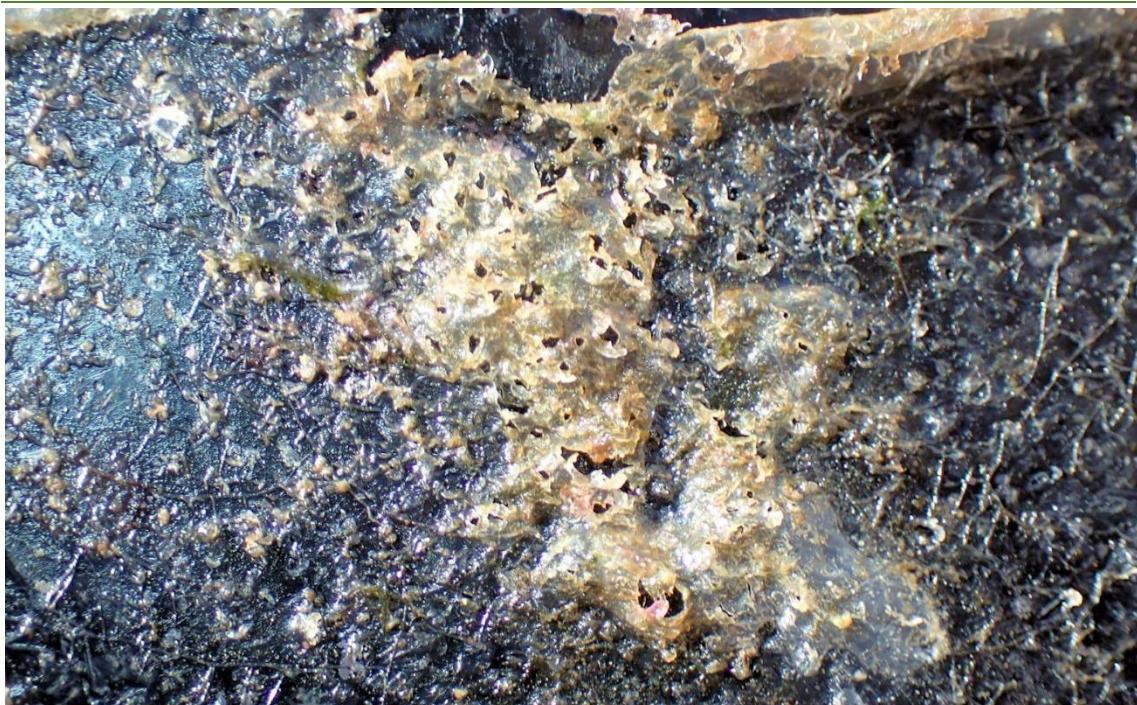


Foto 193. Detalle de la placa 2021_12_PL_A_1.

2021_12_PL_A_2



Foto 194. Parte superior de la placa 2021_12_PL_A_2.

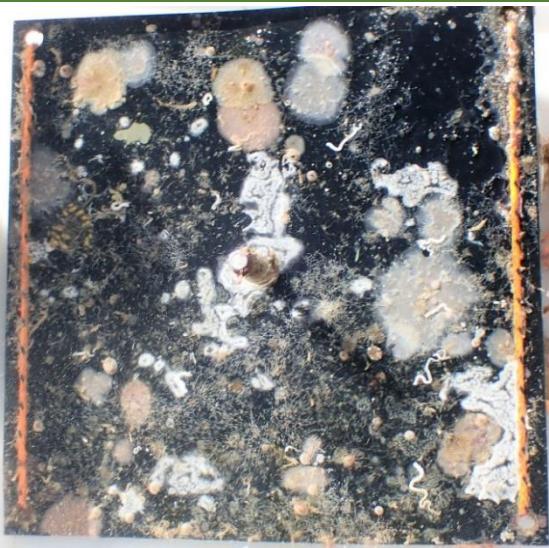


Foto 195. Parte inferior de la placa 2021_12_PL_A_2.



Foto 196. Detalle de la placa 2021_12_PL_A_2.



Foto 197. Detalle de la placa 2021_12_PL_A_2.



Foto 198. Detalle de la placa 2021_12_PL_A_2.

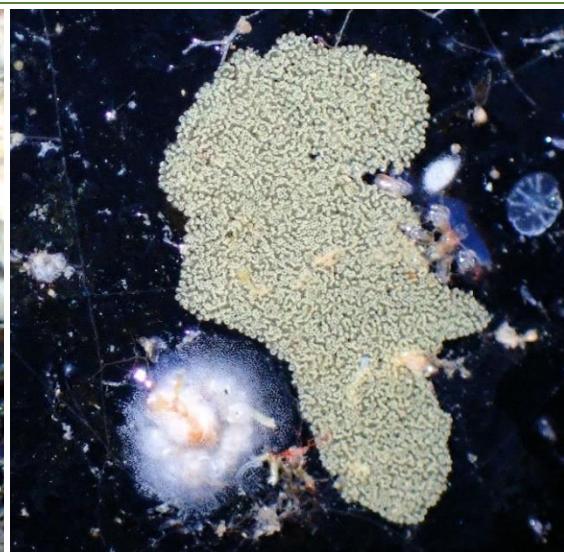


Foto 199. Detalle de la placa 2021_12_PL_A_2.



Foto 200. Detalle de la placa 2021_12_PL_A_3.



Foto 201. Detalle de la placa 2021_12_PL_A_3.

2021_12_PL_A_3

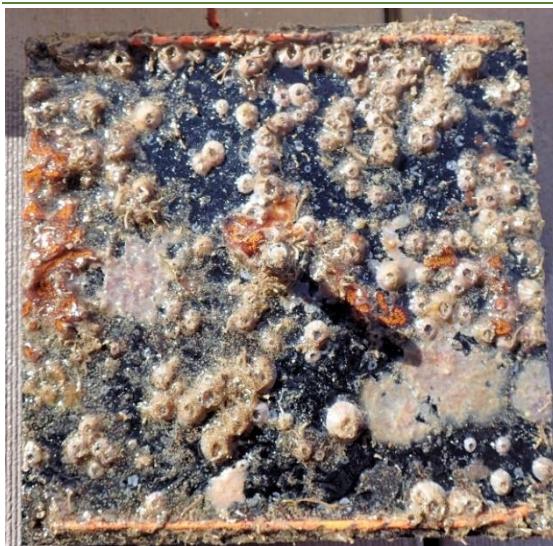


Foto 202. Parte inferior de la placa 2021_12_PL_A_3.



Foto 203. Detalle de la placa 2021_12_PL_A_3.



Foto 204. Detalle de la placa 2021_12_PL_A_3.



Foto 205. Detalle de la placa 2021_12_PL_A_3.

2021_12_PL_A_4



Foto 206. Parte superior de la placa 2021_12_PL_A_4.



Foto 207. Parte inferior de la placa 2021_12_PL_A_4.



Foto 208. Detalle de la placa 2021_12_PL_A_4.

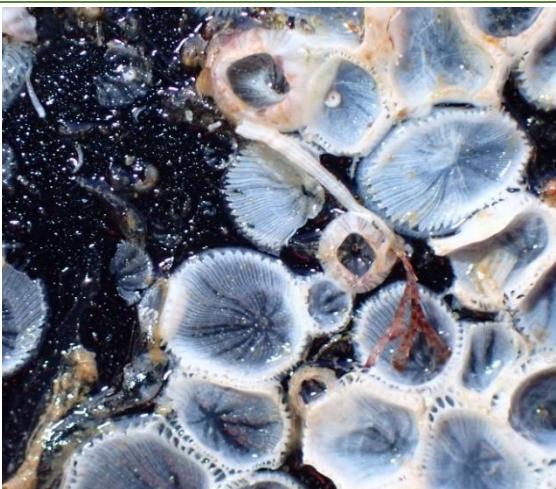


Foto 209. Detalle de la placa 2021_12_PL_A_4.



Foto 210. Detalle de la placa 2021_12_PL_A_4.



Foto 211. Detalle de la placa 2021_12_PL_A_4.



Foto 212. Detalle de la placa 2021_12_PL_A_4.



Foto 213. Detalle de la placa 2021_12_PL_A_4.

PUERTO DE LA RESTINGA

2021_12_PL_LR_1



Foto 214. Parte superior de la placa 2021_12_PL_LR_1.



Foto 215. Parte inferior de la placa 2021_12_PL_LR_1.



Foto 216. Detalle de la placa 2021_12_PL_LR_1.



Foto 217. Detalle de la placa 2021_12_PL_LR_1.



Foto 218. Detalle de la placa 2021_12_PL_LR_1.



Foto 219. Detalle de la placa 2021_12_PL_LR_1.



Foto 220. Detalle de la placa 2021_12_PL_LR_1.



Foto 221. Detalle de la placa 2021_12_PL_LR_1.

2021_12_PL_LR_3



Foto 222. Parte superior de la placa 2021_12_PL_LR_3.

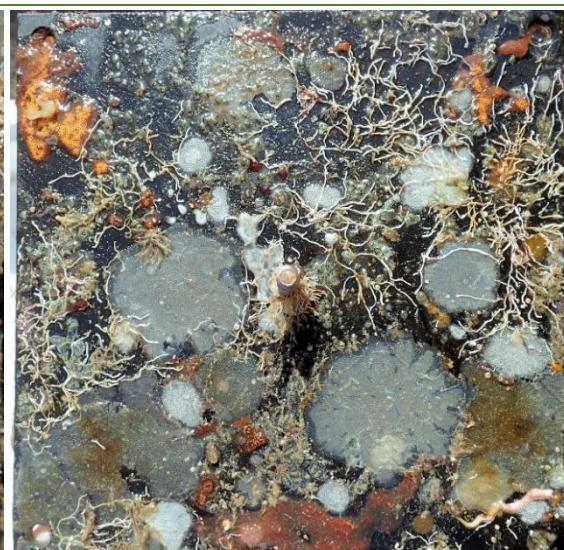


Foto 223. Parte inferior de la placa 2021_12_PL_LR_3.



Foto 224. Detalle de la placa 2021_12_PL_LR_3.



Foto 225. Detalle de la placa 2021_12_PL_LR_3.



Foto 226. Detalle de la placa 2021_12_PL_LR_3.



Foto 227. Detalle de la placa 2021_12_PL_LR_3.

2021_12_PL_LR_4



Foto 228. Parte superior de la placa 2021_12_PL_LR_4.

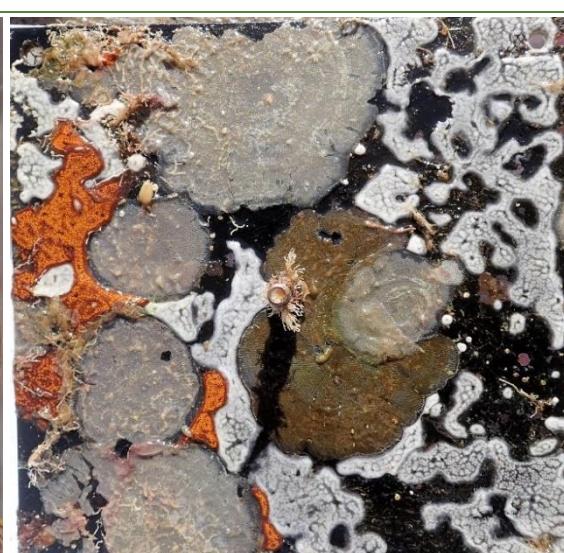


Foto 229. Parte inferior de la placa 2021_12_PL_LR_4.



Foto 230. Detalle de la placa 2021_12_PL_LR_4.



Foto 231. Detalle de la placa 2021_12_PL_LR_4.



Foto 232. Detalle de la placa 2021_12_PL_LR_4.



Foto 233. Detalle de la placa 2021_12_PL_LR_4.

