

PLAN DE VIGILANCIA DEL MEDIO RECEPTOR DE LA EDAR DE LAMIARAN (BERMEO). Campaña 2022



INFORME para



Autores:

Director del proyecto: **Dr. Endika Quintano Erraiz**

UPV/EHU: información correspondiente a las comunidades biológicas

Dr. Endika Quintano Erraiz

Dr. José Ignacio Saiz Salinas

Dr. José María Gorostiaga Garai

Dra. María Bustamante González

Dra. Isabel Díez San Vicente

Dr. F. Javier Tajadura Martín

Dra. Nahiara Muguerza Latorre

AZTI-Tecnalia: información correspondiente a la columna de agua

Dr. Javier Franco

Dra. M. Jesús Belzunce-Segarra

Dra. Iratxe Menchaca

Bilbao, 31 de marzo de 2023

Si procede este documento deberá ser citado del siguiente modo:

Quintano E., Gorostiaga J.M., Díez I., Muguerza N., Saiz-Salinas J.I., Bustamante M., Tajadura F.J., Franco J., Belzunce-Segarra M.J., Menchaca I. 2022. Plan de Vigilancia Ambiental del medio receptor del vertido de la EDAR de Lamiaran (Bermeo). Campaña 2022. Informe para el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia/Bilbao Bizkaia Ur Patzuergoa. 199 pp.

ÍNDICE

RESUMEN	1
1. ANTECEDENTES	5
2. INTRODUCCIÓN	7
3. OBJETIVOS	11
4. COLUMNA DE AGUA	13
4.1. MATERIALES Y MÉTODOS	13
4.1.1. Situación de las estaciones de muestreo y obtención de las muestras	13
4.1.2. Métodos analíticos	16
4.1.2.1. Variables medidas “in situ” mediante CTD	16
4.1.2.2. Variables medidas en laboratorio	17
4.1.2.3. Variables derivadas	18
4.1.3. Metodología para la valoración de la calidad fisicoquímica del agua	19
4.2. RESULTADOS	20
4.2.1. Estructura vertical de la columna de agua	20
4.2.2. Temperatura, pH y salinidad	25
4.2.3. Oxígeno disuelto	28
4.2.4. Condiciones ópticas	29
4.2.5. Clorofila “a”	31
4.2.6. Nutrientes inorgánicos disueltos	33
4.2.7. Carbono orgánico total (COT)	36
4.2.8. Estado de calidad fisicoquímica	37
4.3. DISCUSIÓN	38
5. COMUNIDADES BIOLÓGICAS	43
5.1. MATERIALES Y MÉTODOS	43
5.1.1. Red de vigilancia y estrategia de muestreo	43
5.1.2. Variables biológicas estudiadas	45
5.1.3. Tratamiento estadístico de los datos	46
5.1.4. Valoración del estado ecológico de las comunidades	46
5.2. MACROALGAS: RESULTADOS	48
5.2.1. Sector Tonpoi	48
5.2.1.1. Flora intermareal	48
5.2.1.2. Flora submareal	50
5.2.2. Sector Talaipe	51
5.2.2.1. Flora intermareal	51
5.2.2.2. Flora submareal	53
5.2.3. Sector Lameropunte	55
5.2.3.1. Flora intermareal	55
5.2.3.2. Flora submareal	56
5.2.4. Sector Mundaka	58
5.2.4.1. Flora intermareal	58
5.2.5. Diferencias espacio-temporales de la vegetación bentónica	60
5.2.5.1. Parámetros estructurales de la vegetación intermareal	60

5.2.5.2. Similitud florística entre las estaciones del intermareal.....	68
5.2.5.3. Parámetros estructurales de la vegetación submareal.....	71
5.2.5.4. Similitud florística entre las estaciones del submareal.....	75
5.2.6. Discusión	76
5.3. FAUNA: RESULTADOS	79
5.3.1. Sector Tonpoi	79
5.3.1.1. Fauna intermareal.....	79
5.3.1.2. Fauna submareal	80
5.3.2. Sector Talaipe	82
5.3.2.1. Fauna intermareal.....	82
5.3.2.2. Fauna submareal	84
5.3.3. Sector Lameropunte	85
5.3.3.1. Fauna intermareal.....	85
5.3.3.2. Fauna submareal	87
5.3.4. Sector Mundaka	88
5.3.4.1. Fauna intermareal.....	88
5.3.5. Diferencias espacio-temporales de la fauna bentónica.....	90
5.3.5.1. Parámetros estructurales de la fauna intermareal.....	90
5.3.5.2. Similitud faunística entre las estaciones del intermareal.....	96
5.3.5.3. Parámetros estructurales de la fauna submareal.....	98
5.3.5.4. Similitud faunística entre las estaciones del submareal.....	101
5.3.6. Discusión	102
5.4. EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS COMUNIDADES EN EL CONTEXTO DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA 2000/60/CE	104
6. DISCUSIÓN GENERAL.....	109
7. CONCLUSIONES.....	115
8. BIBLIOGRAFÍA	119
ANEXO	125
INVENTARIOS DE MACROALGAS.....	125
INVENTARIOS DE FAUNA	136
TABLAS DE COBERTURA.....	143
LISTA DE LOS TAXONES REGISTRADOS.....	175
ANEXO FOTOGRÁFICO	181

RESUMEN

La EDAR de Lamiaran vierte el efluente de agua depurada al mar a 300 m al oeste del rompeolas del puerto de Bermeo a través de un emisario submarino. En la correspondiente Autorización de Vertido otorgada por la Agencia Vasca del Agua-URA se exige el seguimiento ambiental del impacto del vertido en el medio receptor. El Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia/Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa, como gestor del ciclo integral del agua de 16 municipios de la comarca de Urdaibai desde 2022, acordó un convenio de colaboración con la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea para la realización del estudio “Plan de Vigilancia Ambiental del medio receptor del vertido de la EDAR de Lamiaran (Bermeo)”; estudio realizado previamente (2017-2021) para el Consorcio de Aguas de Busturialdea/Busturialdeko Ur Partzuergoa. Los objetivos de este plan de vigilancia son evaluar el impacto del vertido de la EDAR de Lamiaran (Bermeo) en el medio receptor y realizar la valoración del estado ecológico de las aguas (EcoQ) de acuerdo a la Directiva Marco del agua (2000/60/CE) (DMA).

El presente informe forma parte del mencionado plan de vigilancia y en él se recoge la información actualizada para el año 2022. La información obtenida ha sido comparada con los registros de las campañas precedentes (periodo 2017-2021), así como con información sobre el estado ecológico de las comunidades intermareales de sustrato rocoso en los años 2014, 2015 y 2016 aportada por el Grupo de Investigación Bentos Marino UPV/EHU.

Para la elaboración del plan de vigilancia de la EDAR de Lamiaran se han considerado elementos de calidad fisicoquímicos y biológicos. Concretamente, se han medido y evaluado las condiciones fisicoquímicas generales de la columna de agua (pH, salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, nutrientes, turbidez, sólidos en suspensión, carbono orgánico total y transparencia del agua), la biomasa del fitoplancton estimada en términos de clorofila “a”, así como la composición y estructura de las comunidades biológicas de algas e invertebrados de sustrato duro (riqueza, densidad y abundancia de las especies, de los diferentes grupos tróficos de la fauna y de los grupos morfo-funcionales de algas). La información correspondiente a la columna de agua ha sido recogida e interpretada por personal de AZTI-Tecnalia, y la información correspondiente a las comunidades biológicas ha sido recogida e interpretada por personal de la UPV/EHU.

La red de muestreo en la columna del agua abarca un total de 9 estaciones, con el fin de conocer la extensión espacial que podría verse afectada por el vertido: 3 estaciones situadas en disposición radial a una distancia de 50 m del punto de vertido, otras 3 a una distancia intermedia de 200 m, y 3 situadas a 700 m. La recogida de muestras y de variables medidas “in situ” se realizaron en cuatro campañas de muestreo, una en cada estación del año.

La red de muestro para el estudio de las comunidades biológicas se localiza en el tramo de costa comprendido entre Punta Tonpoi (Bermeo) y Punta Santa Catalina (Mundaka). Se diferencian 4 sectores: Tonpoi (punto central del sector a \approx 600 m del punto de vertido), Talaipe (a \approx 400 m), Lameropunte (a \approx 700 m), y Mundaka (a \approx 1.900 m). Cada

sector queda representado por dos estaciones, y en cada una de ellas se estudia las comunidades de la zona intermareal (+0,75 m y +1,25 m) y de la zona submareal (-5 m). En el Sector Mundaka el muestreo se centra sólo en la zona intermareal. La recogida de datos en la zona intermareal se ha llevado a cabo en los veranos de 2014 (situación previa a la entrada en funcionamiento de la EDAR de Lamiaran), 2015 (periodo en el que el efluente proveniente de la EDAR era vertido en el arroyo Erroxape), y en los veranos de 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022 (después de la entrada en funcionamiento del emisario submarino). La recogida de datos en la zona submareal se ha llevado a cabo de forma anual en los veranos desde 2017.

Los principales resultados y conclusiones del estudio se describen a continuación.

En cuanto a la calidad de las aguas, a la vista de los resultados obtenidos en este informe, se puede concluir que en 2022 el medio receptor de la EDAR de Lamiaran cumple con los objetivos de la DMA. Las nueve estaciones muestreadas en el entorno de la EDAR han presentado un estado fisicoquímico 'Muy Bueno' según el índice PCQI. Además, en el área de estudio no se han observado situaciones de crecimientos masivos de microalgas que pudieran dar lugar a efectos nocivos sobre los ecosistemas.

Tampoco se han apreciado pautas claras en la distribución de las variables estudiadas entre estaciones, lo cual sugiere que los vertidos de la EDAR se diluyen y se mezclan en el medio sin que den lugar a la creación de masas de agua con clara carga de aportes de aguas residuales.

Todo lo anterior indica que el efecto del efluente de la EDAR de Lamiaran en las características fisicoquímicas de la columna de agua del medio receptor fue inapreciable.

En relación a las comunidades biológicas de la zona intermareal, se han detectando 4 niveles de conservación dentro del área de estudio. La flora y fauna intermareales mejor conservadas corresponden al Sector Tonpoi, Sector Talaípe y la Estación 2 del Sector Mundaka caracterizadas por presentar valores altos de riqueza y densidad de especies, coberturas elevadas de macrófitos de gran porte sensibles a la contaminación como *Ericaria selaginoides*, *Bifurcaria bifurcata*, *Halopteris scoparia* y *Cladostephus spongiosus*, así como una fauna herbívora abundante y una marcada zonación vertical de las comunidades. La Estación 1 del Sector Mundaka presenta una alteración leve, reflejada por la ausencia de *Ericaria selaginoides*, y una cobertura de herbívoros (*Patella ulyssiponensis*) inferior a lo esperado. La Estación 2 del Sector Lameropunte tiene unas comunidades con un estado de conservación intermedio. La vegetación no presenta una zonación vertical marcada, y los 2 niveles intermareales están dominados por el alga calcárea *Ellisolandia elongata*. Las comunidades más degradadas del área de estudio, las existentes en la Estación 1 del Sector Lameropunte, progresivamente se van asemejando a las presentes en la Estación 2 de este mismo sector. Los principales síntomas de alteración son la ausencia de especies sensibles de flora y fauna y la baja diversidad de especies de algas. Los cambios detectados en el último periodo 2021-2022 en las comunidades intermareales han sido en su mayoría leves, siendo interpretables dentro de la variabilidad natural de los ecosistemas.

Con respecto a la zona submareal, la principal característica de la vegetación del área de estudio desde la campaña inicial en 2017 es la ausencia de una copa de macrófitos perennes de gran tamaño (*Gongolaria baccata*, *Gelidium comeum*) y de su fauna asociada

(tanto de invertebrados basales como epífitos). Una posible explicación de esta alteración son las aguas residuales domésticas y las provenientes de las actividades portuarias e industriales existentes en la zona durante décadas. Los valores de cobertura de las algas formadoras de copa continúan siendo similares a los registrados en 2017. La recuperación de este tipo de algas es muy lenta tras la puesta en marcha de un plan de saneamiento integral. En el último periodo 2021-2022 las comunidades de macroalgas submareales del área de estudio han experimentado cambios de pequeña magnitud que son interpretables dentro de la propia variabilidad natural de los ecosistemas. En cuanto al zoobentos destaca el retroceso leve de la riqueza y densidad de invertebrados en la Estación 1 del Sector de Talaípe. Ya que este Sector es el más cercano al emisario submareal, será necesario comprobar en futuras campañas el avance de la diversidad.

En el contexto de la DMA, y según el índice RICQI que considera conjuntamente dos indicadores de calidad biológicos (macroalgas e invertebrados), las comunidades intermareales del Sector Tonpoi quedaron clasificadas en 2022 con estado ecológico 'Bueno' (Estación 1) y 'Muy Bueno' (Estación 2); mientras que en el Sector Talaípe alcanzaron el estado ecológico 'Muy Bueno' en ambas estaciones. Las comunidades de las estaciones del Sector Lameropunte y del Sector Mundaka quedaron clasificadas con estado ecológico 'Bueno'. Con ello se concluye que las comunidades intermareales del medio receptor del efluente de la EDAR de Lamiaran cumplen con los objetivos de la DMA en 2022. La evaluación del estado ecológico de las comunidades submareales se llevó a cabo mediante el juicio de experto y valorando de forma conjunta la flora y la fauna submareales. Para ello, se consideraron parámetros relacionados con el estado de madurez de las comunidades como son la riqueza y la densidad de especies de macroalgas e invertebrados y la abundancia de los diferentes tipos morfo-funcionales de algas. Tanto las comunidades submareales de Tonpoi, como Talaípe y Lameropunte quedaron clasificadas en 2022 con un estado ecológico 'Moderado', no alcanzando así los objetivos de la DMA.

1. ANTECEDENTES

La EDAR de Lamiaran vierte el efluente de agua depurada al mar a 300 m al oeste del rompeolas del puerto de Bermeo a través de un emisario submarino. En la correspondiente Autorización de Vertido otorgada por la Agencia Vasca del Agua-URA se exige el seguimiento ambiental del impacto del vertido en el medio receptor. En este contexto surgió en el año 2017 la propuesta para la elaboración del “Plan de vigilancia del medio receptor de la EDAR de Lamiaran (Bermeo)” entre el Consorcio de Aguas de Busturialdea/Busturialdeko Ur Partzuergoa (BUP) y la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, convenio que ha continuado junto con el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia/Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa desde la integración del BUP en este último. Los objetivos de este plan de vigilancia son evaluar el impacto del vertido de la EDAR de Lamiaran (Bermeo) en el medio receptor y realizar la valoración del estado ecológico de las aguas (EcoQ) de acuerdo a la Directiva Marco del agua (2000/60/CE) (DMA).

El presente informe (Campaña 2022) forma parte del mencionado plan de vigilancia. En él se detalla la metodología, resultados, así como su interpretación y conclusiones finales. La información obtenida ha sido comparada con los registros de campañas precedentes (2017, 2018, 2019, 2020 y 2021), así como con información sobre el estado ecológico de las comunidades intermareales de sustrato rocoso en los años 2014, 2015 y 2016 aportada por el Grupo de Investigación Bentos Marino UPV/EHU.

2. INTRODUCCIÓN

El vertido de las aguas residuales domésticas es considerado uno de los focos contaminantes más extendidos que afectan a los ecosistemas costeros. El incremento de la tasa de crecimiento de los asentamientos urbanos en la costa, y el consiguiente aumento de las aguas residuales que generan, pueden llegar a tener consecuencias drásticas en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas marinos (Halpern et al., 2007). En este contexto, los estudios de seguimiento ambiental encaminados a evaluar los efectos nocivos de las aguas residuales son esenciales para proteger los ecosistemas marinos y evaluar la eficacia de las medidas de mitigación de los planes de saneamiento.

Cuando las aguas residuales domésticas entran en el medio, aumentan la disponibilidad de nutrientes y materia orgánica. Muchas de las sustancias disueltas que forman parte de las aguas residuales de origen urbano, por su contenido en carbono orgánico, así como en nitrógeno y fósforo, pueden ser utilizadas por las comunidades microbianas y originar cambios no deseables en los ecosistemas acuáticos. Los nutrientes en concentración y proporción adecuada son esenciales para las comunidades del microplancton que forman la base de las redes tróficas en los ecosistemas pelágicos. Sin embargo, un aporte excesivo de nutrientes puede causar un incremento de la producción primaria que resulte perjudicial, tanto para el funcionamiento del ecosistema como para los usos del agua. Este fenómeno se conoce como eutrofización. Asimismo, el alto contenido de materia orgánica de las aguas residuales puede dar lugar a descensos en la concentración de oxígeno disuelto en el agua, como consecuencia del consumo de oxígeno por la respiración microbiana. Una reducción del oxígeno disuelto podría hacer inviable la existencia de numerosas especies. En el medio bentónico, la mayor concentración de nutrientes en el agua promueve el desplazamiento de las macroalgas perennes de crecimiento lento por otras algas efímeras y anuales de crecimiento rápido (Cloern, 2001), mientras que un aumento de materia orgánica supone una ventaja competitiva para los invertebrados filtradores y suspensívoros (Kautsky et al., 1992). Por ello, resulta de interés vigilar las concentraciones de diferentes formas de nutrientes en el agua y del oxígeno disuelto. Además, la clorofila se considera una variable de gran utilidad como aproximación a la biomasa fitoplanctónica y como indicador de la respuesta del fitoplancton al enriquecimiento en nitrógeno y fósforo del medio marino (Harding, 1994).

Junto al aumento de nutrientes y materia orgánica, las aguas residuales también aumentan la turbidez del agua, lo cual resulta generalmente en un régimen lumínico más bajo que limita la realización de la fotosíntesis de las macroalgas del fondo, y con ello la producción de oxígeno libre (Eriksson et al., 1998; Kautsky et al., 1986). Además, la elevada carga de sólidos en suspensión de las aguas residuales origina un aumento de las tasas de sedimentación. La asfixia por sedimento reduce la disponibilidad de oxígeno y nutrientes, y limita la disponibilidad de sustrato firme para la fijación de esporas y propágulos (Devinny y Vorse, 1978; Eriksson y Johansson, 2003), afectando especialmente a las especies con reproducción sexual (Eriksson et al., 1998). Por otra parte, la toxicidad de las aguas residuales ha sido documentada en ensayos de laboratorio (Kevekordes, 2001), sin embargo, los efectos en la naturaleza son difíciles de detectar, ya que su presencia es crónica y con bajas concentraciones, lo cual puede dar lugar a cambios a largo plazo

difíciles de separar de la variabilidad espacial y temporal natural (Walker y Kendrick, 1998).

El ecosistema bentónico costero muestra una elevada vulnerabilidad frente a las perturbaciones ambientales anteriormente descritas (Fairweather, 1990). Las macroalgas perennes de gran tamaño que forman el dosel o copa de la vegetación son las primeras algas en retroceder cuando los contaminantes entran en el medio. Estas macroalgas, además de contribuir significativamente a la productividad de la zona costera como un componente esencial de las redes tróficas, juegan un papel central como organismos formadores de hábitats (Harley et al., 2012). El retroceso del dosel de la vegetación conlleva efectos en cascada en el ecosistema, ya que el hábitat tridimensional que ofrece es aprovechado eficazmente por otros organismos, albergando comunidades animales de gran valor ecológico y comercial (Bustamante et al., 2014; Voerman et al., 2013). Así, la pérdida de macroalgas repercute de forma negativa en la biodiversidad, afectando a la estabilidad y resiliencia de las comunidades bentónicas.

Con objeto de evitar los efectos adversos en el medioambiente derivados de la contaminación, se estableció la Directiva sobre el Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas (91/271/CEE) para mitigar los efectos de las aguas residuales. A través de esta directiva la Unión Europea estableció en 1991 la necesidad de depuración de las aguas fecales, antes del fin del año 2000 para aquellas aglomeraciones urbanas con más de 15.000 habitantes equivalentes, y del 2005 para las que tienen entre 2.000 y 15.000 habitantes equivalentes. Los logros obtenidos por la Directiva 91/271/CEE deben ser integrados con los objetivos de la Directiva Marco del Agua 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (DMA), con el objetivo de asegurar el 'Buen Estado Ecológico' en todas las aguas. La DMA establece que la calidad de los elementos se determina mediante indicadores, que deberán quedar clasificados en uno de cinco estados posibles: 'Malo', 'Deficiente', 'Moderado', 'Bueno' y 'Muy Bueno'. Esta metodología implica también el cálculo de un ratio de calidad ecológica (EQR, Ecological Quality Ratio) que oscilará entre 0 (peor estado) y 1 (mejor estado), así como la aplicación de valores numéricos que definan los límites entre las clases de estado.

En el marco de las obligaciones derivadas de la DMA, el organismo competente de la CAPV (URA), cuenta entre sus atribuciones el seguimiento, control y vigilancia de las aguas costeras y estuáricas afectadas por los vertidos. Dentro del trámite para la autorización administrativa de vertido desde tierra al Dominio Público Marítimo Terrestre, la Agencia Vasca del Agua (URA) incluye la realización de un Plan de Vigilancia del Medio Receptor y control de vertido, tal como queda recogido en el Decreto 459/2013, de 10 de diciembre (BOPV), sobre los vertidos efectuados desde tierra al mar. En el citado Decreto quedan integrados los principios de la DMA, por la que se establece un marco de actuación comunitario en el ámbito de la política de aguas con el propósito de garantizar la protección de las aguas y su uso sostenible.

La EDAR de Lamiaran comenzó su actividad el 8 de noviembre de 2014. Inicialmente, las aguas tratadas biológicamente en la depuradora se vertían en el arroyo de Erroxape, cuyas aguas desembocan en la margen derecha de la dársena portuaria de Bermeo. El 18 de octubre de 2015, comenzó a verter mediante un emisario submarino de 900 m de longitud situado al oeste del rompeolas del puerto de Bermeo, próximo al área costera conocida como Talaípe. Acorde a la clasificación del Anexo II (BOE Real Decreto 817/2015), las aguas donde se produce el vertido del emisario de Lamiaran corresponden

al tipo de agua de masa costera AC-T12 (“Aguas costeras atlánticas del cantábrico oriental expuestas sin afloramiento”). El punto de vertido se sitúa a 25 m de profundidad y se estima que podrá verter hasta 2.326.989 m³ al año de aguas previamente tratadas en la depuradora (tratamiento primario, biológico o secundario y terciario). En la actualidad, la planta depura las aguas residuales procedentes de la mayoría de los municipios de la ría de Urdaibai, incluyendo los de mayor población (Bermeo: 16.839 habitantes; Gernika-Lumo: 16.826 habitantes).

Para la elaboración del plan de vigilancia de la EDAR de Lamiaran se han considerado los elementos de calidad fisicoquímicos y los biológicos, ya que son los que mejor podrían reflejar el impacto que producen los vertidos de aguas residuales en el medio receptor. Concretamente se han medido y evaluado las condiciones fisicoquímicas generales (entre ellas: nutrientes, transparencia del agua y oxígeno), la biomasa del fitoplancton estimada como clorofila “a” y el estado ecológico de las comunidades de algas e invertebrados de sustrato duro.

La valoración del estado ecológico de la masa de agua se realiza principalmente en base a los elementos de calidad biológica, mientras que los elementos de calidad químicos y fisicoquímicos, así como los hidromorfológicos, únicamente intervienen en el cálculo del estado ecológico cuando la calidad biológica es ‘Buena’ o ‘Muy buena’. Se ha optado por la elección de las macroalgas e invertebrados de sustrato duro como principales elementos de calidad biológicos, al ser los fondos rocosos los hábitats más abundantes del medio receptor.

El presente informe detalla los resultados de la columna del agua y de las comunidades biológicas de sustrato duro obtenidos en 2022. La información obtenida ha sido comparada con los registros de las campañas precedentes (2017, 2018, 2019, 2020 y 2021), así como con información sobre el estado ecológico de las comunidades de sustrato rocoso en los años 2014 y 2015 aportada por el Grupo de Investigación Bentos Marino UPV/EHU.

En los capítulos correspondientes a los elementos objeto de este estudio se describe primero la metodología, a continuación los resultados obtenidos (incluyendo una valoración de la calidad mediante índices conforme a la DMA) y por último, se realiza una discusión con el fin de ayudar a la interpretación de los resultados y para poner éstos en el contexto de estudios anteriores. Posteriormente, se realiza una discusión general y al final, se emiten las principales conclusiones.

3. OBJETIVOS

El propósito general del presente estudio es evaluar el estado ecológico del medido receptor del vertido de la EDAR de Lamiaran (Bermeo) mediante la consecución de los siguientes objetivos:

- (1) Obtener información actualizada para el año 2022 sobre las condiciones fisicoquímicas generales de la columna de agua (pH, salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, nutrientes, turbidez, sólidos en suspensión, carbono orgánico total y transparencia del agua) en el entorno del vertido del emisario submareal de la EDAR de Lamiaran.
- (2) Obtener información actualizada para el año 2022 sobre el contenido en clorofila 'a' de la columna de agua como estima de biomasa de fitoplancton en el entorno del vertido del emisario submareal de la EDAR de Lamiaran.
- (3) Obtener información actualizada para el año 2022 sobre la composición y estructura (riqueza, densidad y abundancia de especies, grupos tróficos de la fauna y grupos morfo-funcionales de algas) de las comunidades intermareales y submareales de macroalgas e invertebrados de sustrato duro del entorno del vertido del emisario submareal de la EDAR de Lamiaran.
- (4) Determinar y valorar los cambios que han tenido lugar en la estructura de las comunidades bentónicas intermareales de sustrato duro (macroalgas e invertebrados) en el periodo 2014-2022 en relación con las distintas fases del plan de saneamiento de la EDAR de Lamiaran en dicho periodo.
- (5) Evaluar el estado ecológico de las aguas (EcoQ) de acuerdo a la Directiva Marco del agua (2000/60/CE) (DMA), utilizando indicadores de calidad del estado fisicoquímico de la columna de agua, e indicadores de calidad biológicos (macroalgas e invertebrados de sustrato rocoso).

4. COLUMNA DE AGUA

4.1. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1.1. Situación de las estaciones de muestreo y obtención de las muestras

El emisario de Lamiaran (Fig. 4.1) se sitúa al oeste de la punta del rompeolas del puerto de Bermeo, próximo al área costera conocida como Talaípe. El punto de vertido se sitúa a 25 m de profundidad y a unos 300 m del rompeolas. Tiene una orientación S-N y se estima que podrá verter hasta 2.326.989 m³ al año de aguas previamente tratadas en la depuradora (tratamiento primario, biológico o secundario y terciario).



Figura 4.1. Trazado del emisario de la EDAR de Lamiaran (Bermeo).

Para la vigilancia y control de la calidad de las aguas en el entorno de los vertidos de la EDAR se llevaron a cabo cuatro campañas de muestreo, una en cada estación del año: invierno (que se llevó a cabo a principios de marzo), primavera (finales de mayo), verano (finales de agosto) y otoño (primeros de diciembre). Se considera que de esta manera se recogen adecuadamente las principales situaciones oceanográficas y ambientales en el entorno costero de los vertidos de la EDAR de Lamiaran (Bermeo).

Con el objeto de contextualizar desde el punto de vista ambiental las condiciones durante las campañas de campo, la Figura 4.2 muestra, para cada mes de 2022, algunas variables meteorológicas medidas cerca de la costa de Bizkaia: temperatura del aire, horas sin nubosidad (insolación) y precipitación. La temperatura presentó el ciclo anual típico del clima atlántico de estas latitudes, con promedios mensuales de entre 8 y 13 °C en invierno y superiores a 22 °C en verano.

El año comenzó con precipitaciones moderadas (unos 120 mm en enero y marzo). Posteriormente, las precipitaciones fueron bajas hasta septiembre, con el máximo acumulado mensual en noviembre (174 mm); la precipitación acumulada anual fue de 850 mm. El río más cercano a la EDAR de Lamiaran (Bermeo) es el Oka, pero no se han podido conseguir los datos de caudal de dicho río, por lo que se han considerado los datos del Butroe, que recoge los aportes de la cuenca de cierta entidad más cercana por el oeste. Para conocer la importancia relativa que tuvieron los aportes fluviales en esta zona costera en los días próximos a las campañas realizadas en 2022, en la Tabla 4.1 se muestra su caudal promedio en la estación de aforo de Mungia. También se presentan algunas variables atmosféricas medidas en la costa de Bizkaia en las fechas cercanas a los muestreos.

Año 2022	10-Marzo	31-Mayo	31-Agosto	1-Diciembre
Hora de muestreo	09:49-10:30	09:50-10:27	09:31-10:11	13:24-14:01
* Temp. máx. aire (°C)	14,9	23,7	29,6	14,3
* Insolación (horas)	2,0	8,2	6,6	1,4
* Viento (m·s⁻¹)	3,2	2,3	2,1	2,3
* Precipitación (mm)	15,6	0,0	0,7	47,2
† Caudal (m³·s⁻¹)	3,06	0,24	0,12	13,02

(*) AEMET (estación del aeropuerto de Bilbao, altitud 42 m, UTMX 507.638; UTM Y 4.793.919).

(†) Río Butroe (Mungia). Fuente: URA.

Tabla 4.1. Información relativa a las campañas de muestreo de aguas. Las condiciones meteorológicas y el caudal fluvial se han calculado como promedio del día de muestreo y los cuatro días previos.

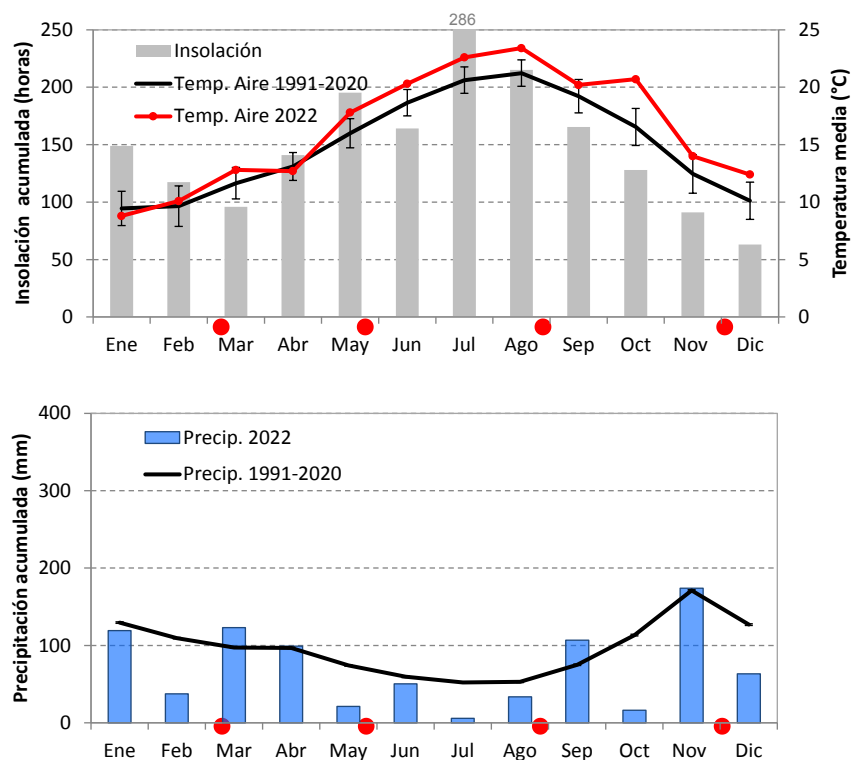


Figura 4.2. Insolación (horas sin nubosidad), temperatura del aire y precipitación mensual entre enero y diciembre de 2022. Las fechas en las cuales se realizaron las campañas de muestreo se señalan con un punto rojo. Datos de AEMET (estación del aeropuerto de Bilbao).

Entre las campañas de muestreo realizadas en 2022, la de diciembre se caracterizó por las condiciones de mayor precipitación y elevado caudal, con bastante diferencia con el resto de campañas, y seguida por la campaña de marzo. El caudal fue muy bajo en las campañas de primavera y verano ($< 0,3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$).

A lo largo del año la insolación mensual acumulada (horas sin nubosidad) varió en un rango muy amplio: entre 63 y 286 h (Fig. 4.2). Las campañas de primavera y verano se realizaron en meses poco nubosos.