3. CARACTERIZACIÓN DEL AGUA

3.1 PERFILES OCEANOGRÁFICOS

PUERTO DE ARRECIFE

Tabla 21. Valores promediados por metro de los parámetros medidos en la estación CTD01.

| PROFUNDIDAD (m) | TEMP (°C) | SAL (PSU) | PH (unid. de pH) | TURB. (FTU) | CLOROFILA (μg/l) | PAR (μmol m ⁻² s ⁻¹) |
|--------------------|--------------|--------------|---------------------|----------------|---------------------|--|
| 1 | 24,7 | 8,3 | 36,9 | 3,7 | 0,2 | 412,3 |
| 2 | 24,6 | 8,3 | 37,0 | 3,7 | 0,2 | 426,6 |
| 3 | 24,3 | 8,3 | 36,8 | 3,7 | 0,2 | 204,2 |

Tabla 22. Valores promediados por metro de los parámetros medidos en la estación CTD02.

| PROFUNDIDAD (m) | TEMP (°C) | SAL (PSU) | PH (unid. de pH) | TURB. (FTU) | CLOROFILA (μg/l) | PAR (μmol m ⁻² s ⁻¹) |
|--------------------|--------------|--------------|---------------------|----------------|---------------------|--|
| 1 | 23,9 | 8,3 | 36,6 | 4,1 | 0,7 | 106,8 |
| 2 | 23,9 | 8,2 | 36,6 | 4,2 | 0,8 | 87,7 |
| 3 | 23,9 | 8,2 | 36,6 | 4,4 | 0,8 | 86,9 |
| 4 | 23,8 | 8,2 | 36,6 | 4,7 | 0,8 | 70,5 |
| 5 | 23,8 | 8,2 | 36,6 | 5,2 | 0,8 | 44,0 |
| 6 | 23,8 | 8,2 | 36,6 | 5,6 | 0,7 | 26,6 |
| 7 | 23,8 | 8,2 | 36,6 | 5,9 | 0,7 | 20,2 |

Tabla 23. Valores promediados por metro de los parámetros medidos en la estación CTD03.

| PROFUNDIDAD (m) | TEMP (°C) | SAL (PSU) | PH (unid. de pH) | TURB. (FTU) | CLOROFILA (μg/l) | PAR (μmol m ⁻² s ⁻¹) |
|--------------------|--------------|--------------|---------------------|----------------|---------------------|--|
| 1 | 23,8 | 8,2 | 36,8 | 0,7 | 0,3 | 612,5 |
| 2 | 23,8 | 8,2 | 36,9 | 0,7 | 0,2 | 192,8 |
| 3 | 23,7 | 8,2 | 36,8 | 0,2 | 0,2 | 264,4 |
| 4 | 23,7 | 8,2 | 36,7 | 0,2 | 0,2 | 386,6 |
| 5 | 23,7 | 8,2 | 36,7 | 0,2 | 0,2 | 149,1 |
| 6 | 23,7 | 8,2 | 36,7 | 0,2 | 0,3 | 131,4 |
| 7 | 23,7 | 8,2 | 36,7 | 0,2 | 0,3 | 195,0 |
| 8 | 23,7 | 8,2 | 36,7 | 0,2 | 0,3 | 125,7 |
| 9 | 23,7 | 8,2 | 36,7 | 0,2 | 0,3 | 154,0 |
| 10 | 23,7 | 8,2 | 36,7 | 0,2 | 0,3 | 128,4 |
| 11 | 23,7 | 8,2 | 36,7 | 0,2 | 0,3 | 99,7 |
| 12 | 23,7 | 8,2 | 36,7 | 0,2 | 0,3 | 82,3 |

Tabla 24. Valores promediados por metro de los parámetros medidos en la estación CTD04.

| PROFUNDIDAD (m) | TEMP (°C) | SAL (PSU) | PH (unid. de pH) | TURB. (FTU) | CLOROFILA (μg/l) | PAR (μmol m ⁻² s ⁻¹) |
|--------------------|--------------|--------------|---------------------|----------------|---------------------|--|
| 1 | 24,2 | 8,3 | 36,6 | 2,9 | 0,4 | 1209,5 |
| 2 | 24,2 | 8,2 | 36,6 | 3,3 | 0,4 | 674,7 |
| 3 | 24,2 | 8,2 | 36,5 | 3,0 | 0,4 | 311,4 |
| 4 | 24,2 | 8,2 | 36,6 | 2,9 | 0,5 | 206,4 |
| 5 | 24,0 | 8,2 | 36,6 | 3,1 | 0,5 | 175,9 |

PUERTO DE LA RESTINGA

Tabla 25. Valores promediados por metro de los parámetros medidos en la estación CTD01.

| PROFUNDIDAD (m) | TEMP (°C) | SAL (PSU) | PH (unid. de pH) | TURB. (FTU) | CLOROFILA (μg/l) | PAR (μmol m ⁻² s ⁻¹) |
|--------------------|--------------|--------------|---------------------|----------------|---------------------|--|
| 1 | 22,6 | 36,9 | 8,1 | 1,6 | 0,3 | 571,3 |
| 2 | 22,7 | 36,9 | 8,1 | 0,8 | 0,2 | 384,1 |
| 3 | 22,7 | 36,9 | 8,1 | 0,4 | 0,2 | 308,9 |
| 4 | 22,7 | 36,9 | 8,1 | 0,4 | 0,2 | 231,9 |

Tabla 26. Valores promediados por metro de los parámetros medidos en la estación CTD02.

| PROFUNDIDAD (m) | TEMP (°C) | SAL (PSU) | PH (unid. de pH) | TURB. (FTU) | CLOROFILA (μg/l) | PAR (μmol m ⁻² s ⁻¹) |
|--------------------|--------------|--------------|---------------------|----------------|---------------------|--|
| 1 | 22.6 | 8.1 | 37.0 | 0.3 | 0.3 | 150.2 |
| 2 | 22.7 | 8.1 | 36.9 | 0.3 | 0.2 | 149.3 |
| 3 | 22.7 | 8.1 | 36.9 | 0.3 | 0.2 | 222.9 |
| 4 | 22.7 | 8.1 | 36.9 | 0.4 | 0.2 | 115.3 |
| 5 | 22.7 | 8.1 | 36.9 | 0.4 | 0.2 | 66.4 |
| 6 | 22.7 | 8.1 | 36.9 | 0.3 | 0.2 | 67.6 |
| 7 | 22.7 | 8.1 | 36.9 | 0.3 | 0.2 | 52.8 |
| 8 | 22.7 | 8.1 | 36.9 | 0.3 | 0.2 | 49.5 |
| 9 | 22.7 | 8.1 | 36.9 | 0.4 | 0.2 | 49.5 |
| 10 | 22.7 | 8.1 | 36.9 | 0.4 | 0.2 | 45.1 |

Tabla 27. Valores promediados por metro de los parámetros medidos en la estación CTD03.

| PROFUNDIDAD (m) | TEMP (°C) | SAL (PSU) | PH (unid. de pH) | TURB. (FTU) | CLOROFILA (μg/l) | PAR (μmol m ⁻² s ⁻¹) |
|--------------------|--------------|--------------|---------------------|----------------|---------------------|--|
| 1 | 22.5 | 8.1 | 37.0 | 0.8 | 0.3 | 62.3 |
| 2 | 22.7 | 8.1 | 36.9 | 0.4 | 0.2 | 49.2 |
| 3 | 22.7 | 8.1 | 36.9 | 0.3 | 0.2 | 32.4 |
| 4 | 22.7 | 8.1 | 36.9 | 0.3 | 0.2 | 20.3 |
| 5 | 22.7 | 8.1 | 36.9 | 0.5 | 0.2 | 16.8 |
| 6 | 22.7 | 8.1 | 36.9 | 0.4 | 0.2 | 13.8 |

Tabla 28. Valores promediados por metro de los parámetros medidos en la estación CTD04.

| PROFUNDIDAD (m) | TEMP (°C) | SAL (PSU) | PH (unid. de pH) | TURB. (FTU) | CLOROFILA (μg/l) | PAR (μmol m ⁻² s ⁻¹) |
|--------------------|--------------|--------------|---------------------|----------------|---------------------|--|
| 1 | 22.7 | 8.0 | 36.9 | 2.7 | 0.3 | 40.1 |
| 2 | 22.8 | 7.9 | 36.9 | 0.3 | 0.2 | 34.5 |
| 3 | 22.8 | 7.9 | 36.9 | 0.2 | 0.2 | 33.4 |
| 4 | 22.8 | 7.9 | 36.9 | 0.2 | 0.2 | 26.8 |
| 5 | 22.8 | 7.9 | 36.9 | 0.2 | 0.2 | 18.0 |
| 6 | 22.8 | 7.9 | 36.9 | 0.2 | 0.2 | 14.1 |
| 7 | 22.8 | 7.9 | 36.9 | 0.2 | 0.2 | 12.1 |

3.2 Sensores continuos de temperatura y luz

PUERTO DE ARRECIFE

Tabla 29. Valores promediados por día de temperatura del agua (°C) e intensidad lumínica (Lux) medidos por el HOBO en el Puerto de Arrecife.

| DÍA | °C | LUX | DÍA | °C | LUX | DÍA | °C | LUX |
|----------|------|-------|----------|------|-------|----------|------|-------|
| 30-09-21 | 23,8 | 1.547 | 04-11-21 | 22,2 | 0 | 31-10-21 | 23,4 | 6 |
| 01-10-21 | 24,0 | 1.733 | 05-11-21 | 21,8 | 68 | 01-11-21 | 22,4 | 4 |
| 02-10-21 | 24,2 | 2.234 | 06-11-21 | 21,2 | 731 | 02-11-21 | 22,4 | 1 |
| 03-10-21 | 24,1 | 1.995 | 07-11-21 | 20,6 | 965 | 03-11-21 | 22,4 | 2 |
| 04-10-21 | 23,9 | 847 | 30-09-21 | 23,8 | 1.547 | 04-11-21 | 22,2 | 0 |
| 05-10-21 | 23,5 | 439 | 01-10-21 | 24,0 | 1.733 | 05-11-21 | 21,8 | 68 |
| 06-10-21 | 23,6 | 454 | 02-10-21 | 24,2 | 2.234 | 06-11-21 | 21,2 | 731 |
| 07-10-21 | 23,7 | 352 | 03-10-21 | 24,1 | 1.995 | 07-11-21 | 20,6 | 965 |
| 08-10-21 | 23,7 | 170 | 04-10-21 | 23,9 | 847 | 08-11-21 | 20,3 | 1.628 |
| 09-10-21 | 23,6 | 211 | 05-10-21 | 23,5 | 439 | 09-11-21 | 20,4 | 1.758 |
| 10-10-21 | 23,6 | 176 | 06-10-21 | 23,6 | 454 | 10-11-21 | 20,7 | 2.360 |
| 11-10-21 | 23,5 | 156 | 07-10-21 | 23,7 | 352 | 11-11-21 | 20,7 | 1.047 |
| 12-10-21 | 23,5 | 332 | 08-10-21 | 23,7 | 170 | 12-11-21 | 20,7 | 850 |
| 13-10-21 | 23,5 | 269 | 09-10-21 | 23,6 | 211 | 13-11-21 | 20,6 | 1.304 |
| 14-10-21 | 23,5 | 394 | 10-10-21 | 23,6 | 176 | 14-11-21 | 20,7 | 1.499 |
| 15-10-21 | 23,7 | 430 | 11-10-21 | 23,5 | 156 | 15-11-21 | 20,7 | 2.049 |
| 16-10-21 | 23,8 | 385 | 12-10-21 | 23,5 | 332 | 16-11-21 | 20,5 | 1.092 |
| 17-10-21 | 23,9 | 493 | 13-10-21 | 23,5 | 269 | 17-11-21 | 20,4 | 710 |
| 18-10-21 | 23,9 | 349 | 14-10-21 | 23,5 | 394 | 18-11-21 | 20,4 | 1.967 |
| 19-10-21 | 23,8 | 242 | 15-10-21 | 23,7 | 430 | 19-11-21 | 20,4 | 1.286 |
| 20-10-21 | 23,6 | 147 | 16-10-21 | 23,8 | 385 | 20-11-21 | 20,6 | 1.545 |
| 21-10-21 | 23,5 | 82 | 17-10-21 | 23,9 | 493 | 21-11-21 | 20,6 | 325 |
| 22-10-21 | 23,3 | 31 | 18-10-21 | 23,9 | 349 | 22-11-21 | 20,6 | 300 |
| 23-10-21 | 22,9 | 32 | 19-10-21 | 23,8 | 242 | 23-11-21 | 20,8 | 298 |
| 24-10-21 | 22,6 | 37 | 20-10-21 | 23,6 | 147 | 24-11-21 | 21,0 | 321 |
| 25-10-21 | 22,7 | 33 | 21-10-21 | 23,5 | 82 | 25-11-21 | 20,8 | 70 |
| 26-10-21 | 22,5 | 19 | 22-10-21 | 23,3 | 31 | 26-11-21 | 20,5 | 20 |
| 27-10-21 | 22,3 | 6 | 23-10-21 | 22,9 | 32 | 27-11-21 | 20,1 | 107 |
| 28-10-21 | 22,1 | 0 | 24-10-21 | 22,6 | 37 | 28-11-21 | 19,9 | 133 |
| 29-10-21 | 22,1 | 2 | 25-10-21 | 22,7 | 33 | 29-11-21 | 19,6 | 96 |
| 30-10-21 | 22,4 | 7 | 26-10-21 | 22,5 | 19 | 30-11-21 | 19,6 | 56 |
| 31-10-21 | 23,4 | 6 | 27-10-21 | 22,3 | 6 | 01-12-21 | 19,8 | 254 |
| 01-11-21 | 22,4 | 4 | 28-10-21 | 22,1 | 0 | 02-12-21 | 19,7 | 654 |
| 02-11-21 | 22,4 | 1 | 29-10-21 | 22,1 | 2 | 03-12-21 | 9,3 | 11 |
| 03-11-21 | 22,4 | 2 | 30-10-21 | 22,4 | 7 | | | |