La toma de muestras y las medidas "in situ" las llevó a cabo el personal de AZTI, a bordo de embarcación neumática. La red de muestreo en la columna del agua abarca un total de 9 estaciones (Tabla 4.2 y Fig. 4.3), con 3 estaciones por cada uno de los 3 niveles de distancia del punto de vertido: próximo (50 m: estaciones A1A, A1B, A1C, que representan la zona de mezcla), intermedio (alrededor de 200 m: estaciones A2A, A2B, A2C) y lejano (alrededor de 700 m: estaciones A3A, A3B, A3C).

En cada estación se registró la profundidad total y la profundidad de visión del disco de Secchi (que da una idea de la transparencia del agua y de la atenuación de la luz con la profundidad). También se realizaron perfiles verticales con un CTD (sonda multiparamétrica cuyo acrónimo viene del inglés *Conductivity-Temperature-Depth*), que registra información en un perfil continuo desde la superficie hasta las inmediaciones del fondo de profundidad, temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, fluorescencia (a partir de la cual se estima la concentración de clorofila "a") y transmitancia (porcentaje de luz transmitida).

Código estación	Distancia (m)	Orientación	UTMX	UTMY
BER_AGUA_A1A	50	W	523222	4807990
BER_AGUA_A1B	50	N	523272	4808040
BER_AGUA_A1C	50	E	523322	4807990
BER_AGUA_A2A	200	W	523072	4807990
BER_AGUA_A2B	200	N	523272	4808190
BER_AGUA_A2C	200	E	523472	4807990
BER_AGUA_A3A	700	NW	522777	4808485
BER_AGUA_A3B	700	E	523972	4807990
BER_AGUA_A3C	700	SE	523767	4807495

Tabla 4.2. Estaciones de muestreo de aguas en el entorno de los vertidos de la EDAR de Lamiaran. Se indica la distancia y orientación aproximadas respecto al punto de vertido, así como sus coordenadas UTM (ETRS89).

Además, en cada estación se tomó una muestra en superficie y otra cerca del fondo (dependiendo de la profundidad en cada estación) mediante el empleo de botellas oceanográficas. En dichas muestras se analizaron las variables turbidez, sólidos suspendidos, carbono orgánico total, formas de nitrógeno (amonio y nitratos) y fosfato inorgánicos disueltos.



Figura 4.3. Situación de las estaciones de muestreo de calidad de aguas en el entorno de los vertidos de la EDAR de Lamiaran.

Las muestras se depositaron en botes oscuros de plástico (PE) de 2 L y fueron trasladadas a los laboratorios de AZTI (centro de Pasaia, Gipuzkoa). Se mantuvieron en cámara frigorífica hasta su procesado.

4.1.2. Métodos analíticos

4.1.2.1. Variables medidas “in situ” mediante CTD

El CTD adquiere hasta 8 datos por segundo por cada uno de los sensores que contiene (Tabla 4.3). En configuración normal promedia internamente grupos de 4 datos almacenando 2 valores medios para cada segundo. Con esta configuración y a una tasa de descenso de $0,5 \text{ m s}^{-1}$, se aseguran 4 datos de cada parámetro para cada metro de la columna de agua, lo que supone una resolución vertical inferior al metro.

En cuanto a la salinidad, el método de medida se basa en la conductividad de la muestra respecto a la de un patrón de KCl (*Practical Salinity Scale*), siendo un valor relativo y, por lo tanto, sin dimensiones ni unidades.

Sensor	Nombre	Resolución	Precisión
Temperatura	SBE 25-01 Sealogger	$0,0003^{\circ} \text{C}$	0,01°C
Salinidad	SBE 25-01 Sealogger	$0,00004 \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$	0,004
pH	SBE 25-01 Sealogger	---	0,01 u
O2 disuelto	SBE 25-01 Sealogger	---	0,03 ml L⁻¹
Fluorescencia (clorofila)	Sea -Tech	0,001 U.A.F.	0,02 µg L⁻¹
Transmitancia	Sea -Tech (25 cm)	0,01%	0,1%

Tabla 4.3. Especificaciones técnicas de los sensores del CTD empleado.

La calibración del sensor de oxígeno disuelto se realiza vía software, sin modificar los ajustes potenciométricos, frente a determinaciones con el método de Winkler en aguas profundas de concentración relativamente estable.

La conversión de unidades arbitrarias de fluorescencia a unidades de concentración de clorofila "a" se realiza por ajuste de medidas "in situ" y concentraciones determinadas por espectrofotometría tras extracción en acetona. La precisión señalada corresponde a los rangos de expansión medio y bajo del aparato.

La transmitancia (porcentaje de luz transmitida) medida por el transmisor no corresponde exactamente a la medida de la turbidez, aunque resulta un índice general de la distribución vertical de material particulado en la columna de agua, de la que puede separarse el fitoplancton (por su relación con la distribución de clorofila). En general, en ausencia de valores extremos, la transmitancia y la turbidez se correlacionan significativamente, en especial para zonas y épocas concretas.

4.1.2.2. Variables medidas en laboratorio

Las medidas de turbidez se efectúan en un intervalo inferior a 48 h tras la toma de muestras. En una submuestra, se emplea un turbidímetro HACH 2100A calibrado con formazina en el rango necesario para cada muestra, asegurando $\pm 2\%$ de precisión y $<0,05$ NTU de límite de detección esperado. El método utilizado es acorde con la Norma ISO 7027:1990.

Para el análisis de sólidos en suspensión, también en los 2 días posteriores al muestreo, una submuestra de 1 litro, o hasta colmatación en aguas cargadas, se filtra por un filtro Whatman GF/C de 4,7 cm de diámetro previamente pesado. El filtro, con los sólidos, se seca (24 h a 105 °C) y se vuelve a pesar para el cálculo de los sólidos totales. Para las pesadas se utiliza una balanza METTLER H51 AR con resolución de 10^{-5} g, lo que garantiza una precisión de 0,5 mg l⁻¹ o mejor, según los casos.

Las submuestras para el análisis de nutrientes disueltos se preservan por refrigeración severa, sin llegar a congelación, analizándose en el plazo de una semana. Las concentraciones de nutrientes disueltos se miden con un Autoanalizador TECHNICON AAIII pentacanal. Los métodos empleados son los descritos en Grasshoff et al. (1983), modificados para evitar interferencias y contaminación en amonio y fosfato.

En la Tabla 4.4 se presentan los límites de cuantificación en las determinaciones analíticas de cada nutriente.

Nutriente	LC ($\mu\text{mol l}^{-1}$)	LC (mg l^{-1})
Amonio	1,6	0,029
Nitrato	1,6	0,099
Fosfato	0,16	0,015

Tabla 4.4. Límites de cuantificación (LC) para los nutrientes inorgánicos disueltos. Ténganse en cuenta las unidades.

Las submuestras para el análisis de carbono orgánico total (COT) se congelan, analizándose en el plazo de un mes. El análisis se efectúa con un analizador SHIMADZU-5000. Tras el purgado del carbono inorgánico, el análisis del C orgánico se realiza por combustión catalítica (PtAl_2O_3) en tubo de cuarzo. El CO_2 producido se determina por detección con infrarrojo no dispersivo.

En lo referente al tratamiento de los datos que se encuentran en cantidades inferiores al límite de cuantificación, atendiendo al anexo V del Real Decreto 60/2011, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, para la realización de este informe se ha tomado la mitad del valor de dicho límite (BOE, 2011).

4.1.2.3. Variables derivadas

Tras la recopilación y revisión de los datos, estos se organizaron en tablas Excel con el fin de facilitar los análisis matemáticos y estadísticos posteriores. A partir de los datos originales se calcularon otras variables oceanográficas más complejas: el porcentaje de agua dulce y la profundidad de la capa fótica.

El porcentaje de agua dulce es fundamental a la hora de interpretar los resultados de los nutrientes e identificar los procesos de aporte producidos por los ríos o los vertidos, y los procesos de dilución producidos por la influencia del mar. El cálculo del porcentaje de agua dulce se realiza de la siguiente manera:

- Primero, se estima la diferencia de salinidad entre el valor medido en la estación de muestreo y 35,6 (salinidad media de las aguas oceánicas del Golfo de Bizkaia):

$$35,6 - \text{valor medido} = \text{diferencia de salinidad}$$

- Posteriormente, se aplica una simple regla de tres: 35,6 es a 100% lo que diferencia de salinidad es a % de agua dulce. Así, por ejemplo, una salinidad de 32 corresponde a un 10% de agua dulce.

Por otra parte, las condiciones lumínicas de la columna de agua son de especial interés para estimar la capacidad de crecimiento del fitoplancton. La profundidad de la zona fótica (Z_{eu}) se define como aquella donde llega el 1% de la luz recibida justo bajo la superficie. De forma general, se acepta que la profundidad de compensación (es decir, la profundidad a la cual se igualan la fotosíntesis y la respiración) es próxima a la profundidad de la zona fótica (Madariaga, 1987; 1989). Por lo tanto, en la capa fótica el fitoplancton puede mantenerse vivo y dar lugar a nueva biomasa, mientras que la clorofila que se detecta por debajo de la capa fótica deriva de células que no son productivas.

Para calcular la profundidad de la capa fótica se han utilizado los perfiles verticales de PAR (*Photosynthetically Active Radiation*) registrados en los muestreos "in situ" con el CTD. Como aproximación a Z_{eu} se ha tomado la profundidad a la cual el dato de PAR corresponde al 1% del valor registrado en el primer metro de profundidad.

El coeficiente de atenuación de la luz (k) se puede calcular a partir de la profundidad de la capa fótica tal y como se indica a continuación. Teniendo en cuenta que la variación vertical de la luz sigue la Ley de Beer-Lambert, la radiación recibida a una profundidad concreta se define como I_z ($E \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$) y equivale a:

$$I_z = I_f \cdot e^{-kz}$$

Donde I_f ($E \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$) es la radiación medida justo bajo la superficie del agua, k (m^{-1}) es el coeficiente de atenuación o extinción luminosa, y z (m) es la profundidad concreta.

El coeficiente de atenuación puede despejarse así en la anterior ecuación:

$$k = \frac{1}{z} \ln\left(\frac{I_f}{I_z}\right)$$

Finalmente el coeficiente de extinción (k) puede expresarse en función de la profundidad de la capa fótica, introduciendo en la anterior ecuación un valor teórico para la radiación medida justo bajo la superficie del agua (I_f). Así, si I_f es igual a $100 E \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$, entonces la radiación a la profundidad donde llega la capa fótica (Z_{eu}) es $I_z = 1 E \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$, y la ecuación anterior queda como:

$$k = - (1/Z_{eu}) \cdot \ln (1/100)$$

$$k = (1/Z_{eu}) \cdot \ln (100)$$

$$k = 4,605/Z_{eu}$$

La profundidad de visión del disco de Secchi (Z_s) también puede relacionarse con el coeficiente de extinción luminosa mediante el parámetro (J_s):

$$k \cdot Z_s = J_s$$

Normalmente, $1,3 < J_s < 1,8$. Este parámetro se establece de forma empírica (p. e., para el estuario de Urdaibai como caso de estudio, véase Madariaga, 1987).

4.1.3. Metodología para la evaluación de la calidad fisicoquímica del agua

La evaluación del estado fisicoquímico de las estaciones de muestreo se llevó a cabo mediante el índice IC-EFQ o PCQI (de las siglas en inglés *Physico-Chemical Quality Index*), a partir de la metodología desarrollada por Bald et al. (2005) con ligeras modificaciones (Borja et al., 2015; URA, 2015).

Las variables utilizadas son: porcentaje de saturación de oxígeno, nutrientes (amonio, nitrato y fosfato) y propiedades ópticas (turbidez y sólidos en suspensión). Solo se emplean los datos de superficie. La metodología de Bald et al. (2005) implica:

1. Clasificación de las estaciones de muestreo en tramos halinos.
2. Definición de las condiciones de referencia para cada uno de estos tramos.

3. Evaluación del estado fisicoquímico en función de las condiciones de referencia, mediante técnicas de análisis multivariante (Análisis Factorial).

El índice arroja un valor de EQR (*Ecological Quality Ratio*) con el cual se clasifica el estado fisicoquímico en un sistema de cinco clases, tal y como requiere la DMA. En años recientes la aplicación del índice PCQI se ha hecho más sencilla mediante el desarrollo de ecuaciones que permiten calcular el valor de EQR sin necesidad de aplicar técnicas de Análisis Factorial (Borja et al., 2015; URA, 2015).

Tal y como figura en el documento de revisión del proyecto del Plan Hidrológico para la Demarcación del Cantábrico Oriental (URA, 2015) se presenta a continuación la ecuación que relaciona el valor de EQR de una estación de muestreo euhalina costera con respecto al valor transformado logarítmicamente ($\ln(1+x)$) de cada una de las variables fisicoquímicas:

$$\text{EQR} = -1,09558 + 0,600299 * \text{O}_2 - 0,162074 * \text{AM} - 0,10975 * \text{NA} - 0,229412 * \text{PO}_4 - 0,0552014 * \text{TURB} - 0,0268181 * \text{SS}$$

Donde:

O_2 = Porcentaje de saturación de oxígeno

AM = Amonio ($\mu\text{mol l}^{-1}$)

NA = Nitrato ($\mu\text{mol l}^{-1}$)

PO_4 = Fosfato ($\mu\text{mol l}^{-1}$)

TURB = Turbidez (NTU)

SS = Sólidos en suspensión (mg l^{-1})

El EQR se calcula desglosado para cada estación y fecha de muestreo, pudiéndose integrar finalmente en un EQR total mediante el cálculo del percentil 25 de los EQRs parciales.

Los límites de EQR que definen las clases de estado son los siguientes: Muy bueno/Bueno: 0,83; Bueno/Moderado: 0,62; Moderado/Deficiente: 0,41; Deficiente/Malo: 0,20 (URA, 2015).

En la presentación de los resultados, si existen objetivos de calidad, éstos bien se indican en las correspondientes figuras, bien se mencionan en el texto. Para las variables para las que no existen tales referencias, en las figuras se presentan los valores medios anuales considerando todos los datos obtenidos.

4.2. RESULTADOS

4.2.1. Estructura vertical de la columna de agua

Con el objeto de presentar e interpretar la distribución de las variables en el eje vertical, se presentan los perfiles verticales de las principales variables medidas con el CTD en cada campaña (Figs. 4.4, 4.5, 4.6 y 4.7).

En la campaña de invierno (comienzos de marzo) la columna de agua se halla muy mezclada (Fig. 4.4), situación típica de la época invernal, con variaciones muy ligeras de las

principales variables oceanográficas en el eje vertical. La salinidad se mantiene bastante estable en toda la columna de agua. La temperatura y el nivel de oxigenación presentan distribuciones muy homogéneas con la profundidad. La concentración de clorofila "a" presenta una tendencia a valores más altos ($0,6 \mu\text{g l}^{-1}$) a partir de unos 10 m de profundidad, aunque siempre con concentraciones bajas.