PUERTO DE LA RESTINGA

Tabla 30. Valores promediados por día de temperatura del agua (°C) e intensidad lumínica (Lux) medidas por el HOBO en el Puerto de La Restinga.

| DÍA | °C | LUX | DÍA | °C | LUX | DÍA | °C | LUX |
|----------|------|-----|----------|------|-----|----------|------|-----|
| 03-08-21 | 23,3 | 357 | 16-09-21 | 24,9 | 11 | 30-10-21 | 23,4 | 16 |
| 04-08-21 | 23,0 | 152 | 17-09-21 | 24,7 | 10 | 31-10-21 | 23,4 | 15 |
| 05-08-21 | 23,2 | 226 | 18-09-21 | 24,7 | 8 | 01-11-21 | 23,4 | 13 |
| 06-08-21 | 23,8 | 241 | 19-09-21 | 24,7 | 6 | 02-11-21 | 23,2 | 11 |
| 07-08-21 | 23,9 | 88 | 20-09-21 | 24,6 | 7 | 03-11-21 | 23,2 | 12 |
| 08-08-21 | 23,9 | 73 | 21-09-21 | 24,3 | 4 | 04-11-21 | 23,2 | 9 |
| 09-08-21 | 23,6 | 67 | 22-09-21 | 24,0 | 2 | 05-11-21 | 23,1 | 6 |
| 10-08-21 | 23,6 | 170 | 23-09-21 | 24,0 | 2 | 06-11-21 | 22,8 | 9 |
| 11-08-21 | 23,7 | 79 | 24-09-21 | 24,1 | 0 | 07-11-21 | 22,6 | 9 |
| 12-08-21 | 23,5 | 131 | 25-09-21 | 24,2 | 1 | 08-11-21 | 22,3 | 10 |
| 13-08-21 | 23,6 | 125 | 26-09-21 | 24,2 | 0 | 09-11-21 | 22,4 | 6 |
| 14-08-21 | 23,9 | 127 | 27-09-21 | 23,8 | 0 | 10-11-21 | 22,5 | 9 |
| 15-08-21 | 24,0 | 57 | 28-09-21 | 23,9 | 2 | 11-11-21 | 22,6 | 12 |
| 16-08-21 | 23,9 | 93 | 29-09-21 | 23,7 | 13 | 12-11-21 | 22,8 | 12 |
| 17-08-21 | 23,3 | 65 | 30-09-21 | 23,5 | 9 | 13-11-21 | 22,8 | 11 |
| 18-08-21 | 23,1 | 70 | 01-10-21 | 23,8 | 6 | 14-11-21 | 22,6 | 15 |
| 19-08-21 | 23,3 | 76 | 02-10-21 | 24,0 | 6 | 15-11-21 | 22,6 | 14 |
| 20-08-21 | 23,6 | 58 | 03-10-21 | 23,9 | 7 | 16-11-21 | 22,5 | 12 |
| 21-08-21 | 23,7 | 45 | 04-10-21 | 23,8 | 4 | 17-11-21 | 22,4 | 13 |
| 22-08-21 | 23,8 | 29 | 05-10-21 | 23,6 | 4 | 18-11-21 | 22,4 | 8 |
| 23-08-21 | 23,8 | 25 | 06-10-21 | 23,6 | 3 | 19-11-21 | 22,6 | 10 |
| 24-08-21 | 23,9 | 19 | 07-10-21 | 23,6 | 3 | 20-11-21 | 22,6 | 15 |
| 25-08-21 | 24,1 | 15 | 08-10-21 | 23,6 | 3 | 21-11-21 | 22,6 | 11 |
| 26-08-21 | 24,1 | 12 | 09-10-21 | 23,6 | 4 | 22-11-21 | 22,7 | 9 |
| 27-08-21 | 23,9 | 37 | 10-10-21 | 23,6 | 7 | 23-11-21 | 22,8 | 11 |
| 28-08-21 | 23,8 | 33 | 11-10-21 | 23,6 | 7 | 24-11-21 | 22,7 | 10 |
| 29-08-21 | 24,2 | 31 | 12-10-21 | 23,7 | 10 | 25-11-21 | 22,5 | 4 |
| 30-08-21 | 24,4 | 31 | 13-10-21 | 23,6 | 14 | 26-11-21 | 22,2 | 4 |
| 31-08-21 | 24,6 | 23 | 14-10-21 | 23,6 | 21 | 27-11-21 | 21,8 | 9 |
| 01-09-21 | 24,6 | 22 | 15-10-21 | 23,6 | 18 | 28-11-21 | 21,8 | 9 |
| 02-09-21 | 24,5 | 20 | 16-10-21 | 23,9 | 18 | 29-11-21 | 21,7 | 9 |
| 03-09-21 | 24,7 | 21 | 17-10-21 | 24,0 | 18 | 30-11-21 | 21,8 | 6 |
| 04-09-21 | 24,7 | 23 | 18-10-21 | 23,7 | 17 | 01-12-21 | 21,9 | 7 |
| 05-09-21 | 24,9 | 28 | 19-10-21 | 23,5 | 17 | 02-12-21 | 21,7 | 8 |
| 06-09-21 | 25,0 | 22 | 20-10-21 | 23,2 | 11 | 03-12-21 | 21,4 | 5 |
| 07-09-21 | 25,1 | 21 | 21-10-21 | 23,2 | 10 | 04-12-21 | 21,6 | 5 |
| 08-09-21 | 25,0 | 18 | 22-10-21 | 23,3 | 7 | 05-12-21 | 21,4 | 2 |
| 09-09-21 | 24,5 | 20 | 23-10-21 | 23,2 | 17 | 06-12-21 | 21,3 | 3 |
| 10-09-21 | 24,1 | 12 | 24-10-21 | 23,2 | 23 | 07-12-21 | 21,4 | 1 |
| 11-09-21 | 24,2 | 27 | 25-10-21 | 23,3 | 21 | 08-12-21 | 21,2 | 4 |
| 12-09-21 | 24,7 | 19 | 26-10-21 | 23,3 | 20 | 09-12-21 | 21,1 | 6 |

Tabla 30. Valores promediados por día de temperatura del agua (°C) e intensidad lumínica (Lux) medidos por el HOBO en el Puerto de La Restinga.

| DÍA | °C | LUX | DÍA | °C | LUX | DÍA | °C | LUX |
|----------|------|-----|----------|------|-----|----------|------|-----|
| 13-09-21 | 24,8 | 14 | 27-10-21 | 23,2 | 15 | 10-12-21 | 16,9 | 59 |
| 14-09-21 | 24,7 | 13 | 28-10-21 | 23,2 | 17 | | | |
| 15-09-21 | 24,9 | 12 | 29-10-21 | 23,2 | 14 | | | |

4. MUESTRAS DE SEDIMENTO

PUERTO DE ARRECIFE

Tabla 31. Abundancias macrofaunales en estaciones de sedimento.

| FILO | CLASE | FAMILIA | ESPECIE | S-A-1 | | | TOTAL | |
|----------|------------|----------------|---|-------|-----|-----|-------|-----|
| | | | | 1 | 2 | 3 | | |
| Annelida | Polychaeta | Capitellidae | <i>Notomastus sp.</i> | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| Annelida | Polychaeta | Chaetopteridae | <i>Spiochaetopterus costarum</i> | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| Annelida | Polychaeta | Cirratulidae | <i>Cirriformia tentaculata</i> | 2 | 16 | 5 | 23 | |
| Annelida | Polychaeta | Cirratulidae | <i>Monticellina cf dorsobranchialis</i> | 55 | 20 | 37 | 112 | |
| Annelida | Polychaeta | Lumbrineridae | <i>Scoletoma funchalensis</i> | 0 | 0 | 2 | 2 | |
| Annelida | Polychaeta | Lumbrineridae | <i>Lumbrineris cf latreilli</i> | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| Annelida | Polychaeta | Maldanidae | <i>Euclymene cf oerstedii</i> | 13 | 46 | 25 | 84 | |
| Annelida | Clitellata | Nereididae | <i>Neanthes acuminata</i> | 1 | 9 | 9 | 19 | |
| Annelida | Polychaeta | Orbiniidae | <i>Naineris laevigata</i> | 1 | 0 | 1 | 2 | |
| Annelida | Polychaeta | Paraonidae | <i>Cirrophorus furcatus</i> | 4 | 0 | 3 | 7 | |
| Annelida | Polychaeta | Paraonidae | <i>Paradoneis lyra</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| Annelida | Polychaeta | Paraonidae | <i>Paradoneis ilvana</i> | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| Annelida | Polychaeta | Sabellidae | <i>Jasmineira elegans</i> | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| Annelida | Polychaeta | Spionidae | <i>Dipolydora cf coeca</i> | 0 | 0 | 2 | 2 | |
| Annelida | Polychaeta | Syllidae | <i>Perkinsyllis cf spinisetosa</i> | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| Cnidaria | Anthozoa | Edwardsiidae | <i>Edwardsia sp.</i> | 55 | 26 | 11 | 92 | |
| Mollusca | Bivalvia | Semelidae | <i>Abra alba</i> | 1 | 5 | 2 | 8 | |
| Mollusca | Gastropoda | Cystiscidae | <i>Gibberula secreta</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| Mollusca | Gastropoda | Fasciolariidae | <i>Hemipolygona armata</i> | 0 | 1 | 2 | 3 | |
| | | | | Total | 134 | 127 | 102 | 363 |

PUERTO DE LA RESTINGA

Tabla 32. Abundancias macrofaunales en estaciones de sedimento.