INVIERNO

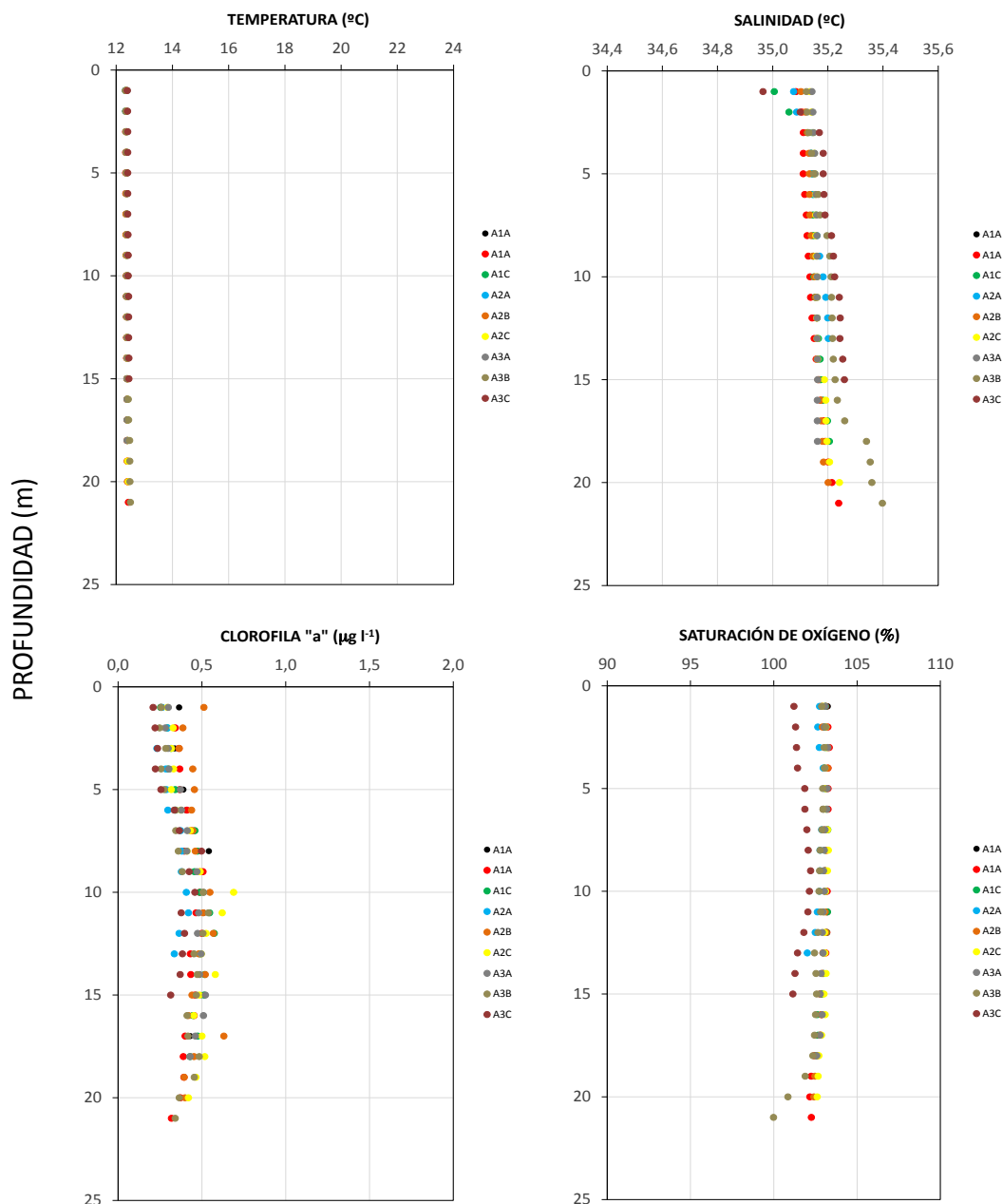


Figura 4.4. Distribución vertical de la temperatura, la salinidad, la concentración de clorofila "a" y el porcentaje de saturación de oxígeno en la campaña de invierno. Se presentan separadamente los datos de cada estación de muestreo.

En primavera (finales de mayo; Fig. 4.5) la columna de agua presenta ya cierta estratificación, con temperaturas superiores a 16 °C en los 5 primeros metros de la columna de agua e inferiores a 14 °C en las capas más profundas. La clorofila "a" muestra valores progresivamente ascendentes con la profundidad hasta unos 15-20 m, si bien no se superan concentraciones de 0,8 $\mu\text{g l}^{-1}$ en ninguna de las estaciones.

PRIMAVERA

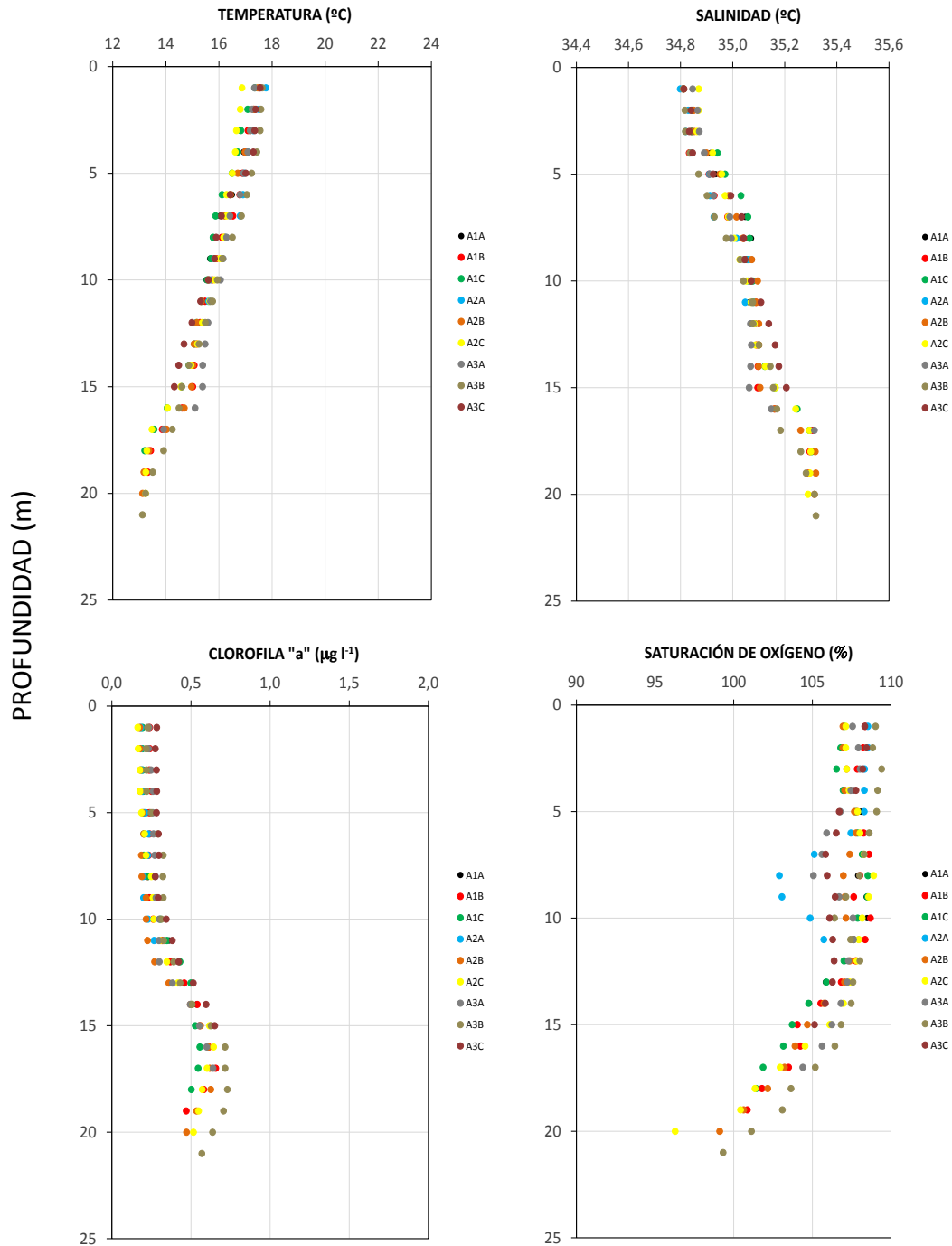


Figura 4.5. Distribución vertical de la temperatura, la salinidad, la concentración de clorofila "a" y el porcentaje de saturación de oxígeno en la campaña de primavera. Se presentan separadamente los datos de cada estación de muestreo.

En verano (finales de agosto; Fig. 4.6) se registran, como era de esperar, las temperaturas más altas de todo el año, con valores superiores a 20 °C en los diez primeros metros de la columna de agua; ésta presenta estratificación, sobre todo térmica, aunque también salina. El oxígeno presenta valores de sobresaturación hasta unos 15 m de profundidad. La clorofila "a" presenta sus valores más altos a 15-20 m de profundidad, superándose ligeramente la concentración de 1,5 $\mu\text{g l}^{-1}$.

VERANO

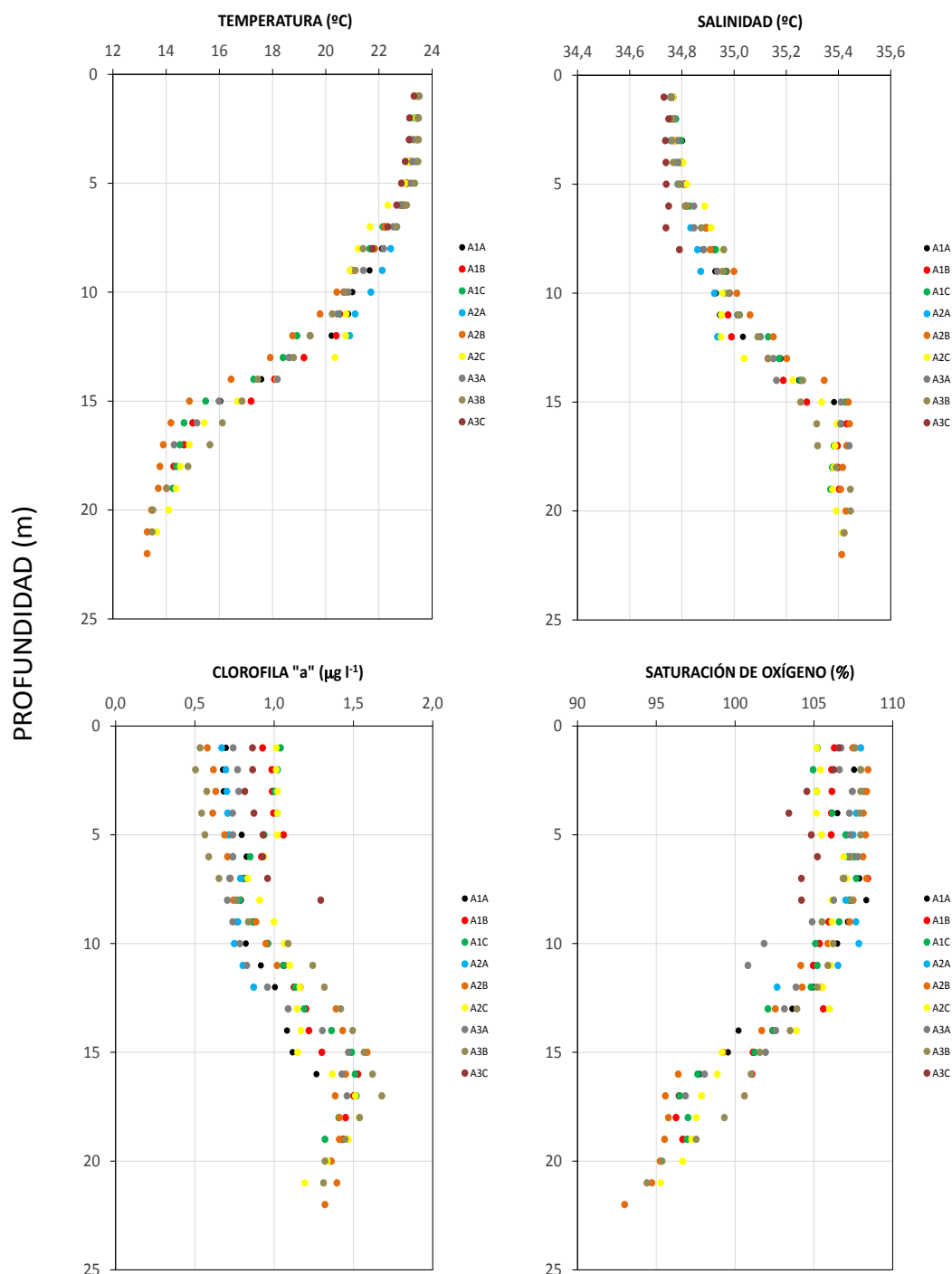


Figura 4.6. Distribución vertical de la temperatura, la salinidad, la concentración de clorofila "a" y el porcentaje de saturación de oxígeno en la campaña de verano. Se presentan separadamente los datos de cada estación de muestreo.

En otoño (primeros de diciembre; Fig. 4.7) la situación es claramente de mezcla vertical, con una distribución vertical muy homogénea de las variables oceanográficas. En esta campaña las concentraciones de clorofila son de nuevo inferiores a $0,6 \mu\text{g l}^{-1}$.

OTOÑO

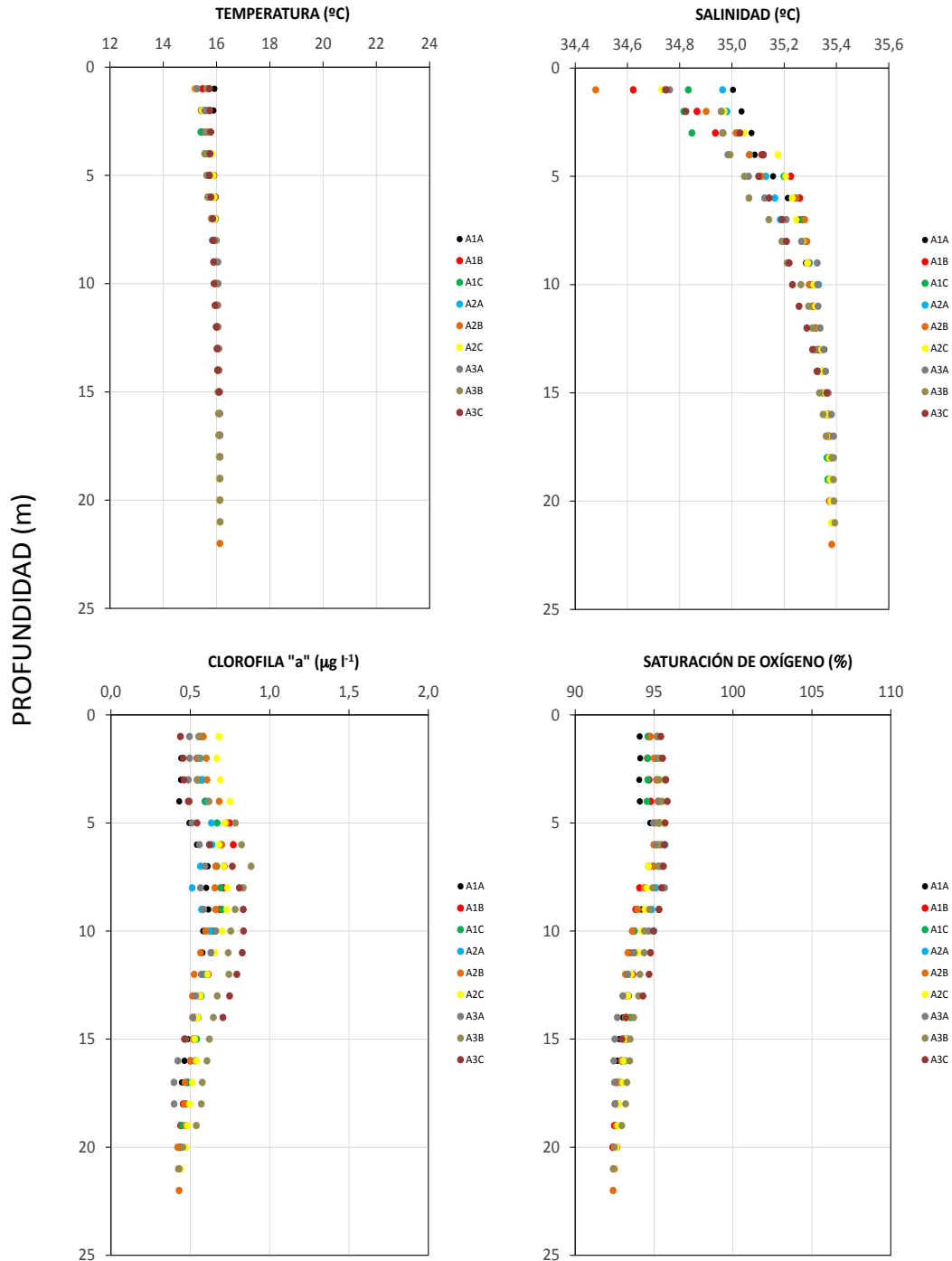


Figura 4.7. Distribución vertical de la temperatura, la salinidad, la concentración de clorofila "a" y el porcentaje de saturación de oxígeno en la campaña de otoño. Se presentan separadamente los datos de cada estación de muestreo.

Estas diferencias en la estructura vertical de la columna de agua entre épocas del año es la habitual en la zona costera del País Vasco, en la que, a lo largo del año, se presentan dos situaciones claramente diferenciadas, una en invierno, con situación de mezcla, y la otra en verano, cuando la columna de agua está estratificada. Primavera y otoño se pueden considerar épocas de transición entre las anteriores.

4.2.2. Temperatura, pH y salinidad

Considerando superficie y fondo, todas las estaciones y las cuatro campañas de muestreo, los valores de temperatura variaron entre un mínimo de 12,3 °C (invierno) y un máximo de 23,5 °C (verano).

La temperatura del agua apenas varió entre las distintas estaciones para un mismo periodo de muestreo (Fig. 4.8). Es clara la mezcla invernal y otoñal, con temperaturas prácticamente iguales en las aguas superficiales y en las de fondo. Es muy clara también la estratificación estival, con temperaturas hasta 10 °C superiores en superficie respecto a fondo. La estratificación por temperatura en la columna de agua es bastante menor en primavera, con una media de 4 grados más en superficie que en fondo, y en otoño (una diferencia media de 0,6 °C más en fondo que en superficie).

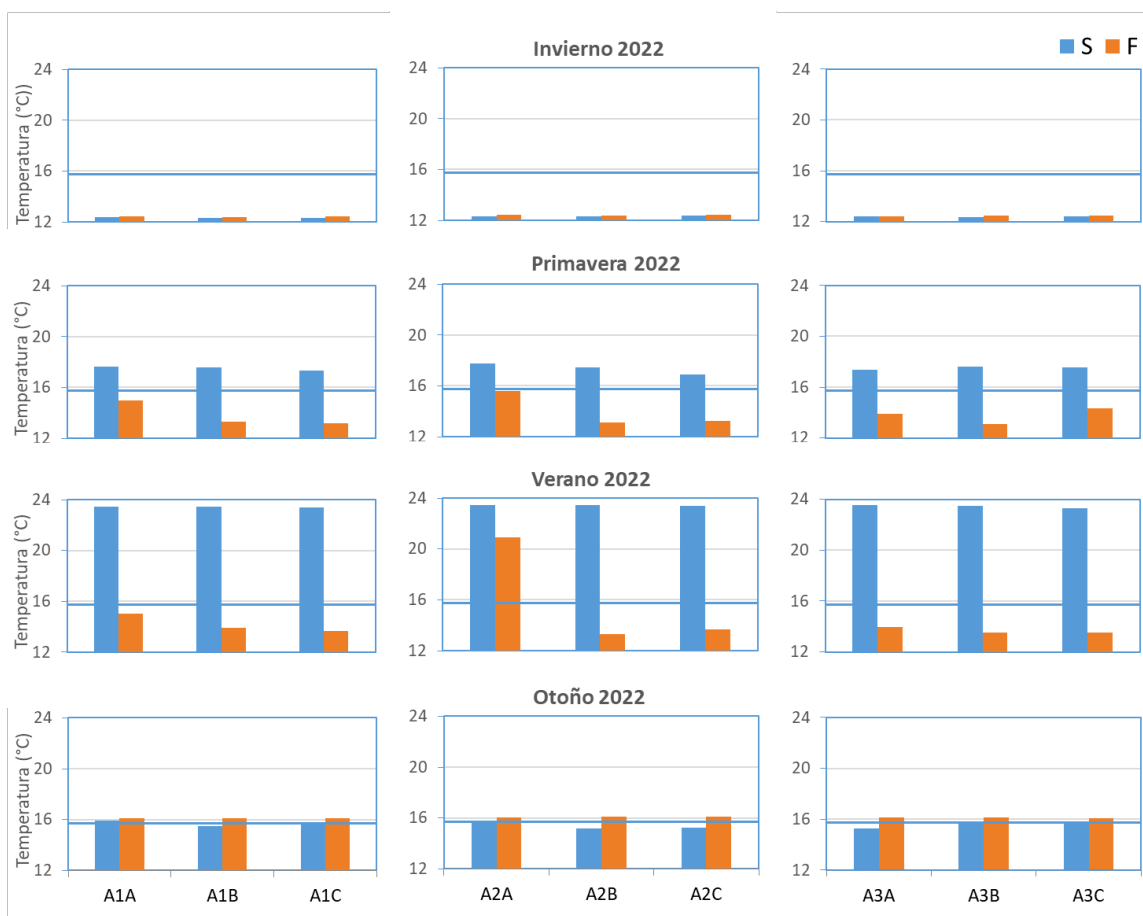


Figura 4.8. Distribución de la temperatura (°C) en el entorno del vertido, en superficie (S) y fondo (F). En línea continua azul se indica el valor medio anual de los datos de las 4 campañas.

El pH varió en un rango muy estrecho, entre el valor mínimo de 8,12, de invierno, y el valor máximo de 8,39, registrado en verano (Fig. 4.9). Para un mismo periodo de muestreo no se observaron diferencias importantes entre estaciones, ni tampoco entre superficie y fondo.

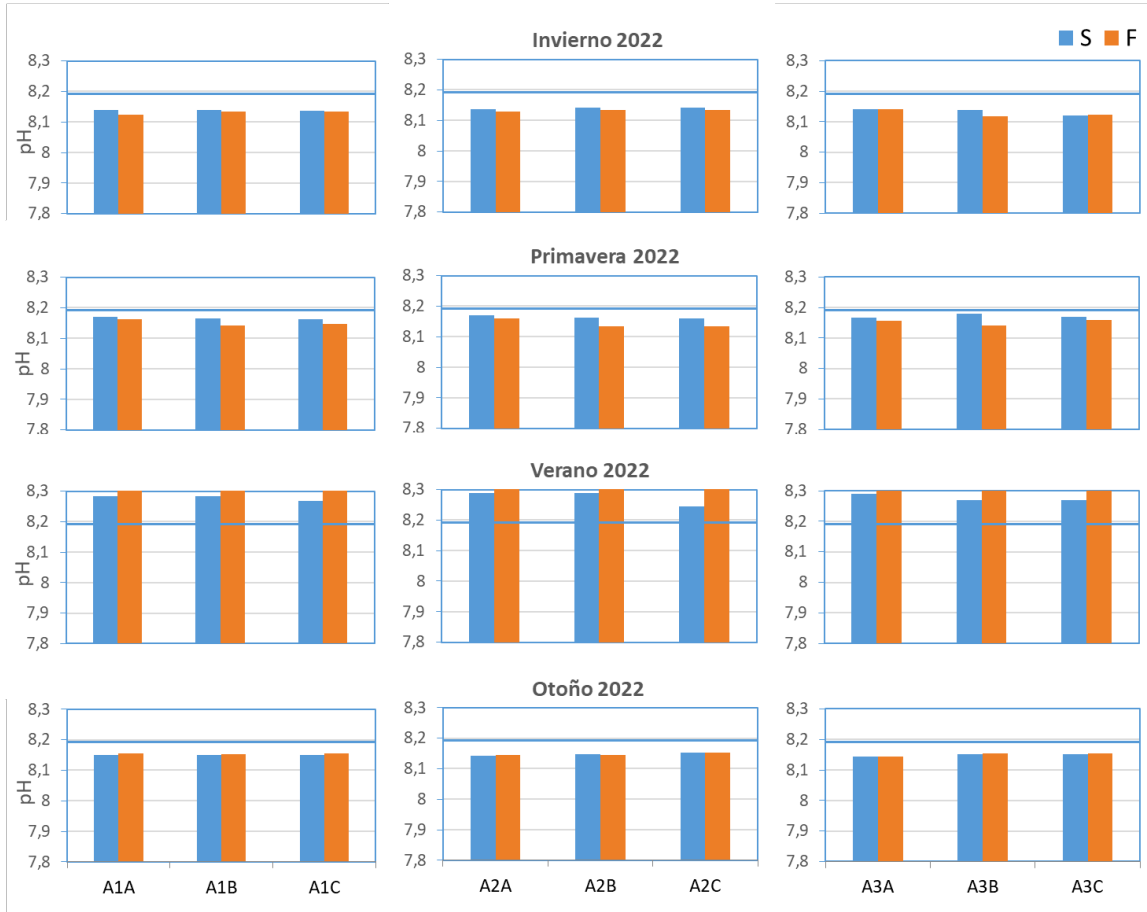


Figura 4.9. Distribución del pH en el entorno del vertido, en superficie (S) y fondo (F). En línea continua azul se indica el valor medio anual de los datos de las 4 campañas.

En cuanto a la salinidad (Fig. 4.10), el valor mínimo registrado fue 34,5 y el máximo 35,4. El mínimo se registró en otoño en aguas de superficie (estación A2B) mientras que el máximo se midió en verano en fondo (estación A2C).

Prácticamente todos los valores obtenidos en superficie se encuentran por debajo de la media anual (35,1), mientras que ocurre lo contrario en fondo, encontrándose prácticamente todos los valores por encima de la media anual. Todas las épocas se caracterizaron por valores de salinidad relativamente altos en las capas de fondo.

Para un mismo periodo de estudio, la salinidad presentó ligeras diferencias entre las distintas estaciones de muestreo, como también se observó para la temperatura y el pH. En cuanto a la estratificación salina, aunque tampoco fue muy marcada, las mayores diferencias verticales se registraron en verano, otoño y primavera.

En la Tabla 4.5 se indica el porcentaje de agua dulce calculado a partir de la salinidad. Los valores fueron, en general, muy bajos (no superando el 3%), lo que indica que se trató

prácticamente de agua marina en todas las estaciones y campañas, y tanto en superficie como en fondo. En la campaña de otoño se registró el mayor porcentaje de agua dulce, debido sin duda a las precipitaciones en los días previos a la campaña.

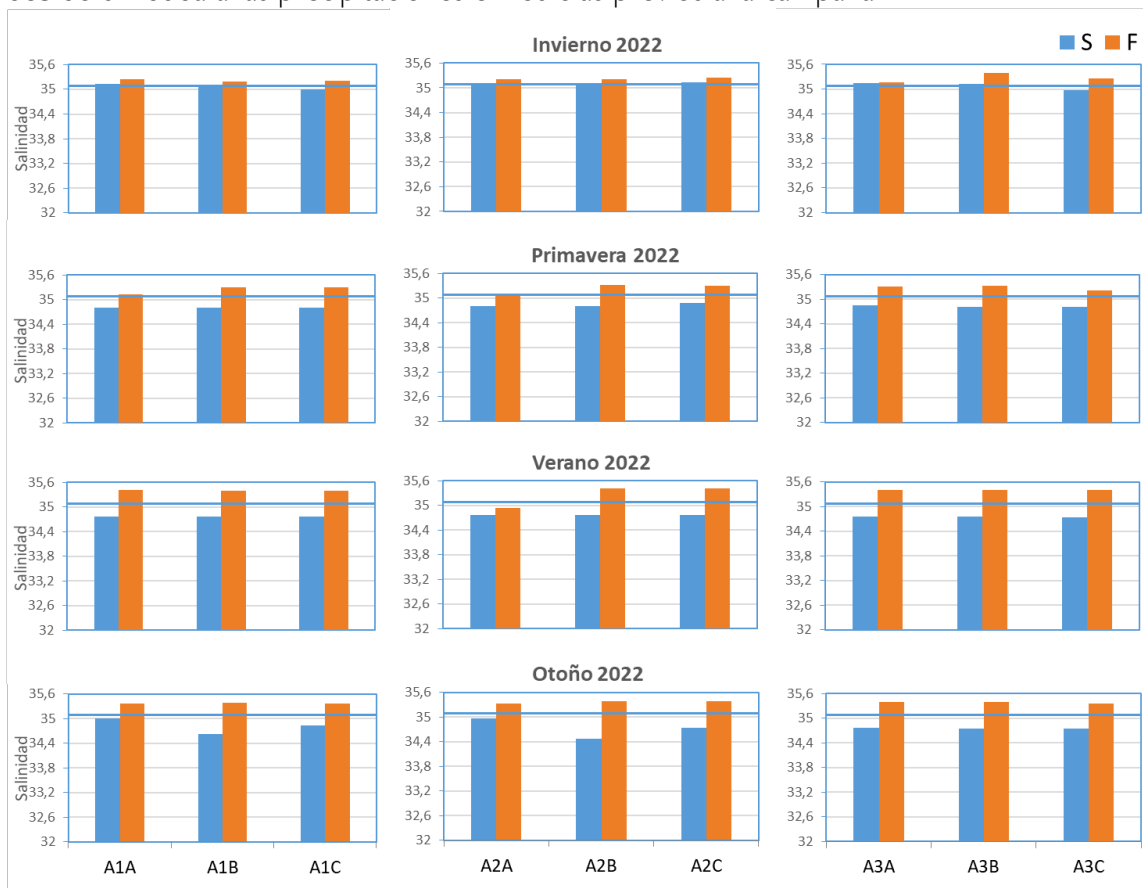


Figura 4.10. Distribución de la salinidad en el entorno del vertido, en superficie (S) y fondo (F). En línea continua azul se indica el valor medio anual de los datos de las 4 campañas.

Estación	Profundidad	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
BER_AGUA_A1A	S	1	2	2	2
BER_AGUA_A1B	S	1	2	2	3
BER_AGUA_A1C	S	2	2	2	2
BER_AGUA_A2A	S	1	2	2	2
BER_AGUA_A2B	S	1	2	2	3
BER_AGUA_A2C	S	1	2	2	2
BER_AGUA_A3A	S	1	2	2	2
BER_AGUA_A3B	S	1	2	2	2
BER_AGUA_A3C	S	2	2	2	2
BER_AGUA_A1A	F	1	1	1	1
BER_AGUA_A1B	F	1	1	1	1
BER_AGUA_A1C	F	1	1	1	1
BER_AGUA_A2A	F	1	2	2	1
BER_AGUA_A2B	F	1	1	1	1
BER_AGUA_A2C	F	1	1	1	1
BER_AGUA_A3A	F	1	1	1	1
BER_AGUA_A3B	F	1	1	1	1
BER_AGUA_A3C	F	1	1	1	1

Tabla 4.5. Contenido aproximado de agua dulce (%), para los diferentes puntos de muestreo y campañas realizadas. S: Superficie. F: Fondo.

4.2.3. Oxígeno disuelto

La saturación de oxígeno medida en superficie y fondo varió en un rango entre 91,5% (estación A1A, en otoño) y 109% (estación A3B, en primavera).

Tal y como ilustra la Figura 4.11, las condiciones de oxigenación en las aguas del entorno del vertido de la EDAR de Lamiaran fueron muy buenas; se superó el objetivo de calidad para masas de agua costeras de acuerdo a la DMA en todos los casos (85% de saturación).

Como se aprecia en la Figura 4.11, la variabilidad entre estaciones de muestreo fue muy ligera. Las aguas de superficie presentaron siempre valores superiores a las capas de fondo, siendo esta diferencia bastante marcada en verano y primavera y en menor medida en invierno y otoño.