| FILO | CLASE | FAMILIA | ESPECIE | S-LR-1 | | | TOTAL |
|------------|--------------|---------------|--------------------------------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | |
| Annelida | Clitellata | Naidae | <i>Phalodrilinae</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Annelida | Polychaeta | Capitellidae | <i>Notomastus latericeus</i> | 0 | 0 | 3 | 3 |
| Annelida | Polychaeta | Cirratulidae | <i>Aphelochaeta marioni</i> | 15 | 10 | 13 | 38 |
| Annelida | Polychaeta | Cirratulidae | <i>Caulieriella bioculata</i> | 0 | 3 | 4 | 7 |
| Annelida | Polychaeta | Cirratulidae | <i>Dodecaceria concharum</i> | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Annelida | Polychaeta | Cirratulidae | <i>Monticellina dorsobranchialis</i> | 9 | 14 | 63 | 86 |
| Annelida | Polychaeta | Eunicidae | <i>Lysidice unicornis</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Annelida | Polychaeta | Lumbrineridae | <i>Lumbrineris latreilli</i> | 0 | 1 | 1 | 2 |
| Annelida | Polychaeta | Lumbrineridae | <i>Scoletoma funchalensis</i> | 1 | 0 | 2 | 3 |
| Annelida | Polychaeta | Orbiniidae | <i>Naineris laevigata</i> | 27 | 9 | 13 | 49 |
| Annelida | Polychaeta | Paraonidae | <i>Paradoneis cf lyra</i> | 1 | 2 | 5 | 8 |
| Annelida | Polychaeta | Spionidae | <i>Pseudopolydora cf pulchra</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Annelida | Polychaeta | Syllidae | <i>Perkinsyllis cf spinisetosa</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Annelida | Polychaeta | Syllidae | <i>Syllis armillaris</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Arthropoda | Malacostraca | Apseudidae | <i>Apseudopsis rogi</i> | 14 | 19 | 8 | 41 |
| Arthropoda | Malacostraca | Corophiidae | <i>Leptocheirus pectinatus</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Mollusca | Bivalvia | Lucinidae | <i>Lucina adansonii</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Mollusca | Gastropoda | Cerithiidae | <i>Bittium incile</i> | 2 | 12 | 6 | 20 |
| Mollusca | Gastropoda | Columbellidae | <i>Columbella adansonii</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Mollusca | Gastropoda | Columbellidae | <i>Mitrella broderipii</i> | 6 | 5 | 10 | 21 |
| Mollusca | Gastropoda | Nassariidae | <i>Tritia cuvierii</i> | 2 | 3 | 1 | 6 |
| Sipuncula | Sipunculidea | Golfingiidae | <i>Golfingia sp.</i> | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | | | | Total | 80 | 79 | 136 |
| | | | | | | | 295 |

ANEXO IV: CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

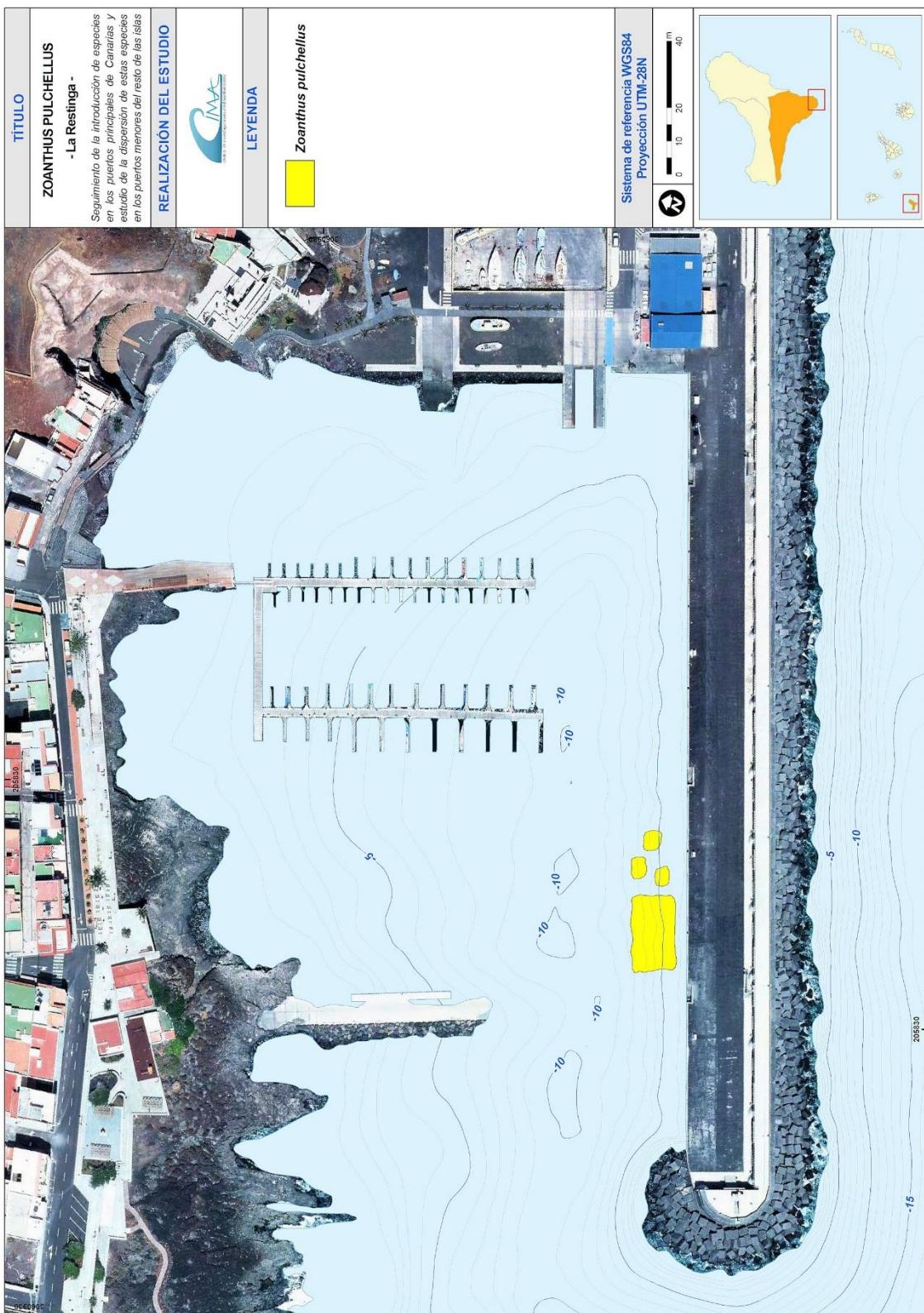
1. PUERTO DE ARRECIFE





2. PUERTO DE LA RESTINGA







ANEXO V: BIBLIOGRAFÍA

- Afonso-Carrillo, J., Sansón, M., Sangil, C., Díaz-Villa, T., (2007). New records of benthic marine algae from the Canary Islands (eastern Atlantic Ocean): morphology, taxonomy and distribution. *Botanica Marina* 50, 119-127.
- Amat, J.N. & Tempera, F. (2009). *Zoobotryon verticillatum* Della Chiaje, 1822 (Bryozoa), a new occurrence in the archipelago of the Azores (North-Eastern Atlantic). *Marine Pollution Bulletin* 58:761-764.
- Antoniadou, C., Sarantidis, S., y Chintiroglou, C., (2011). Small-scale spatial variability of zoobenthic communities in a commercial Mediterranean port. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 91(1), 7789.
- Arias, A., Giangrande, A., Gambi, M.C, Anadón, N., (2013). Biology and new records of the invasive species *Branchiomma bairdi* (Annelida: Sabellidae) in the Mediterranean Sea. *Medit. Mar. Sci.* 14(1): 162–171.
- Ashton, G., Davidson, I. & Ruiz, G. (2014). Transient small boats as a long-distance coastal vector for dispersal of biofouling organisms. *Estuaries and Coasts*, 37, 1572-1581.
- Aydin-Onen S (2018). Distribution of ascidians with a new record of the non-indigenous species *Polyclinum constellatum* Savigny, 1816 from the Aegean coast of Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 18: 1077–1089, https://doi.org/10.4194/1303-2712-v18_9_07.
- Ballesteros, E., (1988). Composición y estructura de la comunidad infralitoral de *Corallina elongata* Ellis & Solander, 1786, de la Costa Brava (Mediterráneo Occidental). *Scientia Marina* 52(1), 135-151
- Bax N., Williamson A., Aguero M., Gonzalez E., Geeves W. (2003). Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Marine Policy*, Volume 27, Issue 4, Pages 313-323.
- Bianchi, C. N. Haroun, R., Morri, C., Wirtz, P. (2000). Publicación The subtidal epibenthic communities off Puerto del Carmen (Lanzarote, Canary islands). Arquipielago. Life and Marine Sciences. Supplement 2(Part A): 145-155. Ponta Delgada. ISSN 0873-4703.
- Bitar G, Kouli-Bitar S (2001). Nouvelles données sur la faune et la flore benthiques de la côte Libanaise. *Migration Lessepsienne. Thalassia Salentina* 25: 71–74.
- Blackburn, T.M., Pysek, P., Bacher, S., Carlton, J.T., Duncan R.P., Jarosik, V. Wilson, J.R.U & Richardson, D.M. (2011). A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution* 26:333-339.
- Braathen, N., (2011). Environmental Impacts of International Shipping: The Role of Ports, 1^a Edición, París: OECD Publishing.
- Brito, A., Barquín, J., Braun, J.G., Reyes, J., Falcón, J.M., González, G., Pascual, P.J., Báez, A., Cabrera, M., Sancho, A., Martín-Sosa, P., Dorta, C., Tosco, J.O., (1998). Estudio de los

parámetros biológicos, ecológicos y pesqueros en relación con el funcionamiento de las reservas marinas canarias. Gobierno de Canarias y Universidad de La Laguna, La Laguna, 293 pp.

- **Brito, A., Clemente, S. & Herrera R. (2011).** On the occurrence of the African hind, *Cephalopholis taeniops*, in the Canary Islands (eastern subtropical Atlantic): introduction of large-sized demersal littoral fishes in ballast water of oil platforms?. *Biol. Invasions* 13:2185.
- **Brito, A., Falcón, J.M. & Herrera, R. (2005).** Sobre la tropicalización reciente de la ictiofauna litoral de las Islas Canarias y su relación con cambios ambientales y actividades antrópicas. *Vieraea* Vol. 33:515-525.
- **Brito, A., López C., Ocaña, O., Herrera, R., Moro, L., Monterroso, O., Rodríguez, A., Clemente, S. & Sánchez, J.J. (2017).** Colonization and expansion of two potentially invasive coral species in the Canary Islands introduced through oil platforms. *Vieraea* 45: 65-82.
- **Calder DR. (1988).** *Turritopsisoides brehmeri*, a new genus and species of athecate hydroid from Belize (Hydrozoa: Clavidae). *Proc Biol Soc Wash.* 101:229–233.
- **Campbell, M. L. and Hewitt, C. L. (1999).** Marine Biological Invasions of Port Phillip Bay. Vectors, shipping, and trade. In C. L. Lewis *et al.* (Eds), Centre for Research on Introduced Marine Pests, Technical Report 20 (pp. 45-60). Hobart : Centre for Marine Research.
- **Canning-Clode, J., Fofonoff, P., McCann, K., Carlton, J.T. & G. Ruiz. (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.
- **Capaccioni, R. (1988).** Anélidos poliquetos de la Ensenada de los Alfaques (Delta del Ebro, Mediterráneo occidental). Publicaciones de la Universidad de Valencia. Valencia.533 pp.
- **Carballo, J.L. (2000a).** Distribución de *Ecteinascidia turbinata* (Asciidae: Perophoridae) en los manglares de la Península de Yucatán (Méjico). *Rev. Biol. Trop.* 48:2-6.
- **Carballo, J.L., A. Hernández-Zanuy, S. Naranjo, B. Kukurtzü & A. García Cagide. (1999).** Recovery of *Ecteinascidia turbinata* Herman, 1880 (Asciidae: Perophoridae) populations after different levels of harvesting on a sustainable basis. *Bull. Mar. Sci.* 65:755-760.
- **Carlton, J. T. & Cohen, A. N. (2003).** Episodic global dispersal in shallow water marine organisms: the case history of the European shore crabs *Carcinus maenas* and *Carcinus aestuarii*. *Journal of Biogeography*, 30, 1809-1820.
- **Carlton, J. T. & Scanlon, J. A. (1985).** Progression and dispersal of an introduced alga: *Codium fragile* ssp. *tomentosoides* (Chlorophyta) on the Atlantic coast of North America. *Botanica Marina*, 28, 155-165.
- **Carlton, J. T., Reid, D. M. & van Leeuwen, H. (1995).** Shipping Study. The role of shipping in the introduction of non-indigenous aquatic organisms to the coastal waters of the United States (other than the Great Lakes) and an analysis of control options. Report Number CG-D-11-95, The National Sea Grant College Program/Connecticut Sea Grant Project R/ES-6.

Washington, D.C. and Groton, Connecticut: Department of Transportation, United States Coast Guard.

- **Carlton, J.T. & Ruiz, G.M. (2005).** Vector science and integrated vector management in bioinvasion ecology: conceptual frameworks. In H.A. Mooney, R.N., Mack, J.A., Mcneely, L.E., Neville, P.J., Schei, J.K., Waage (Eds), *Invasive Alien Species: A New Synthesis* (pp 36-58). Covelo, California: Island Press.
- **Chang, A. L., Grossman, J. D., Spezio, T. S., Weiskel, H. W., Blum, J. C., Burt, J. W. et al. (2009).** Tackling aquatic invasions: risk and opportunities for the aquarium fish industry. *Biological Invasions*, 11, 773-785.
- **Chapman, J. W., Miller, T. W. & Coan, E. V. (2003).** Live seafood species as recipes for invasion. *Conservation Biology*, 17, 1386-1395.
- **Chatzinikolaou, E., Mandalakis, M., Damianidis, P., Dailianis, T., Gambineri, S., Rossano, C., y Arvanitidis, C., (2018).** Spatio-temporal benthic biodiversity patterns and pollution pressure in three Mediterranean touristic ports. *Science of the total environment* 624, 648-660.
- **Çınar MH, Bilecenoglu M, Öztürk B, Can A (2006).** New records of alien species on the Levantine coast of Turkey. *Aquatic Invasions* 1: 84–90, <https://doi.org/10.3391/ai.2006.1.2.6>.
- **Çınar, M.E. (2005).** Polychaetes from the coast of northern Cyprus (eastern Mediterranean Sea), with two new records for the Mediterranean Sea. *Cahiers de Biologie Marine*, 46, 143-159.
- **Çınar, M.E., (2009).** Alien polychaete species (Annelida: Polychaeta) on the southern coast of Turkey (Levantine Sea, Eastern Mediterranean), with 13 new records for the Mediterranean Sea. *J. Nat. Hist.* 43(37): 2283–2328.
- **Cocito, S., Ferdeghini, F., Morri, C., y Bianchi, C. N., (2000).** Patterns of bioconstruction in the cheilostome bryozoan *Schizoporella errata*: the influence of hydrodynamics and associated biota. *Marine Ecology Progress Series* 192, 153-161.
- **Cohen, A. N. & Carlton, J. T. (1997).** Transoceanic transport mechanisms : The introduction of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*, to California. *Pacific science*, 51, 1-11.
- **Cohen, A. N. & Zabin, C. J. (2009).** Oyster shells as vectors for exotic organisms. *Journal of Shellfish Research*, 28, 163-167.
- **Cook, E. J., Ashton, G., Campbell, M., Coutts, A., Gollasch, S., Hewitt, C. et al. (2008).** Non-native aquaculture species releases: implications for aquatic ecosystems. In M. Holmer, K. Black, C. M. Duarte, N. Marba, I. Karakassis (Eds.) *Aquaculture in the Ecosystem* (p.155-184). Berlin: Springer.
- **Cranfield, H.J., Gordon, D.P., Willan, R.C., Marshall, B.A., Battershill, C.N., Francis, M.P., Nelson, W.A., Glasby, C.J. & Read, G.B. (1998).** Adventive Marine Species in New Zealand.

Technical report prepared for National Institute of Water and Atmospheric Research, Wellington, New Zealand, no. 34:48.

- **Creed, J.C., Fenner, D., Sanmarco, P., Cairns, S., Capel, K., Junqueira, A.O.R., Cruz, I., Miranda, R.J., Carlos-Junior, L., Mantelatto, M.C., & Oigman-Pszczol, S. (2017).** The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastrea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors. *Biological Invasions* 19:283-305.
- **Cvitkovic, I., Despalatović, M., Grubelić, I. (2013).** Occurrence of *Paraleucilla magna* (Porifera: calcarea) in the eastern Adriatic Sea. *Acta Adriat.* 54, 93–99.
- **Davidson, I. C., McCann, L. D., Fofonoff, P. W., Sytsma, M. D. & Ruiz, G. M. (2008).** The potential for hull-mediated species transfers by obsolete ships on their final voyages. *Diversity and Distributions*, 14, 518-529.
- **Davidson, I. C., Zabin, C. J., Chang, A. L., Brown, C. W., Sytsma, M. D., Ruiz, G. M. (2010).** Recreational boats as potential vectors of marine organisms at an invasion hotspot. *Aquatic Biology*, 11, 179-191.
- **Dias G.M., R.M. Rocha, T.M.C. Lotufo and L.P. Kremer (2013).** Fifty years of ascidian biodiversity research in São Sebastião, Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2013, 93(1), 273–282.
- **Dimitriou, P. D., Chatzinkolaou, E. y Arvanitidis, C., (2020).** ‘Ecological status assessment based on benthic macrofauna of three Mediterranean ports: Comparisons across seasons, activities and regions’, *Marine Pollution Bulletin* 153.
- **Eldredge, L. G. & Carlton, J.T. (2002).** Hawaii marine bioinvasions: a preliminary assessment. *Pacific Science*, vol. 56, pp. 211–212.
- **Falcón, J., R. Herrera, O. Ayza & A. Brito. (2015).** New species of tropical littoral fish found in Canarian waters. Oil platforms as a central introduction vector. *Rev. Acad. Canar. Cienc.*, 27(1): 67-82.
- **Falcón, J.M. 2015.** Ictiofauna de las Islas Canarias. Análisis biogeográfico. Tesis Doctoral, Universidad de La Laguna, 310 pp.
- **Falcón, J.M., A. Brito,A., R. Herrera, O. Monterroso, M. Rodríguez, O. Álvarez, E. Ramos & A. Miguel (2018).** New records of tropical littoral fishes from the Canary Islands as a result of two driving forces: natural expansion and introduction by oil platforms. *Rev. Acad. Canar. Cienc*, Vol. XXX, 39-56.
- **Falcón, J.M., Herrera, Ayza, O. & Brito, A. (2015).** New species of tropical littoral fish found in Canarian waters. Oil platforms as a central introduction vector. *Rev. Acad. Canar. Cienc.*, 27(1): 67-82.
- **Ferreira, C.E.L., Gonçalves, J.E.A. & Coutinho, R. (2006).** Ship hulls and oil platforms as potential vectors to marine species introduction. *Journal of Coastal Research*, SI 39 (Proceedings of the 8th International Coastal Symposium), 1341 - 1346.

- **Fisher, W.K. & MacGinitie, G.E. (1928a).** The natural history of an echiuroid worm. Annals and Magazine of Natural History, series 10, no. 1, 204-213.
- **Fisher, W.K. & MacGinitie, G.E. (1928b).** A new echiuroid worm from California. Annals and Magazine of Natural History, series 10, no. 1, 199-204.
- **Fofonoff, P.W., Ruiz, G.M., Stevens, B. & Carlton, J.T. (2003).** In ships or on ships? Mechanisms of transfer and invasion for non-native species to the coasts of North America. In Ruiz GM & Carlton JT (eds), Invasive species: vectors and management strategies, Island Press, Boca Raton, pp. 152–182.
- **Fratini, S., Zane, L., Ragionieri, L., Vannini, M., y Cannicci, S. (2008).** Relationship between heavy metal accumulation and genetic variability decrease in the intertidal crab *Pachygrapsus marmoratus* (Decapoda; Grapsidae). Estuarine, Coastal and Shelf Science 79(4), 679-686.
- **Frey, M.A., Simard, N., Robichaud, D. D., Martin, J. L. & Therriault, T. W. (2014).** Fouling around: vessel sea-chests as a vector for introduction and spread of aquatic invasive species. *Management of Biological Invasions*, 5, 21-30.
- **Friedlander, A.M., Ballesteros, E., Fay, M. & Sala, E. (2014).** Marine Communities on Oil Platforms in Gabon, West Africa: High Biodiversity Oases in a Low Biodiversity Environment. PLoS ONE 9(8):e103709.
- **Galil, B. S. (2001).** Exotics in the Mediterranean - Bioindicators for a sea change. Biomare newsletter, 1: 7-9.
- **García-Mederos, A. & Tuset, V.M. (2014).** First record of African Brown snapper *Lutjanus dentatus* in the Canary Islands (north-eastern Canary Islands). Marine Biodiversity Records, 7: e65.
- **Giangrande, A., Cosentino, A., Lo Presti, C., Licciano, M., (2012).** Sabellidae (Annelida) from the Faro coastal lake (Messina, Ionian Sea), with the first record of the invasive species *Branchiomma bairdi* along the Italian coast. Mediterranean Marine Science, 13 (2), 283-293.
- **González, J. A., Triay-Portella, R., Escribano, A., & Cuesta, J. A. (2017).** Northernmost record of the pantropical portunid crab *Cronius ruber* in the eastern Atlantic (Canary Islands): Natural range extension or human-mediated introduction? Scientia Marina, 81(1), 81–89. <https://doi.org/10.3989/scimar.04551.17B>
- **Guan, Y., R. Sakai, K.L. Rinehart & A.H. Wang. (1993).** Molecular and crystal structures of ecteinascidins: potent antitumor compounds from the Caribbean tunicate *Ecteinascidia turbinata*. Biomol. Struct. Dyn. 10:793-818.
- **Guardiola, M., Frotscher, J., Uriz, M.J., (2011).** Genetic structure and differentiation at a short-time scale of the introduced calcarean sponge *Paraleucilla magna* to the western Mediterranean. In: Ancient Animals, New Challenges. Springer, Dordrecht, pp. 71–84.