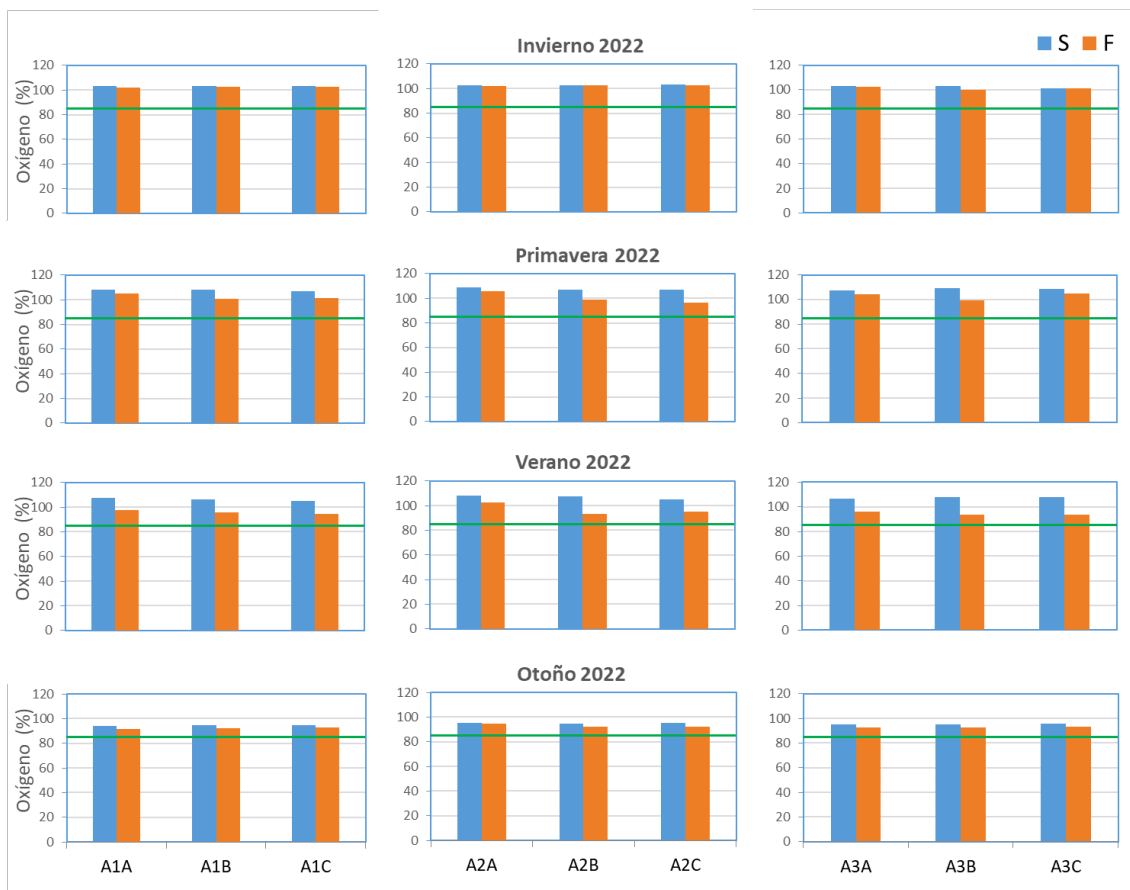


Figura 4.11. Distribución del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%) en el entorno del vertido, en superficie (S) y fondo (F). En línea continua verde se indica el valor del objetivo de calidad para el oxígeno disuelto en masas de agua costeras de acuerdo a la DMA.

4.2.4. Condiciones ópticas

Para el conjunto de los datos (superficie y fondo de las cuatro campañas) la turbidez varió en un rango amplio, entre 0,08 y 1,80 NTU. El valor promedio fue 0,61 NTU. En la Figura 4.12 se muestra la distribución espacial y temporal de la turbidez. En general, los valores fueron algo superiores a los encontrados en 2021 (valor medio = 0,44 NTU). En primavera todos los valores fueron inferiores al promedio anual, y en verano cuatro estaciones superan este promedio, registrando los valores más altos de turbidez de esta campaña: en A1A en superficie (1,80 NTU), en A1C en fondo (1,22 NTU) y en A2B superficie (1,06 NTU). En otoño e invierno la mayoría de los valores de turbidez se encuentran por encima de la media anual. El mínimo (0,08 NTU) se registró en la estación A1A, en otoño, en superficie y fondo. En todos los casos, los valores obtenidos están muy por debajo del objetivo de calidad para masas de agua costeras de acuerdo a la DMA (5 NTU).

En mayor número de estaciones el valor de turbidez en fondo es superior al valor de turbidez encontrado en superficie. Estas diferencias entre superficie y fondo son menos claras en las campañas de primavera y otoño.



Figura 4.12. Distribución de la turbidez en el entorno del vertido, en superficie (S) y fondo (F). En línea continua azul se indica el valor medio anual (datos de las 4 campañas).

Respecto a los sólidos en suspensión, los valores estuvieron comprendidos entre 5,45 y 15,06 mg l⁻¹. La media anual del conjunto de muestras de superficie y fondo fue 9,74, algo superior al encontrado en 2021 (7,62 mg l⁻¹). En ningún caso se superó el objetivo de calidad para masas de agua costeras de acuerdo a la DMA (40 mg l⁻¹).

En la Figura 4.13 se muestra la variación espacial y temporal de la concentración de sólidos en suspensión. Valores superiores a 10 mg l⁻¹ se midieron en otoño, primavera y verano, en un total de 18 estaciones en fondo y 12 en superficie. Las concentraciones más elevadas de sólidos en suspensión se encuentran en las capas de fondo de otoño (valor máximo de 13,39 mg l⁻¹ en A1B) y primavera (valor máximo de 15,06 mg l⁻¹ en A2B). A diferencia de la campaña de 2021, en la que se registraban los máximos de concentración de sólidos en invierno y los mínimos en otoño, en 2022 los máximos se registran en otoño y primavera y los mínimos en verano (en superficie, 5,44 mg l⁻¹ en la estación A2C).

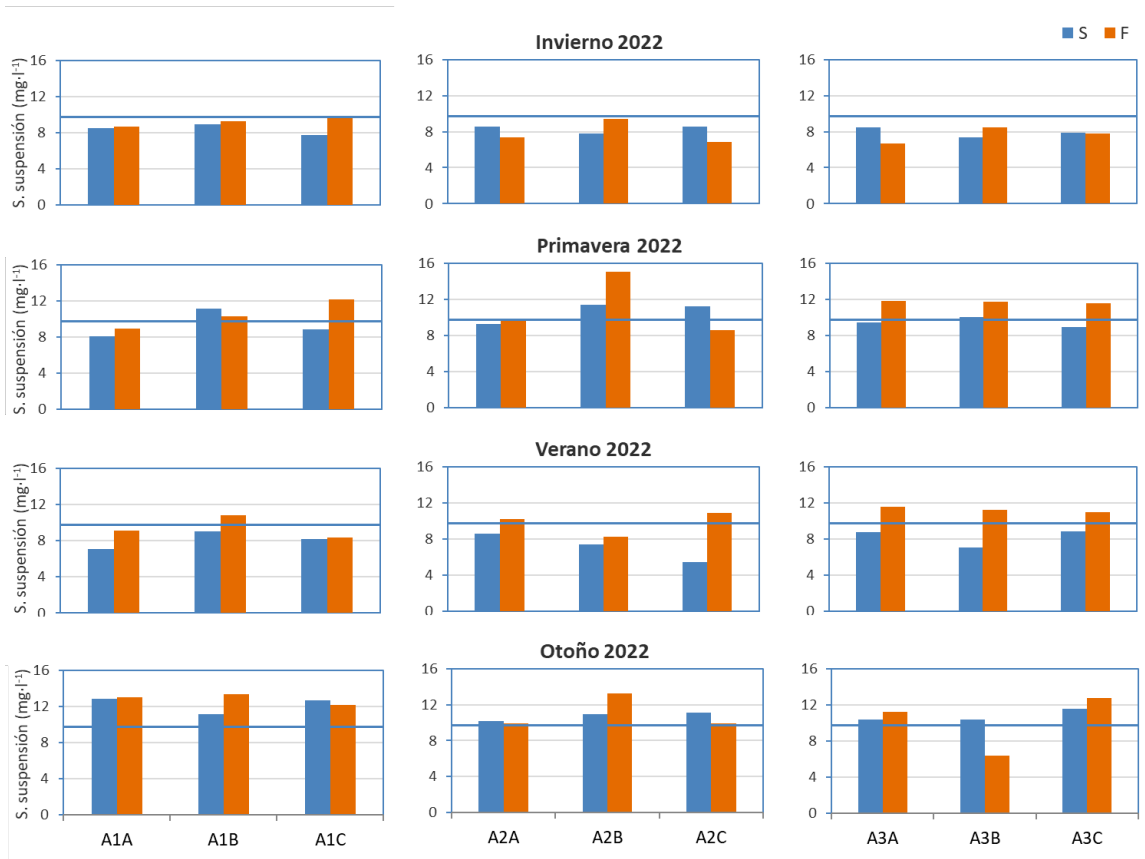


Figura 4.13. Distribución de la concentración de sólidos en suspensión en el entorno del vertido, en superficie (S) y fondo (F). En línea continua azul se indica el valor medio anual (datos de las 4 campañas).

Para un mismo periodo, se observa cierta homogeneidad en la concentración de sólidos en las distintas estaciones de muestreo, sobre todo en otoño e invierno.

Comparando la distribución de los sólidos en suspensión con la de la turbidez (Fig. 4.12), y considerando todos los valores medidos, no hubo una correlación estadísticamente significativa entre ambas variables ($r^2 = 0,049$; $n = 72$).

En cuanto a la transparencia, la profundidad de visión del disco de Secchi varió entre 3 y 12 m (Fig. 4.14). Su valor medio anual fue de 7,6 m, bastante menor que el encontrado en 2021 (11,2 m). No existe objetivo de calidad para transparencia para masas de agua costeras de acuerdo a la DMA.

Al diferencia de la campaña de 2021, en la que los valores mínimos de transparencia se midieron en invierno (valor promedio 9 m) y los máximos en primavera (valor promedio 16 m), en 2022 los valores más bajos de transparencia se registraron en otoño (valor promedio 4 m), probablemente reflejando el efecto de las altas precipitaciones previas a la campaña, y los más altos en verano (valor promedio de 9,6 m).

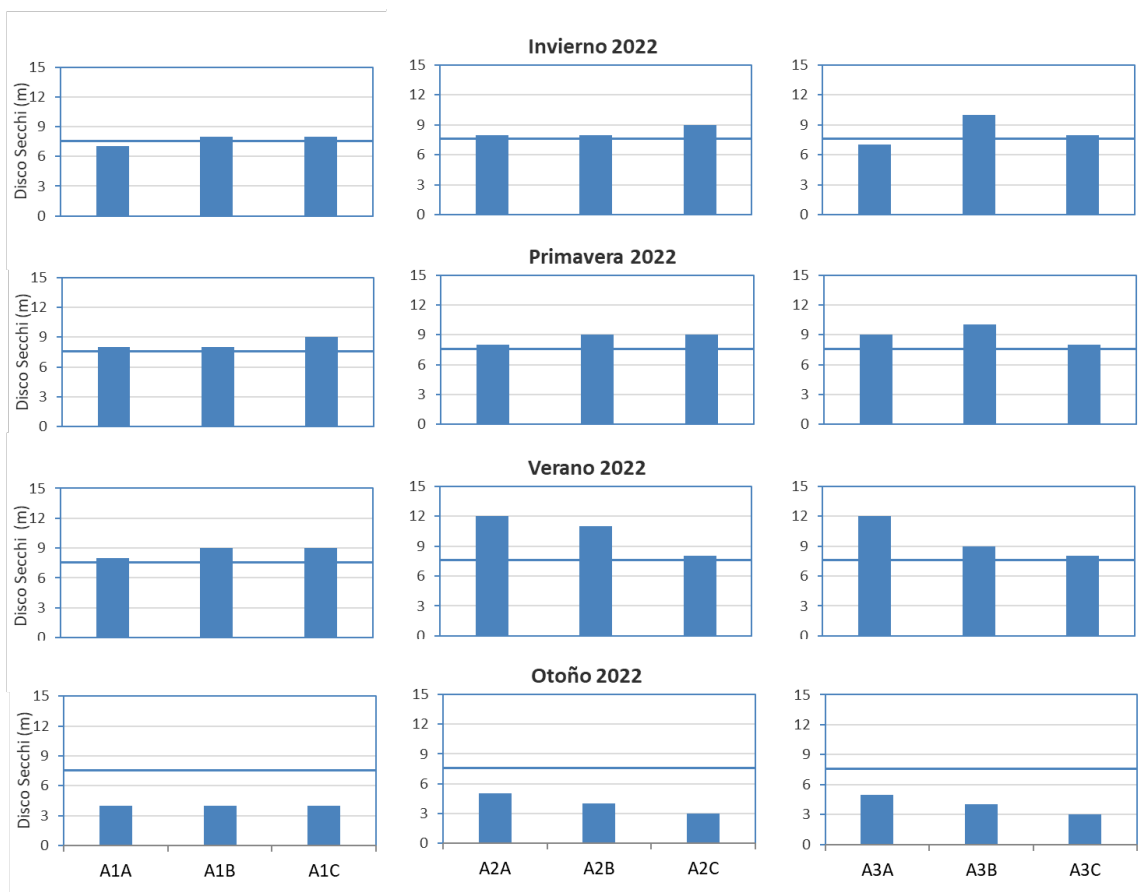


Figura 4.14. Distribución de la transparencia (profundidad de visión del disco de Secchi) en el entorno del vertido. En línea continua azul se indica el valor medio de los datos de las 4 campañas.

En verano las estaciones presentaron diferencias, en cuanto a la transparencia de sus aguas, de hasta 4 m. En el resto de periodos las diferencias encontradas estuvieron generalmente entre 3 y 1 m.

La profundidad de la zona fótica (a la que llega el 1% de la luz incidente en superficie, y que delimita la zona de crecimiento del fitoplancton) abarcó el 100% de la profundidad de la columna de agua en todas las campañas y estaciones excepto en otoño, en la que en la mayor parte de las estaciones el porcentaje de la zona fótica fue inferior al 70%.

4.2.5. Clorofila “a”

La concentración de clorofila “a” estimada a partir de la fluorescencia (CTD) varió entre 0,16 $\mu\text{g l}^{-1}$ (estación A2C en superficie, en primavera) y 1,61 $\mu\text{g l}^{-1}$ (estación A3A en fondo, en verano) (Fig. 4.15), con un valor medio anual de 0,55 $\mu\text{g l}^{-1}$ (superficie y fondo). En ningún caso se superó el objetivo de calidad para masas de agua costeras de acuerdo a la DMA (3 $\mu\text{g l}^{-1}$, calculado como el percentil 90 de los valores medidos trimestralmente

durante 6 años). Los valores registrados en las campañas de 2022 se pueden considerar normales para la zona y no afectados por elevados crecimientos algales.

Se apreció variabilidad temporal, entre estaciones y, para una misma estación, entre superficie y fondo. Al igual que se obtuvo en 2021, las concentraciones máximas de clorofila se midieron en verano, en las capas de fondo (valor medio de $1,27 \mu\text{g l}^{-1}$), tal y como se ha visto en los perfiles verticales. Los mínimos de clorofila se registraron en superficie, en las campañas de primavera e invierno. En invierno, todos los valores se mantuvieron por debajo de la media anual. En primavera y otoño, la mayoría de los valores también se registraron por debajo de la media anual. En verano, se observa la tendencia contraria, con valores en todas las estaciones por encima de la media anual.

Excepto en otoño, en el resto de las épocas del año las aguas de fondo presentaron valores de clorofila superiores a los de las aguas de superficie. Esta diferencia fue más marcada en verano y bastante menos marcada en invierno, relacionándose con los procesos de estratificación estival y de mezcla invernal de la columna de agua, respectivamente.