- **Guardiola, M., Frotscher, J., Uriz, M.J., (2016).** High genetic diversity, phenotypic plasticity, and invasive potential of a recently introduced calcareous sponge, fast spreading across the Atlanto-Mediterranean basin. *Mar. Biol.* 163, 123.
- **Hamad N, Millot C, Taupier-Letage I (2005).** A new hypothesis about the surface circulation in the eastern basin of the Mediterranean Sea. *Progress in Oceanography* 66: 287–298, <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2005.04.002>.
- **Haydar, D. & Wolff, W. J. (2011).** Predicting invasion patterns in coastal ecosystems: relationship between vector strength and vector tempo. *Marine Ecology Progress Series*, 431, 1-10.
- **Hayward, B. W. (1997).** Introduced marine organisms in New Zealand and their impact in the Waitemata Harbour, Auckland. *Tane*, 36, 197-223.
- **Herrera, R., L. Moro, O. Aiza, J. Núñez, C. Camacho, J. Martín, T. Brito, J. J. Bacallado & J. Ortea (2017).** Primeros registros de invertebrados marinos para las islas Canarias (II). *Rev. Acad. Canar. Cienc.*, Vol. XXIX, 257-272.
- **Hewitt, C. L., Gollasch, S. & Minchin, D. (2009).** The vessel as a vector – biofouling, ballast water and sediments, In G. Rilov, J. Crooks (Eds.), *Biological invasions in marine ecosystems* (p.117-131).Heidelberg: Springer-Verlag.
- **Hewitt, C.L. & Campbell, M.L. (2010).** The relative contribution of vectors to the introduction and translocation of marine invasive species. Australian Department of Agriculture Fisheries and Forestry, Canberra.
- **Hewitt, C.L., Campbell, M.L. & Schaffelke, B. (2007).** Introductions of marine macroalgae—accidental transfer pathways and mechanisms. *Botanica Marina*, vol. 50, pp. 326–337.
- **Hewitt, C.L., Campbell, M.L., Thresher, R.E. & Martin, R.B. (1999).** Marine Biological Invasions of Port Phillip Bay, Victoria. Technical report no. 2 prepared by Centre for Research on Introduced Marine Pests, CSIRO Marine Research, CSIRO, Hobart, Australia.
- **Hewitt, C.L., Campbell, M.L., Thresher, R.E., Martin, R.B., Boyd, S., Cohen, B.F., Currie, D.R., Gomon, M.F., Keogh, M.J., Lewis, J.A., Lockett, M.M., Mays, N., McArthur, M.A., O’Hara, T.D., Poore, G.C.B., Ross, D.J., Storey, M.J., Watson, J.E. & Wilson, R.S. (2004).** Introduced and cryptogenic species in Port Phillip Bay, Victoria, Australia. *Marine Biology*, vol. 144, pp. 182–202.
- **Izquierdo-Muñoz A, Diáz-Valdés M, Ramos-Esplá AA (2009).** Recent non-indigenous ascidians in the Mediterranean Sea. *Aquatic Invasions* 4: 59–64, <https://doi.org/10.3391/ai.2009.4.1.5>.
- **Kerr, R.G. & N.F. Miranda. (1995).** Biosynthetic studies of ecteinascidins in the marine tunicate *Ecteinascidia turbinata*. *Nat. Prod.* 58:1618-1621.
- **Kikuzawa, Y. P., Ng, C. S. L., Toh, T. C., Sam, S. Q., Lee, Y. L., Loo, P. L., y Chou, L. M., (2020).** Diversity of subtidal benthic and hard coral communities on sloping and vertical seawalls in Singapore. *Marine Biodiversity* 50:95.

- **Klautau M., Halasz M., Azevedo F., Plese B., Nikolic V. and Ćetković H. (2020).** *Heteropia glomerosa* (Bowerbank, 1873) (Porifera, Calcarea, Calcaronea), a new alien species in the Atlantic. Systematics and Biodiversity 18(4):1-15.
- **Kolian, S.R., Porter, S., Sammarco, P.W. & Cake JR, E.W. (2013).** Depuration of Macondo (MC-252) oil found in heterotrophic cleractinian corals (*Tubastrea coccinea* and *Tubastrea micranthus*) on offshore oil/gas platforms in the Gulf. *Gulf and Caribbean Research*, 25:99-103.
- **Kott P (1985).** The Australian Ascidiacea, Part 1. Phlebobranchia and Stolidobranchia. Mem Queensland Mus 23:1–438.
- **Lambert CC, Lambert G (1998).** Non-indigenous ascidians in southern California harbors and marinas. *Mar Biol* 130:675–688
- **Lambert CC, Lambert G (2003).** Persistence and differential distribution of nonindigenous ascidians in harbors of the Southern California Bight. *Mar Ecol Prog Ser* 259: 145–161
- **Lewis, P. N., Riddle, M. J. & Smith, S. D. A. (2005).** Assisted passage or passive drift: a comparison of alternative transport mechanisms for non-indigenous coastal species into the Southern Ocean. *Antarctic Science*, 17, 183-191.
- **Licciano, M., Giangrande, A., (2008).** The genus *Branchiomma* (Polychaeta: Sabellidae) in the Mediterranean Sea, with the description of *B. maerli* n. sp. *Scientia Marina*, 72 (2), 383-391.
- **Lockwood, J.L., Hoopes, M.F., Marchetti, M.P. (2013).** Invasion Ecology (Second Edition). Wiley- Blackwell, Oxford,UK.
- **Lombardi C., Cocito S., Hiscock K., Occhipinti-Ambrogi A., Setti M., Taylor P.D. (2008).** Influence of seawater temperature on growth bands, mineralogy and carbonate production in a bioconstructional bryozoan. *Facies*, 54, 333–342.
- **Longo, C., Mastrototaro, F., Corriero, G., (2007).** Occurrence of *Paraleucilla magna* (Porifera: calcarea) in the Mediterranean sea. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 87, 1749–1755.
- **Longo, C., Scalera-Liaci, L., Manuel, M. (2004).** Note sui poriferi del Mar Grande e del Mar Piccolo di Taranto (Mar Ionio). *Biol. Mar. Mediterr.* 11, 440–443.
- **Lowe AJ (2002).** *Microcosmus squamiger*; a solitary ascidian introduced to southern California harbors and marinas: salinity tolerance and phylogenetic analysis. MSc Thesis. California State University, Fullerton.
- **Maciver, S. K., J. Evans, J. A. Borg, A. Ramos-Esplá & P. J. Schembri. (2017).** Status of the ‘mangrove tunicate *Ecteinascidia turbinata* (Ascidiacea: perophoridae) in the Mediterranean sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 97 (2): 369-376.
- **Mastrototaro F, Dappiano M (2005).** New record of the nonindigenous species *Microcosmus squamiger* (Ascidiacea: Stolidobranchia) in the harbour of Salerno (Tyrrhenian Sea, Italy). *J Mar Biol Assoc UK* 85:1555.
- **Mastrototaro F, Montesanto F, Salonna M, Grieco F, Trainito E, Chimienti G, Gissi C (2019).** Hitch-hikers of the sea: concurrent morphological and molecular identification of *Symplegma*

- brakenhielmi* (Tunicata: Ascidiacea) in the western Mediterranean Sea. Mediterranean Marine Science 20: 197–207, <https://doi.org/10.12681/mms.19390>.
- **Micael, J., Marina, J. G., Costa, A. C., y Occhipinti-Ambrogi, A., (2014).** The non-indigenous *Schizoporella errata* (Bryozoa: Cheilostomatida) introduced into the Azores Archipelago. Marine Biodiversity Records 7, 1-6.
 - **Miglietta MP, Odegard D, Faure B, Faucci A (2015).** Barcoding Techniques Help Tracking the Evolutionary History of the Introduced Species *Pennaria disticha* (Hydrozoa,Cnidaria). PLoS ONE.10(12):e0144762.doi:10.1371/journal.pone.0144762.
 - **Minchin, D., Floerl, O., Savini, D. & Occhipinti-Ambrogi, A. (2006).** Small craft and the spread of exotic species. In J. Davenport, J. L. Davenport (Eds.), The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment (p.99-118). Berlin: Springer.
 - **Minchin, D., Gollasch, S. & Wallentinus, I. (Eds.) (2005).** Vector pathways and the spread of exotic species in the sea. ICES Cooperative Research Report 271. Copenhagen, Denmark: ICES.
 - **Monniot C (1981).** Apparition de l'ascidie *Microcosmus exasperatus* dans les ports Méditerranéens. Téthys 10:59–62.
 - **Monniot C (1983)** Ascidies littorals de Guadelope IV Styelidae. Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle. Section A, Zoologie, biologie et écologie animales 5(2): 423–456.
 - **Monterroso, O., M. Rodríguez, E. Ramos, O. Pérez, O. Álvarez, L. Cruces, M. Ruiz, A. Miguel y M. González (2019).** Memoria final del estudio “Caracterización y seguimiento de las especies y comunidades existentes en los puertos de la región”. Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. Dirección General de Protección de la Naturaleza. Sep-2019. CIMA -Informe Técnico 2019-19: 318 pp.
 - **Moles J. and Riesgo A. (2019).** A junior freckled nudibranch: chromatic variability in *Felimida* species from the Eastern Atlantic (Mollusca, Gastropoda, Chromodorididae). Project Byology of Mediterranean opisthobranchs, Spixiana 42, 2:193-202
 - **Moro L., Herrera, R., O. Aiza, S. Cozzi, J.C. de La Paz, J. J. Bacallado & J. Ortea (2018).** Primeros registros de invertebrados marinos para las islas Canarias (III). Rev. Acad. Canar. Cienc., Vol. XXX, 157-178.
 - **Naranjo, S. A. (1995).** Taxonomía, zoogeografía y ecología de las ascidias del Estrecho de Gibraltar. Implicaciones de su distribución bionómica en la caracterización ambiental de zonas costeras. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla. Sevilla, España.
 - **Nogueira, J., M. Rossi & E. López. (2006).** Intertidal species of *Branchiomma Kölliker* and *Pseudobranchiomma Jones* (Polychaeta: Sabellidae: Sabellinae) occurring on rocky shores along the state of São Paulo, southeastern Brazil. Zoological Studies, 45(4), 586-610.
 - **Noyel, V., y Desai, D.V., (2020).** Spatio-temporal variation in the macrobenthos of Paradip port, east coast of India. Current Science 119(1), 68–82.

- **Otani, M. (2006).** Important vectors for marine organisms unintentionally introduced to Japanese waters. In Koike F, Clout MN, Kawamichi M, De Poorter M & Iwatsuki K (eds), Assessment and Control of Biological Invasion Risks, Shoukadoh Book Sellers, Kyoto, Japan and IUCN, Gland, Switzerland, pp. 92–103.
- **Padilla, D. K. & Williams, S. L. (2004).** Beyond ballast water: aquarium and ornamental trades as sources of invasive species in aquatic ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2, 131-138.
- **Padua, A., Lanna, E., Zilberberg, C. (2013).** Recruitment, habitat selection and larval photoresponse of *Paraleucilla magna* (Porifera, calcarea) in Rio de Janeiro, Brazil. *Mar. Ecol.* 34, 56–61.
- **Pajuelo J. G., González J. A., Triay-Portella R., Martín J. A., Ruiz-Díaz R., Lorenzo J. M., Luque A. (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.
- **Palmer-Zwahlen, M. L., y Aseltine, D. A., (1994).** Successional development of the turf community on a quarry rock artificial reef. *Bulletin of Marine Science* 55(2-3), 902-923.
- **Pearson, S., Windupranata, W., Pranowo, S. W., Putri, A., Ma, Y., Vila-Concejo, A. y Arvanitidis, C., (2016).** Conflicts in some of the World harbours: what needs to happen next?. *Maritime Studies* 15(1), 1-23.
- **Pérès JM (1958b)** Ascidies de la baie de Haifa collectées par E. Gottlieb. *Bulletin of the Research Council of Israel* 7(B): 151–164.
- **Perkol-Finkel, S., y Airoldi, L., (2010).** Loss and recovery potential of marine habitats: an experimental study of factors maintaining resilience in subtidal algal forests at the Adriatic Sea. *PLoS one*, 5(5), e10791.
- **Puljas, S., y Morton, B., (2019).** Influence of predation by two crabs, *Pachygrapsus marmoratus* (Fabricius, 1787) and *Lophozozymus incisus* (H. Milne Edwards, 1834) (Decapoda: Brachyura: Grapsidae, Xanthidae), on intertidal mussels (Mytiloidea) in the Adriatic Sea. *Journal of Crustacean Biology* 39(2), 103-111.
- **Ramos-Esplá A. A., Bitar G., Ramzi Y., Ertan M., Deidun A., Ferrario J. and Ulman A. (2020)** *Symplegma* (Asciidiacea: Styelidae), a non-indigenous genus spreading within the Mediterranean Sea: taxonomy, routes and vectors. *Aquatic Invasions*. Volume 15, Issue 1: 44–62.
- **Reyes, J., Ocaña, O., Sansón, M., Brito, A., (2000).** Descripción de las comunidades bentónicas infralitorales en la Reserva Marina de La Graciosa e Islotes al Norte de Lanzarote. *Vieraea* 28, 137-154.
- **Ribera Siguan, M. A. (2003).** Pathways of biological invasions of marine plants. In G. M. Ruiz, J. T. Carlton (Eds.), *Invasive species: vectors and management strategies* (p.183-226). Washington, D.C.: Island Press.

- **Riera, R., Herrera, R., Moro, L. & Martín-Barrios, J. (2015).** Primer registro del estado larvario de *Vibiliopsis propinqua* Stebbing, 1888 (Hyperiidea, Amphipoda) asociado a *Pyrosomaatlanticum* Péron, 1804. *Vieraea* 43: 325-327.
- **Riera, R., Rodríguez, M., Ramos, E., Monterroso, Ó., y Delgado, J.D., (2013).** Hard and soft-bottom macrozoobenthos in subtidal communities around an inactive harbour area (Gran Canaria, Canary Islands). *Vie et Milieu-Life and Environment* 63(1), 23-34
- **Rinehart, K.H., T.G. Holt, N.L. Fregeau, J.G. Stroh, P.A. Keiper, F. Sun, L.H. Li & D.G. Martín. (1990).** Ecteinascidins 729, 743, 745, 579A, 759B and 770. Potent antitumor agents from the Caribbean tunicate *Ecteinascidia turbinata*. *Jour. Org. Chem.* 55: 452-455.
- **Rocha RM, Faria SB, Moreno TR (2005a)** Ascidians from Bocas del Toro, Panama. I. Biodiversity. *Caribbean Journal of Science* 4(3): 600–612
- **Rocha RM, Moreno TR, Metri R (2005b).** Ascídias (Tunicata, Ascidiacea) da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22: 461–476, <https://doi.org/10.1590/S0101-81752005000200024>
- **Rodríguez, C., Sala, E., Clavell, A., y Polo, L., (1997).** Composición y estructura de las comunidades de algas bentónicas de ambientes portuarios: El puerto de Blanes. *Collectanea Botanica* 23, 29-40
- **Romero A. F., Moreira J. & Guerra-García J.M. (2019).** First confirmed record of *Branchiomma luctuosum* (Annelida: Sabellidae) in marinas of southern Spain. *Frontiers in Marine Science* 6.
- **Ros, M., Guerra-García, J.M., (2012).** On the occurrence of the tropical caprellid *Paracaprella pusilla* Mayer, 1890 (Crustacea: Amphipoda) in Europe. *Mediterranean Marine Science*, 13 (1), 134-139.
- **Ruiz, G. M., Fofonoff, P. W., Steves, B., Foss, S. F. & Shiba, S. N. (2011).** Marine invasion history and vector analysis of California: a hotspot for Western North America. *Diversity and Distributions*, 17, 362-373.
- **Saito, N., K. Tashiro, Y. Maru, K.Yamaguchi & A. Kubo. (1997).** Synthetic approaches toward ecteinascidins .1. Preparation of an (E)-2-arylidene-3-benzyl-1,5 imino-3-benzazocin-4-one having a protected phenol in the E-ring. *Jour. Chem. Soc. Perkin Tr.* 1:53-69.
- **Sakai, R., K.L. Rinehart, Y. Guan & A.H. Wang. (1992).** Additional antitumor ecteinascidins from a Caribbean tunicate: crystal structures and activities in vivo. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 89:11456-11460.
- **Sakai, R., K.L. Rinehart, Y. Guan & A.H. Wang. (1996).** Ecteinascidins: putative biosynthetic precursors and absolute stereochemistry. *Jour. Amer. Chemm. Soc.* 118:9017-9023.
- **Sammarco, P.W., Brazeau, D.A., Sinclair, J. (2012).** Genetic connectivity in scleractinian corals across the northern Gulf of Mexico: oil/gas platforms, and relationship to the Flower Garden Banks. *PLoS ONE* 7:e30144.

- **Sangil C., Sansón M., Afonso-Carrillo J., Díaz T., Herrera R., Rodríguez A & Martín L. (2012)** Changes in subtidal assemblages in a scenario of warming: the proliferation of ephemeral algae in the Canary Islands (eastern Atlantic Ocean). *Marine Environmental Research* 77:120-128.
- **Sangil C., Sansón, M., Afonso-Carrillo, J., Martín, L. (2010)**. Extensive off-shore meadows of *Penicillus capitatus* (Udoteaceae, Chlorophyta) in the Canary Islands (Eastern Atlantic Ocean). *Botanica Marina*, 53:183-187.
- **Schäfer S., Gama M. J., Casto N., Gil R. and canning- Clode J. (2019)**. *Cronius ruber* (Lamarck, 1818) arrives to Madeira Island: A new indication of the ongoing tropicalization of the northeastern Atlantic. *Marine Biodiversity* 49(6):2699-2707
- **Schuchert P. (2001)**. Survey of the family Corynidae (Cnidaria, Hydrozoa). *Rev Suisse Zool.* 108:739–878. <https://doi.org/10.5962/bhl.part.80165>.
- **Shenkar N, Loya Y (2009)**. Non-indigenous ascidians (Chordata: Tunicata) along the Mediterranean coast of Israel. *Marine Biodiversity Records* 2: e166, <https://doi.org/10.1017/S1755267209990753>.
- **Sokolover, N., Ostrovsky, A. N., y Ilan, M., (2018)**. *Schizoporella errata* (Bryozoa, Cheilostomata) in the Mediterranean Sea: abundance, growth rate, and reproductive strategy. *Marine Biology Research* 14(8), 868-882.
- **Stephen, A.C. & Edmonds, S.J. (1972)**. The phyla Sipuncula and Echiura. London: Trustees of the British Museum (Natural History).
- **Templado, J., Ballesteros, E., Galparsoro, I., Borja, A., Serrano, A., Martín, L y Briot, A., (2012)**. Inventario español de hábitats y especies marinos: guía interpretativa, inventario español de hábitats marinos, Madrid, España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- **Tompsett, S., Porter, J. S., y Taylor, P. D., (2009)**. Taxonomy of the fouling cheilostome bryozoans *Schizoporella unicornis* (Johnston) and *Schizoporella errata* (Waters). *Journal of Natural History* 43(35-36), 2227-2243.
- **Tovar-Hernández, M.A. & Yáñez-Rivera, B. (2012)**. Capítulo IX.: Ficha técnica y análisis de riesgo de *Branchiomma bairdi* (McIntosh, 1885) (Polychaeta: Sabellidae) Pp: 167-190. En: Low-Pfeng, A.M & Peters Recagno, E.M. (eds). Invertebrados marinos exóticos en el Pacífico mexicano. Geomare, A.C., INE-SEMARNAT, México.
- **Tovar-Hernández, M.A., Villalobos-Guerrero, T.F., Yáñez-Rivera, B., Aguilar-Camacho, J.M. & Ramírez-Santana, I.D. (2012)**. Guía de invertebrados acuáticos exóticos en Sinaloa. Geomare, A. C., USFWS, INE-SEMARNAT. Mazatlán, México, 41 pp.
- **Triay-Portella, R., Pajuelo, J.G., Manent, P., Espino, F., Ruiz-Días, R., Lorenzo, J.M. & González, J.A. (2015)**. New record of non-indigenous fishes (Perciformes and Tetraodontiformes) from Canary Islands (north-eastern Atlantic). *International journal of ichthyology* 39(3):163-174.

- **Turon X, Nishikawa T, Rius M (2007).** Spread of *Microcosmus squamiger* (Asciidiacea: Pyuridae) in the Mediterranean Sea and adjacent waters. J Exp Mar Biol Ecol 342: 185–188.
- **Ulman A, Ferrario J, Occhipinti-Ambrogi A, Arvanitidis C, Bandi A, Bertolino M, Bogi C, Chatzigeorgiou G, Çiçek BA, Deidun A, Ramos-Esplá A, Koçak C, Lorenti M, MartinezLaiz G, Merlo G, Princisgh E, Scribano G, Marchini A (2017).** A massive update of nonindigenous species records in Mediterranean marinas. PeerJ 5: e3954, <https://doi.org/10.7717/peerj.3954>.
- **Vaga,C.F., Kitahara, M.V., Nascimento, K.B (2020).** Genetic diversity of the *Pennaria disticha* Goldfuss, 1820 (Cnidaria, Hydrozoa) complex: new insights from Brazil. Mar. Biodivers. 50, 68. <https://doi.org/10.1007/s12526-020-01102-7>.
- **Vazquez E., Lafargue F. y Urgorri V. (1998).** Nuevos datos sobre la distribución de trece especies de la familia Didemnidae (Tunicata, Asciidiacea) en las costas ibéricas. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.), 91 (1-4): 219-229.
- **Vitousek, P. M., D'Antonio, C.M., Loope, L.L. & Westbrooks, R. (1996).** Biological invasions as global environmental change. American Scientist 84:468–478.
- **Weerasinghe, R. L., Ranatunga, R. R. M. K. P., y Chinthaka, S. D. M., (2018).** Chemical evidences of *Schizoporella errata* for high perseverance in marine environment: Cytotoxicity and volatile compound analysis. Biodiversity and Ecological Health 212.
- **Worm, B., y Lotze, H. K., (2006).** Effects of eutrophication, grazing, and algal blooms on rocky shores. Limnology and oceanography 51(2), 569-579.
- **Wynne, M.J., (2011).** A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: third revision. Nova Hedwigia Beiheft 140, 7-166.
- **Zabala M. (1986)** Fauna dels Brizozous dels Països Catalans. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona, 84, 582–583.
- **Zammit, P.P., Longo, C., Schembri, P.J., (2009).** Occurrence of *Paraleucilla magna* Klautau et al., 2004 (Porifera: calcarea) in Malta. Mediterr. Mar. Sci. 10, 135–138.

ANEXO VI: FOTOGRAFÍAS

1. PUERTO DE ARRECIFE



Foto 234. Banda de *Chtamalus stellatus* con poblaciones de Lapas

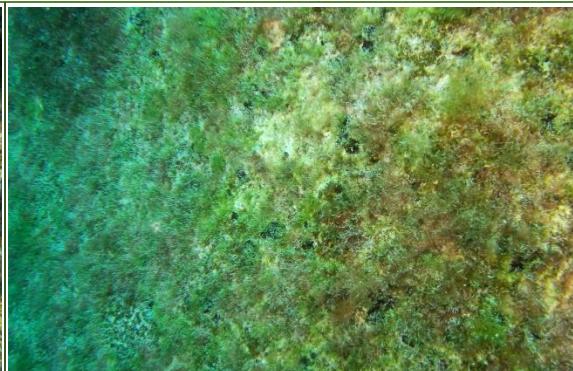


Foto 235 Césped algal sobre las paredes del dique



Foto 236. Colonias de *Shizoporella errata*.



Foto 237. *Caulerpa webbiana*.



Colonias de *Ecteinascidia turbinata*.



Foto 238. Poblaciones de *Pennaria disticha*.



Foto 239. *D. africanum* en paredes de los diques.



Foto 240. *Asparagopsis taxiformis*.

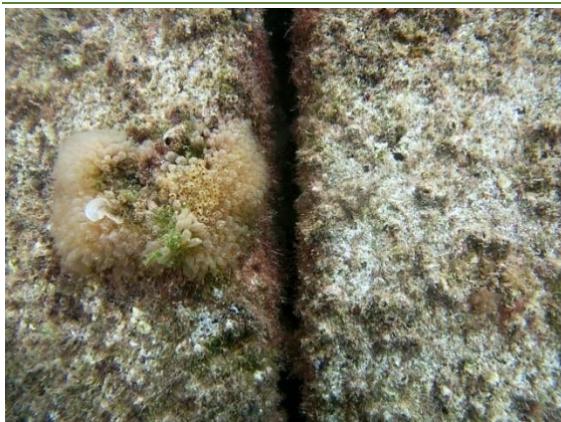


Foto 241. Colonia de *Ecteinascidia turbinata* en muelle de Poniente.



Colonias de *Shizoporella errata*.



Foto 242. Césped algal en Playa de la Arena.



Foto 243. Comunidad algal en playa reducto.



Foto 244. Colonias de *Ecteinascidia turbinata*.



Foto 245. *Symplegma brakenhielmi*



Foto 246. *Acetabularia acetabulum*.



Foto 247. *Aplysia dactylomela*.