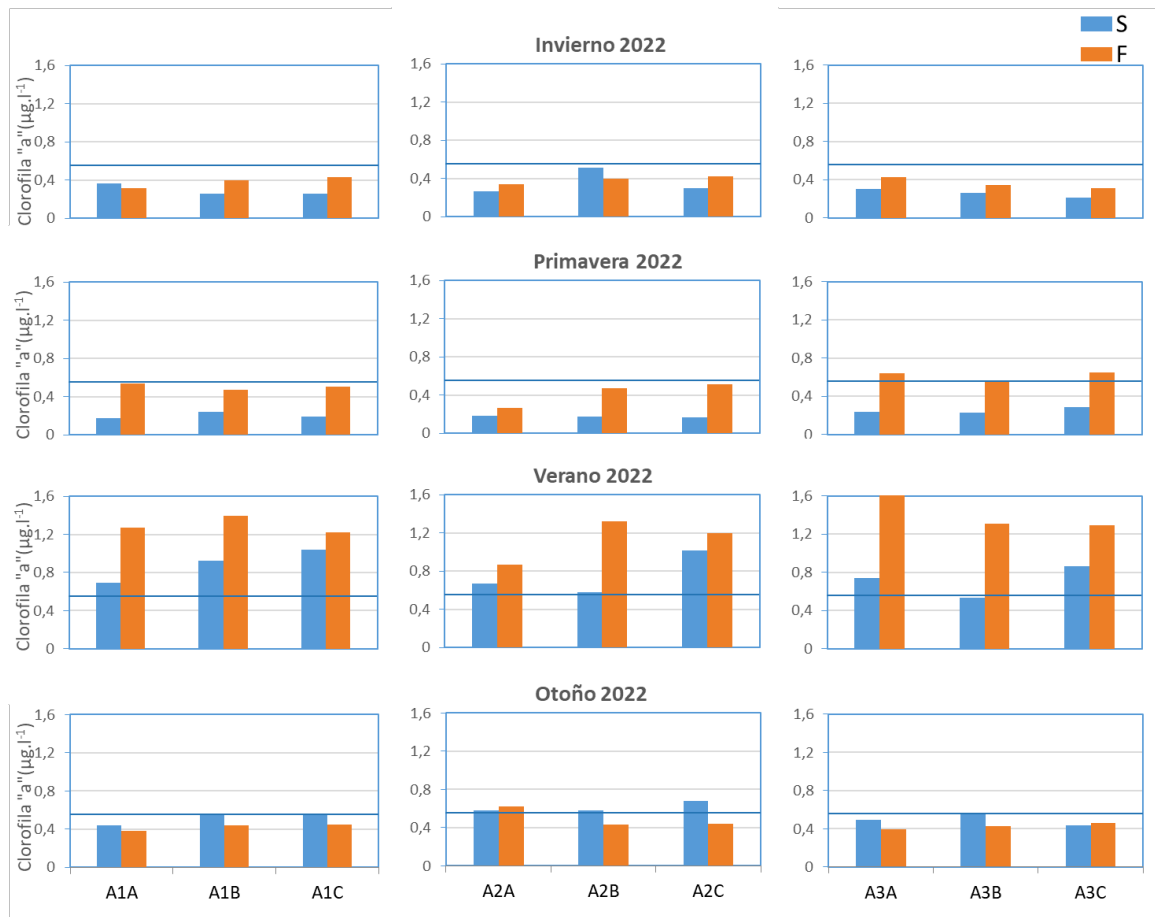


Figura 4.15. Distribución de la concentración de clorofila determinada in situ en el entorno del vertido, en superficie (S) y fondo (F). En línea continua azul se indica el valor medio de los datos de las 4 campañas.

4.2.6. Nutrientes inorgánicos disueltos

La concentración de amonio varió entre valores inferiores al límite de cuantificación y 7,05 $\mu\text{mol l}^{-1}$ (Fig. 4.16). Este valor máximo, encontrado en invierno, en las aguas superficiales de la estación A1C, es prácticamente igual al objetivo de calidad para masas de agua costeras de acuerdo a la DMA (7 $\mu\text{mol l}^{-1}$). En el resto de las estaciones, las concentraciones de amonio han sido mucho menores e incluso por debajo del límite de cuantificación en el 61% de los casos. Solo un 39% de las estaciones presenta valores cuantificables.

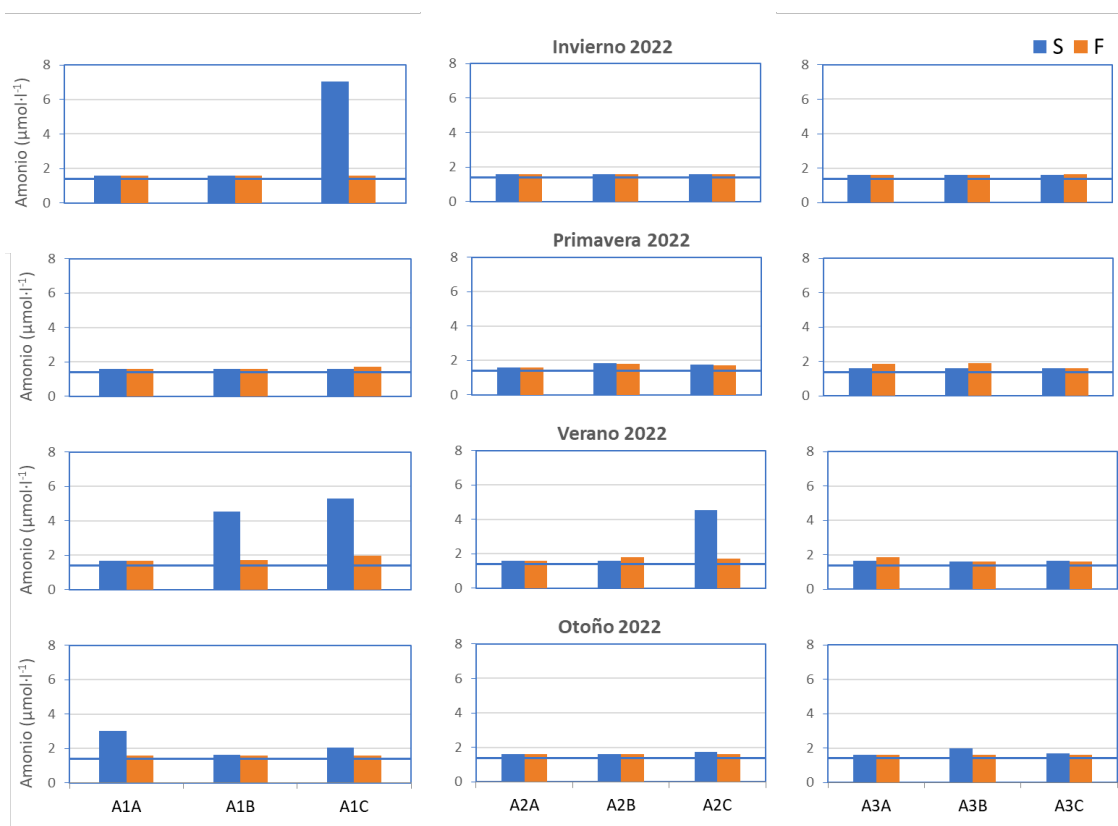


Figura 4.16. Distribución de la concentración de amonio ($\mu\text{mol l}^{-1}$) en el entorno del vertido, en superficie y fondo. En línea continua azul se indica el límite de cuantificación.

El valor medio anual fue inferior al límite de cuantificación ya que, según se indica en la sección de “Métodos analíticos”, para el cálculo de la media anual se asumió que las concentraciones de amonio inferiores al límite de cuantificación ($1,6 \mu\text{mol l}^{-1}$) eran iguales a la mitad de dicho límite ($0,8 \mu\text{mol l}^{-1}$).

Al contrario de lo observado en 2021, la campaña de invierno de 2022 registró menor número de estaciones con valores cuantificables de amonio: una en superficie y una en fondo. El mayor número de valores cuantificables de amonio se detectó en la campaña de verano: seis en superficie y seis en fondo. En primavera se registraron tres valores cuantificables de amonio en superficie y cinco en fondo. En otoño se obtuvieron seis valores cuantificables de amonio en superficie y el resto fueron valores inferiores al límite de cuantificación.

La concentración máxima de amonio se encontró en invierno, en superficie, seguida de las de verano, también en superficie, y un pico de concentración en otoño, en superficie. Estos máximos en los diferentes periodos estudiados se detectaron en las estaciones más cercanas al emisorio, A1A, A1B y A1C y en la estación A2C (en otoño). Aparte de estos valores que destacan sobre el resto, no se observa variabilidad entre estaciones, entre superficie y fondo y tampoco entre campañas. A diferencia de lo encontrado en 2021, en verano y primavera de 2022 se registró el mayor número de valores cuantificables.

Respecto al nitrato, su concentración varió entre valores inferiores al límite de cuantificación ($1,6 \mu\text{mol l}^{-1}$) y $7,3 \mu\text{mol l}^{-1}$ (Fig. 4.17). Al contrario del amonio, más del 60% de las concentraciones de nitrato fueron superiores al límite de cuantificación. El valor medio considerando todas las muestras analizadas fue de $2,2 \mu\text{mol l}^{-1}$. Las concentraciones más altas se midieron en otoño en todas las estaciones y en las capas de superficie, con valores oscilando entre $3,1$ y $7,3 \mu\text{mol l}^{-1}$. En verano se registraron picos de concentración en las capas de fondo con valores entre $2,5$ y $4,7 \mu\text{mol l}^{-1}$. Concentraciones más bajas se encontraron en primavera e invierno. En ningún caso se superó el objetivo de calidad para masas de agua costeras de acuerdo a la DMA ($8 \mu\text{mol l}^{-1}$).

En cuanto a patrones espaciales, salvo en otoño que se encuentra una concentración de nitrato en las capas superficiales 7 veces superior a la registrada en las capas de fondo, en el resto de los periodos de estudio, las capas de fondo presentan en general mayor concentración de nitrato que las capas superficiales. Estas diferencias son bastante menores en invierno. Se observan diferencias temporales, obteniéndose mayor concentración media de nitrato en otoño, seguida de la campaña de invierno y de las de verano y primavera con un número elevado de concentraciones no cuantificables (Fig. 4.17)

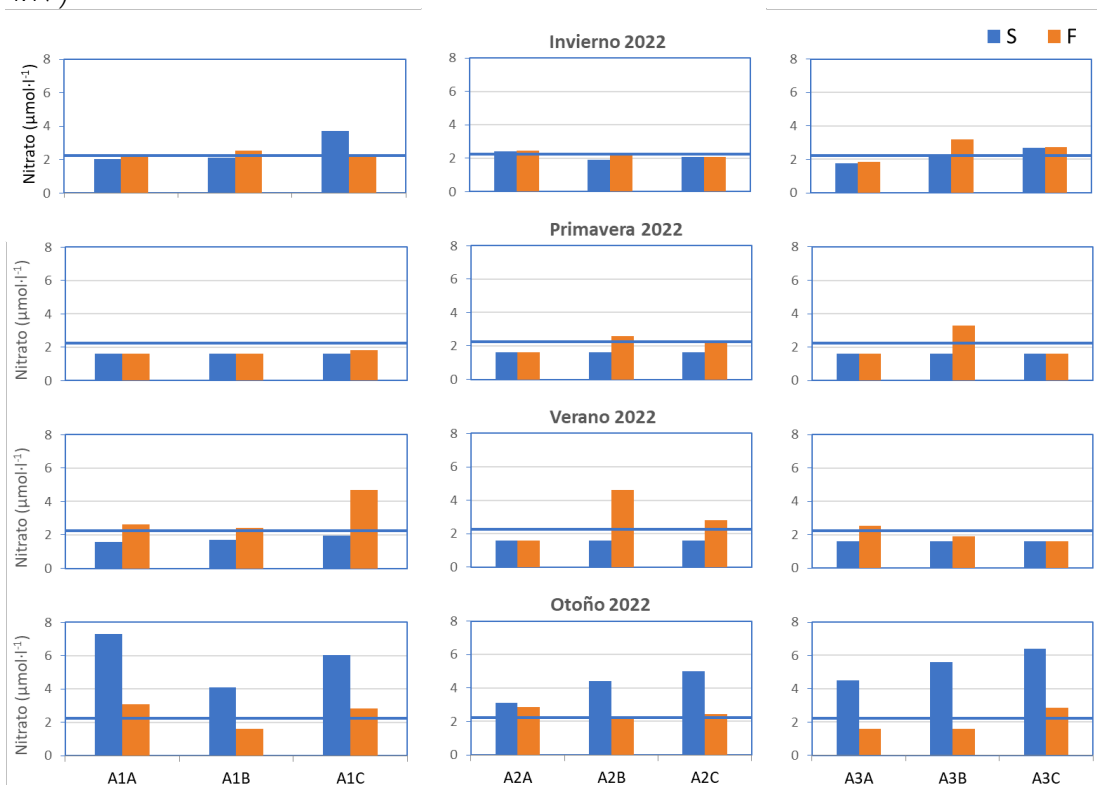


Figura 4.17. Distribución de la concentración de nitrato ($\mu\text{mol l}^{-1}$) en el entorno del vertido, en superficie y fondo. En línea continua azul se indica el valor medio anual (datos de las 4 campañas).

El fosfato varió entre valores inferiores al límite de cuantificación ($0,16 \mu\text{mol l}^{-1}$) y $0,45 \mu\text{mol l}^{-1}$ (Fig. 4.18). El 20% de las muestras presentaron valores inferiores al límite de cuantificación y el valor medio, considerando todas las muestras analizadas, fue de $0,22 \mu\text{mol l}^{-1}$. En ningún caso se superó el objetivo de calidad para masas de agua costeras de acuerdo a la DMA ($0,7 \mu\text{mol l}^{-1}$).

Es en primavera cuando se registra el mayor número de estaciones con concentraciones de fosfato inferiores al límite de cuantificación. En invierno se observa una situación muy homogénea con concentraciones inferiores a la media anual y próximas al límite de cuantificación, a excepción del pico detectado en superficie en la estación A1C, próxima a la boca del emisario. Las mayores concentraciones de fosfato se obtienen en verano, en las capas de fondo, en las estaciones más próximas a la boca del emisario (A1A, A1B y A1C) y también en las estaciones A2B, A2C y A3A. En otoño, los picos de concentración se detectaron en las aguas superficiales, en las estaciones A1A, A1C, próximas al emisario, y en A2C y A3A.

En general, el patrón de distribución de la concentración de fosfato coincide con el obtenido para la concentración de amonio, en cuanto al máximo encontrado en invierno (estación A1C) y a las concentraciones más elevadas de verano con respecto a los otros periodos del año.

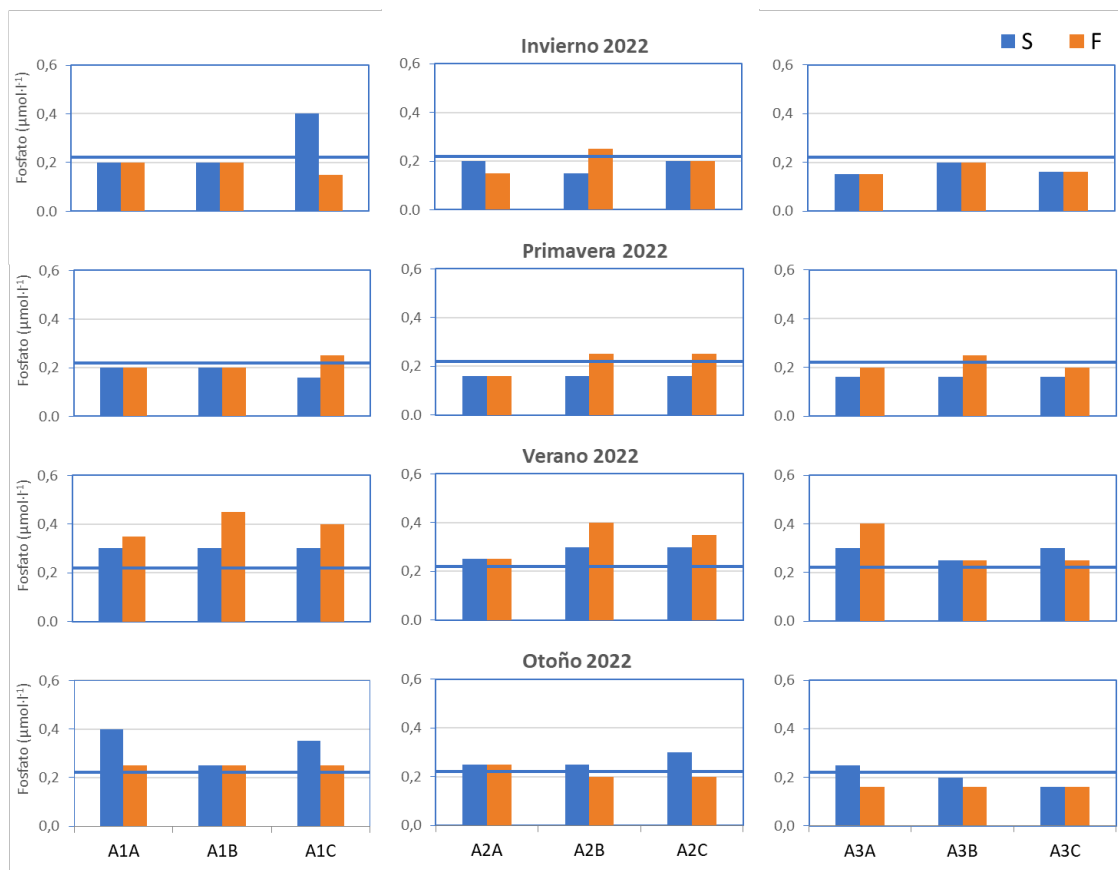


Figura 4.18. Distribución de la concentración de fosfato ($\mu\text{mol l}^{-1}$) en el entorno del vertido, en superficie y fondo. En línea continua azul se indica el valor medio anual (datos de las 4 campañas).