Foto 248. *Holothuria*



Foto 249. *Monoplex sp.*



Foto 250. *Pachygrapsus marmoratus*.



Foto 251. *Clibanarius erythropodus*.



Foto 252. *Palaemon elegans*.



Foto 253. Hembra de *Gobius niger*



Foto 254. *Parapristipoma octolineatum*



Foto 255. Comunidades de peces sobre paredes del dique



Foto 256. Bogas en el Muelle Oblicuo.

Foto 257. Bicudas en el Muelle Poniente.

2. PUERTO DE LA RESTINGA



Foto 258. *Botryocladia sp* con cianobacterias.

Foto 259. Poblamientos de *Distaplia corolla*.



Foto 260. Poblamientos de *Botrylloides cf. diegensis*.

Foto 261. Poblamientos de *Clavelina lepadiformis*.



Foto 262. *Lissoclinum perforatum*.



Foto 263. *Microcosmus squamiger*.



Foto 264. *Polycarpa zorritensis*.



Foto 265. *Branchiomma lucullanum*.



Foto 266. *Crambe crambe*.



Foto 267. *Chalinula parasimulans*.



Foto 268. *Halisarca.sp*.



Foto 269. *Chelonaplysilla noevis.*



Foto 270. *Heteropia glomerosa.*



Foto 271. *Paraleucilla magma.*

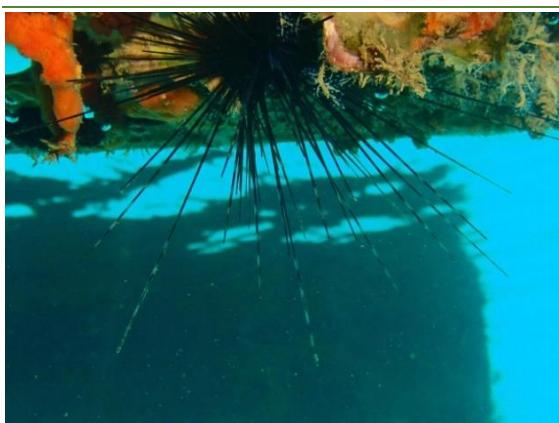


Foto 272. *Diadema africanum.*



Foto 273. *P.candei crenata.*



Foto 274. *Amathia verticillata*.



Foto 275. *Aiptasia couchii*.



Foto 276. Cara exterior dominada por *C. webbiana*.



Foto 277. Flotador cubierto con *C. filamentosa*.



Foto 278. *Arbacia lixula*



Foto 279. *Microcosmus squamiger*



Foto 280. Cara interior del dique.



Foto 281. *Zonaria tournefortii*.



Foto 282. Poblamiento de *Zoanthus pulchellus*.



Foto 283. Comunidad de *Lobophora cf. schneideri*.

ANEXO VII: IMÁGENES DE VÍDEO HD

1. PUERTO DE ARRECIFE

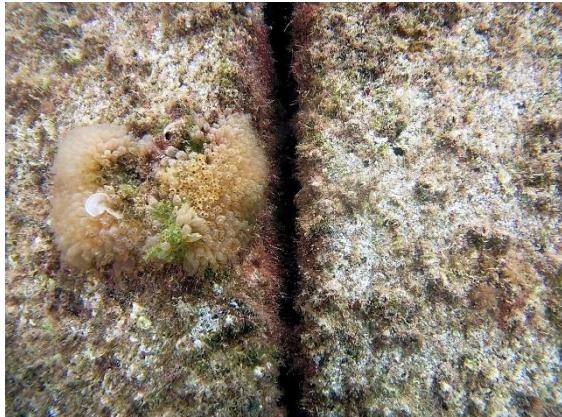


Foto 284. Muelle de Poniente.



Foto 285. Muelle de Poniente.



Foto 286. Muelle de Poniente.



Foto 287. Muelle de Poniente.

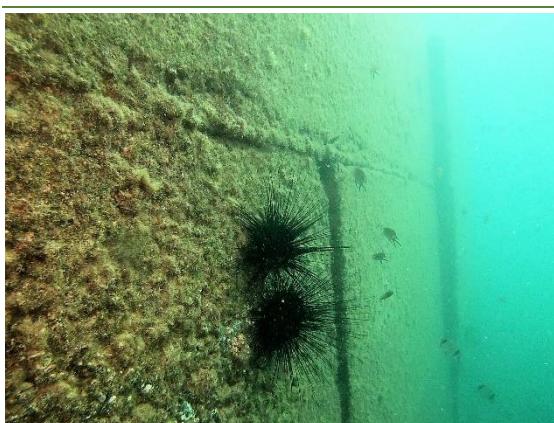


Foto 288. Muelle de Poniente.



Foto 289. Muelle de Poniente.



Foto 290. Muelle de Cruceros.



Foto 291. Muelle de Cruceros.



Foto 292. Muelle de Cruceros.



Foto 293. Muelle de Cruceros.



Foto 294. Muelle de Prolongación.



Foto 295. Muelle de Prolongación.



Foto 296. Muelle de Prolongación.

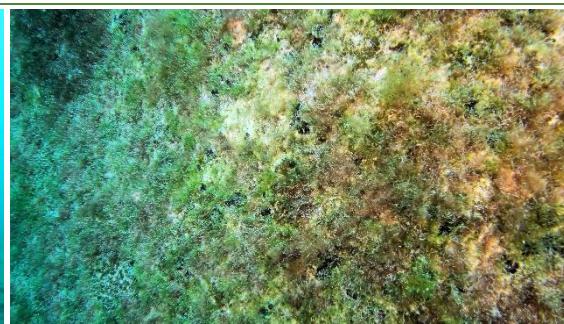


Foto 297. Muelle de Prolongación.



Foto 298. Muelle Oblicuo.



Foto 299. Muelle Oblicuo.

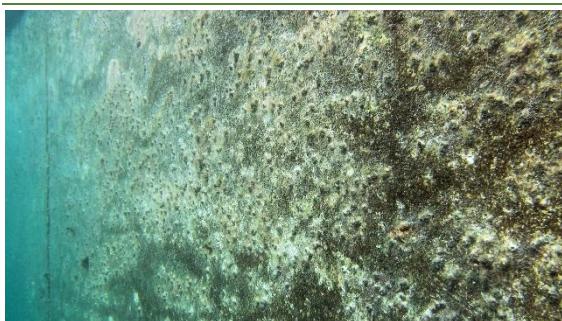


Foto 300. Muelle Oblicuo.



Foto 301. Muelle Oblicuo.



Foto 302. Muelle Oblicuo.



Foto 303. Muelle Oblicuo.

2. PUERTO DE LA RESTINGA



Foto 304. Zona de pantalanes.



Foto 305. Zona de pantalanes.



Foto 306. Zona de pantalanes.



Foto 307. Zona de pantalanes.



Foto 308. Zona Diques del Puerto.



Foto 309. Zona Diques del Puerto.



Foto 310. Zona Diques del Puerto.



Foto 311. Zona Diques del Puerto.



Foto 312. Zona Diques del Puerto.



Foto 313. Zona Diques del Puerto.



Foto 314. Zona Diques del Puerto.



Foto 315. Zona Diques del Puerto.



Foto 316. Zona Diques del Puerto.



Foto 317. Zona Diques del Puerto.



Foto 318. Zona Entre diques.



Foto 319. Zona Entre diques.



Foto 320. Zona Entre diques.



Foto 321. Zona Entre diques.



Foto 322. Zona Contradique.



Foto 323. Zona Contradique.



Foto 324. Zona Contradique.



Foto 325. Zona Contradique.

ANEXO VIII: INDICADORES DE SUPERFICIE MUESTREADA

Se ha cuantificado la superficie sobre la cual se ha realizado el trabajo en cada uno de los puertos de estudio, es decir, la superficie cartografiada, diferenciándose la superficie realizada dentro y fuera de espacios de la Red Natura 2000 (ZEC y ZEPA).

La Tabla 33 muestra el área obtenida, donde se aprecia que la totalidad de las zonas de estudio (100%) se localizan fuera de espacios de la Red Natura 2000. Consecuentemente, este porcentaje es extrapolable a cada uno de los taxones identificados en este estudio.

Tabla 33. Indicadores de superficie muestreada para los puertos de estudio.

| ÁREA CARTOGRAFIADA | PUERTO DE ARRECIFE | | PUERTO DE LA RESTINGA | |
|------------------------------|--------------------|-----|-----------------------|-----|
| | HA | % | HA | % |
| DENTRO DE LA RED NATURA 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ZEC | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ZEPA | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FUERA DE LA RED NATURA 2000 | 40,3 | 100 | 3,1 | 100 |

ANEXO IX: RELACIÓN DE MEJORAS AL PLIEGO DE CONTRATACIÓN

La única mejora incluida en el pliego de contratación fue el criterio cualitativo de adjudicación denominado "**A.3. Mejoras al Pliego. Incremento en el número de estaciones para muestreo en puertos**", que valoraba la adición de nuevas estaciones de muestreo respecto a las 8 estaciones previstas en el apartado 2a) del Pliego de prescripciones técnicas.

La Tabla 1 muestra las estaciones incluidas en la mejora al pliego para dada uno de los puertos de estudio, siendo en ambos casos muy superior a las mínimas requeridas (8).

Tabla 34. Estaciones de muestreo incluidas en la mejora al pliego.

| TIPO DE MUESTREO | Nº ESTACIONES DE MUESTREO | |
|--|---------------------------|-------------|
| | ARRECIFE | LA RESTINGA |
| FAUNA SÉSIL | 9 | 12 |
| UNIDADES EXPERIMENTALES DE SUSTRATO ARTIFICIAL (PLACAS) | 4 | 6 |
| PERFILES OCEANOGRÁFICOS | 4 | 4 |
| SENSORES CONTINUOS DE TEMPERATURA Y LUZ (HOBO) | 2 | 2 |
| SEDIMENTOS | 1 | 1 |
| TOTAL | 20 | 25 |

ANEXO X: REFERENCIA DEL INFORME

MEMORIA FINAL DEL ESTUDIO “SEGUIMIENTO DE LA INTRODUCCIÓN DE ESPECIES EN LOS PUERTOS PRINCIPALES DE CANARIAS Y ESTUDIO DE LA DISPERSIÓN DE ESTAS ESPECIES EN LOS PUERTOS MENORES DEL RESTO DE LAS ISLAS”

PROMOTOR:

VICECONSEJERÍA DE LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO DEL GOBIERNO DE CANARIAS.

Actividad contemplada en el PROYECTO MIMAR+ (MAC2/4.6d/249) y cofinanciado por el **Programa INTERREG V-A MAC 2014-2020.**

REALIZACIÓN: CENTRO DE INVESTIGACIONES MEDIOAMBIENTALES DEL ATLÁNTICO S.L. (CIMA)

Autores:

Lcdo. Óscar Monterroso Hoyos
Lcda. Myriam Rodríguez García del Castillo
Lcda. Eva Ramos Rodríguez
Dr. Óscar Pérez Martínez
Lcdo. Omar Álvarez González
Lcdo. Lorenzo Cruces Caparros
Ing. Amaya Miguel Barrera
Grdo. Adrián Martín Hernández
Grdo. Javier Sepulveda Rodríguez

Fdo: Óscar Monterroso Hoyos
Director Técnico

S/C de Tenerife, diciembre de 2021

Este informe debe ser citado como:

Monterroso, O., M. Rodríguez, E. Ramos, O. Pérez, O. Álvarez, L. Cruces, A. Miguel, A. Martín y J. Sepulveda. *Memoria final del estudio “Seguimiento de la introducción de especies en los puertos principales de Canarias y estudio de la dispersión de estas especies en los puertos menores del resto de las islas”*. Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. Dirección General de Protección de la Naturaleza. Diciembre-2021. CIMA 2021-241. 204 pp.



Consejería de Política Territorial,
Sostenibilidad y Seguridad
Dirección General de Protección
de la Naturaleza