4.2.7. Carbono orgánico total (COT)

La concentración de COT osciló en un rango amplio, entre 0,5 y 14,2 mg l⁻¹ (Fig. 4.19). Su valor medio anual fue 1,3 mg l⁻¹. Las concentraciones más elevadas se registraron en las aguas de fondo de otoño en las que resaltan tres picos de 14,2 mg l⁻¹ en la estación A2B, de 7,4 mg l⁻¹ en A1C y de 3,1 mg l⁻¹ en A1A. En el resto de campañas y estaciones la mayor parte de las concentraciones fueron inferiores a la media anual o ligeramente por encima de este valor. Las concentraciones más bajas se encontraron en primavera e invierno.

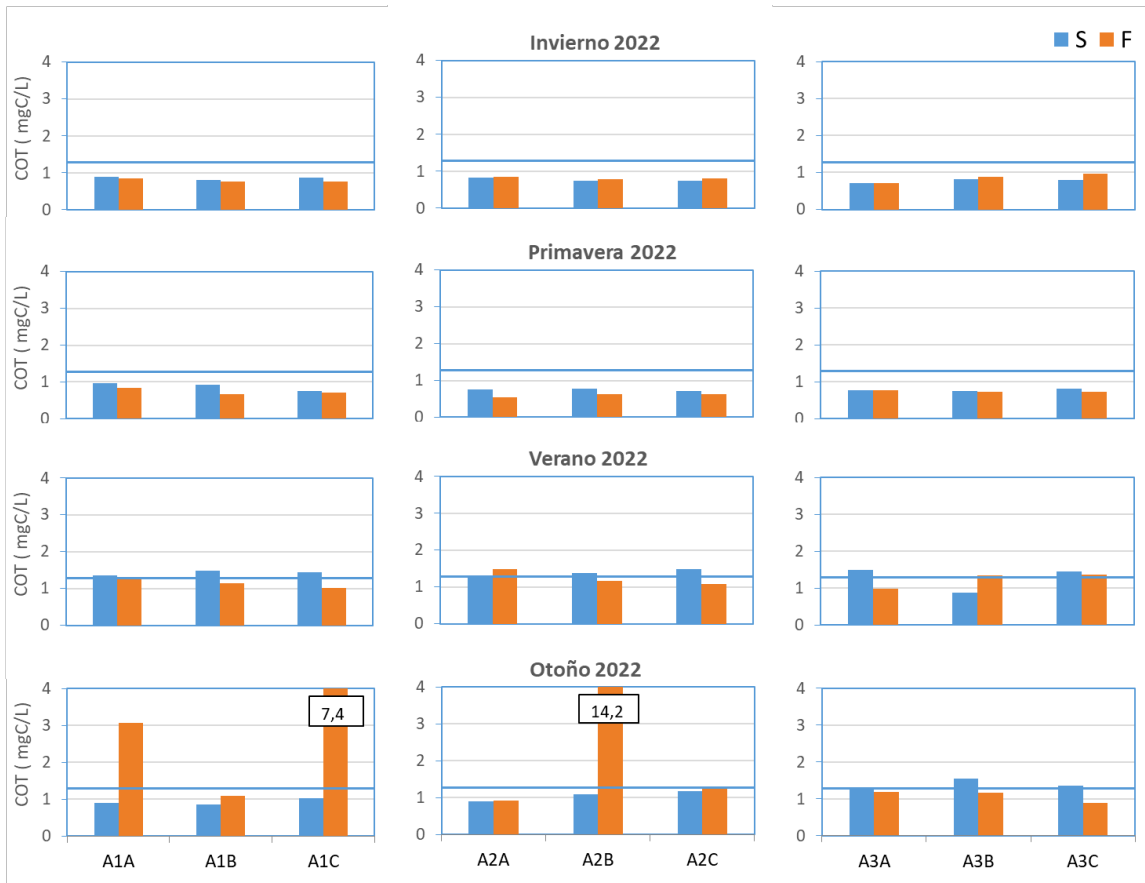


Figura 4.19. Distribución de la concentración de carbono orgánico total (COT) en el entorno del vertido, en superficie y fondo. En línea continua azul se indica el valor medio de los datos de las 4 campañas.

Exceptuando los tres picos de otoño en las aguas de fondo, la distribución de COT para un mismo periodo y entre las diferentes estaciones es muy homogénea, sin observarse una pauta clara relacionada con niveles de profundidad ni una relación aparente con otras variables como podrían ser los sólidos en suspensión. En las campañas de primavera y verano la media anual de la concentración de COT es ligeramente superior en las capas superficiales con respecto a las de fondo. La situación inversa se observa en otoño, detectándose mayor concentración en las capas de fondo con respecto a las superficiales. Esta distribución sugiere, por una parte, un aporte de materia orgánica disuelta de origen difuso y, por otra parte, un aporte de materia orgánica particulada proveniente de la removilización de los sedimentos del fondo.

4.2.8. Estado de calidad fisicoquímica

Aplicando el índice que utiliza los datos de saturación de oxígeno, nutrientes y condiciones ópticas de las aguas de superficie, el estado fisicoquímico se clasificó en cada campaña y estación de muestreo en la categoría de 'Muy Bueno' (Tabla 4.6). Considerando las cuatro campañas, el EQR total (percentil 25 de los EQRs parciales) de las estaciones de muestreo varió entre 1,06 y 1,33.

Código estación	Campaña	EQR	Estado
BER_AGUA_A1A	Invierno	1,35	MB
	Primavera	1,38	MB
	Verano	1,32	MB
	Otoño	0,99	MB
	Total	1,24	Muy bueno
BER_AGUA_A1B	Invierno	1,34	MB
	Primavera	1,44	MB
	Verano	1,18	MB
	Otoño	1,16	MB
	Total	1,17	Muy bueno
BER_AGUA_A1C	Invierno	1,02	MB
	Primavera	1,46	MB
	Verano	1,14	MB
	Otoño	1,08	MB
	Total	1,06	Muy bueno
BER_AGUA_A2A	Invierno	1,34	MB
	Primavera	1,47	MB
	Verano	1,43	MB
	Otoño	1,25	MB
	Total	1,32	Muy bueno
BER_AGUA_A2B	Invierno	1,37	MB
	Primavera	1,37	MB
	Verano	1,40	MB
	Otoño	1,21	MB
	Total	1,33	Muy bueno
BER_AGUA_A2C	Invierno	1,35	MB
	Primavera	1,39	MB
	Verano	1,24	MB
	Otoño	1,13	MB
	Total	1,21	Muy bueno
BER_AGUA_A3A	Invierno	1,37	MB
	Primavera	1,46	MB
	Verano	1,35	MB
	Otoño	1,21	MB
	Total	1,32	Muy bueno
BER_AGUA_A3B	Invierno	1,34	MB
	Primavera	1,47	MB
	Verano	1,43	MB
	Otoño	1,12	MB
	Total	1,29	Muy bueno
BER_AGUA_A3C	Invierno	1,34	MB
	Primavera	1,47	MB
	Verano	1,34	MB
	Otoño	1,14	MB
	Total	1,29	Muy bueno

Tabla 4.6. Clasificación del estado de calidad físico-química en las estaciones del entorno de la EDAR mediante el índice PCQI. EQR: Ecological Quality Ratio. Límites de EQR que definen las clases de estado: Muy bueno/Bueno= 0,83; Bueno/Moderado= 0,62; Moderado/Deficiente= 0,41; Deficiente/Malo= 0,20.

Respecto a los EQRs parciales, en cuanto a diferencias entre estaciones de muestreo, considerando todas las campañas, el valor medio del EQR en las estaciones más próximas

a la salida del emisario (1,16) fue algo inferior a los valores medios de las estaciones intermedias (1,29) y alejadas del mismo (1,30). En todo caso, se trata de valores altos y, como se ha mencionado, corresponden a la categoría de “Muy buen estado”. Por lo tanto, en superficie no se registra un efecto aparente de los vertidos.

4.3. DISCUSIÓN

En el año 2022 la temperatura atmosférica y la insolación presentaron el patrón esperado de aumento paulatino entre invierno y verano, con un posterior descenso hacia el otoño. Las precipitaciones presentaron valores bajos a lo largo de buena parte del año, salvo a primeros (enero, marzo y abril) y a finales (noviembre). El caudal del río Butroe fue bajo en los días previos a las campañas de primavera y verano, medio en la de invierno y alto en la de otoño.

En respuesta a estos cambios atmosféricos, en las campañas efectuadas en el entorno de los vertidos de aguas residuales de la EDAR de Lamiaran, entre marzo y diciembre, la temperatura del agua se encontró en el rango típico de las aguas de la plataforma del sudeste del Golfo de Vizcaya y presentó, como éstas, una marcada estacionalidad (véase por ejemplo, González et al., 2008; Goikoetxea et al., 2009; Revilla et al., 2010).

La variación estacional de la temperatura influye de manera importante en los ciclos de mezcla y estratificación vertical de la columna de agua. En invierno la columna está bien mezclada, mientras que en verano se encuentra estratificada (presentando grados intermedios en primavera y en otoño). Además, el oleaje modula la estructura vertical y también tiene un componente estacional, ya que en promedio es más fuerte durante otoño e invierno, sumándose así al efecto del enfriamiento y potenciando la mezcla de la columna de agua.

Por su parte, el grado de estratificación salina en las zonas costeras responde a los aportes de aguas continentales. Además, en verano la estratificación térmica puede facilitar la permanencia de los aportes de agua dulce en las capas superficiales de la columna de agua (Revilla et al., 2009).

En las campañas realizadas en 2022 la estratificación termohalina en el entorno del vertido de la EDAR fue muy marcada en verano y mucho menos intensa en primavera. Esto, que es similar a lo registrado en años anteriores, también se había observado en los estudios correspondientes a los planes de vigilancia de otras EDARs costeras de Bizkaia como Bakio, Lekeitio y Ondarroa (Revilla et al., 2014; 2015; 2016) y puede explicarse por la poca profundidad que presenta la zona de muestreo (normalmente inferior a 20 m), así como por su exposición al oleaje.

En las campañas de 2022 el porcentaje de agua dulce del área de estudio se mantuvo en valores bajos (nunca por encima de 3%); esto también es similar a lo registrado, en general, en los planes de vigilancia de otras EDAR costeras de Bizkaia como Bakio, Lekeitio y Ondarroa; contenidos superiores al 5% solo se registran en campañas realizadas durante épocas lluviosas o en fechas justo posteriores (Revilla et al., 2014; 2015; 2016). En 2022 el patrón de lluvias registrado en Bizkaia (estación del aeropuerto de Bilbao) y el caudal de un río cercano a la zona de estudio (Butroe) indican que los aportes de aguas

continentales a la zona costera fueron bajos en los días previos a casi todas las campañas, excepto la de otoño y, en menor medida, la de invierno.

En estuarios y bahías costeras del País Vasco se ha descrito una elevada variabilidad hidrográfica a corta escala temporal, acoplada a las descargas de los ríos (véase por ejemplo, García-Soto et al., 1990; Madariaga y Orive, 1995). Sin embargo, en zonas costeras abiertas la dinámica es diferente. Tanto la elevada capacidad de dilución (resultante del gran volumen de agua), como de dispersión (debido al oleaje, las mareas y corrientes) que caracteriza a la costa del País Vasco reducen el efecto que puedan tener los aportes locales (Valencia et al., 2004).

Por ello, la zona costera donde vierte la EDAR de Lamiaran, aunque su hidrografía pueda responder a las condiciones meteorológicas, lo hará a una escala espacial y temporal bastante amplia. En este sentido hay que indicar que a lo largo del verano las precipitaciones en la costa de Bizkaia fueron muy escasas. Además, el río Oka, que es la principal cuenca fluvial del entorno de la zona de estudio, suele presentar caudales bajos a lo largo de buena parte del año, ya que se trata de un río con poca inercia y que solo en los días siguientes a lluvias intensas supone un aporte importante de agua dulce a la zona costera.

No se observaron diferencias relevantes en el porcentaje de agua dulce y tampoco en la temperatura entre las nueve estaciones del área de estudio. Solo en otoño se registró, en algunas estaciones y en superficie, un porcentaje de agua dulce cercano al 3 %. Este hecho indica que la influencia de los aportes de aguas continentales, generalmente más frías en invierno y más calientes en verano, fue, en general, baja, tal y como se viene registrando desde el comienzo de este seguimiento.

Algunas variables fisicoquímicas (temperatura, pH, oxígeno y transparencia), mostraron en general valores muy similares entre las nueve estaciones. Para otras variables (turbidez, sólidos en suspensión, amonio, nitrato, COT) se observó, en algunas campañas, una notable variabilidad entre estaciones de muestreo, aunque sin pautas claras ni comunes. Probablemente algunas de estas variables se hallan más afectadas por procesos como la resuspensión de sedimentos. No queda claro que los vertidos de la EDAR puedan explicar dicha variabilidad.

Respecto al pH, los valores registrados en el entorno de la EDAR de Lamiaran son los normales para zonas costeras, que suelen situarse en el rango entre 7,5 y 8,5 (Price and Harrison, 1987).

En cuanto a las condiciones de oxigenación, en las campañas de 2022 han sido buenas, siempre superiores al 85% y generalmente por encima del 95%. Esto también es lo habitual en zonas costeras abiertas, en las que, incluso si hay cierta afección por vertidos, las altas tasas de dilución de los aportes y de renovación de las masas de agua impiden situaciones de baja oxigenación del agua.

Al igual que se observó en 2021, en la campaña de otoño de 2022 se midieron los valores más altos de turbidez y también se midieron valores altos de sólidos en suspensión, aunque la distribución espacial de ambas variables no siguió el mismo patrón. Por otra parte, en otoño de 2022 se registró la menor transparencia del agua mientras que la mayor transparencia del agua se obtuvo en verano. A parte de estas

observaciones, no se obtuvieron relaciones claras en la variabilidad espacial y temporal de estos parámetros, ni tampoco una relación clara con las condiciones meteorológicas salvo la influencia de las precipitaciones en la transparencia en la campaña de otoño. En todo caso, en zonas someras, como es el área de estudio, procesos como la resuspensión del sedimento por efecto del oleaje, que suele ser más intenso en invierno y otoño, pueden producir una alta variabilidad temporal, y de carácter imprevisible, en las variables asociadas a la calidad óptica del agua, así como generar patrones de distribución espacial de las mismas (tanto en el eje horizontal como en el vertical) muy heterogéneos.

Con respecto a los nutrientes disueltos, en zonas costeras de Bizkaia se ha visto que las concentraciones de nutrientes inorgánicos suelen incrementarse durante los meses invernales y otoñales, esto es, en el periodo en que el aporte de aguas continentales suele ser mayor por efecto de la meteorología (Revilla et al., 2014; 2015; 2016). En las campañas de 2022 se han obtenido las concentraciones más elevadas de nitrato en otoño, mientras que para el amonio y el fosfato fueron más altas en verano.

Los valores medidos de las diferentes variables fisicoquímicas cumplen con los correspondientes objetivos de calidad establecidos para la implementación de la DMA en las masas de agua costeras.

Los resultados de las variables fisicoquímicas en el entorno de la EDAR se han comparado con las de la estación L-OK10 de la "Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco" que lleva a cabo URA. La estación L-OK10 se encuentra más alejada de la costa (a ~2,2 km de distancia) que las estaciones del presente plan de vigilancia y, por lo tanto, se asume que está sometida a una menor presión antrópica (Fig. 4.20). La distancia entre la estación L-OK10 y la salida del emisario de la EDAR de Lamiaran es de unos 2 km.

Para ello, se han calculado los valores medios durante el año 2022, tanto en el entorno del vertido de la EDAR como en la estación control (L-OK10). Se han utilizado sólo los datos de superficie, debido a que en la estación L-OK10 no hay datos de fondo para todas las variables y, además, su profundidad es bastante mayor (30-35 m) en comparación con la del entorno de la EDAR (<20 m). En el caso del entorno de la EDAR de Lamiaran se han promediado los valores de superficie de las nueve estaciones, dado que no se han encontrado diferencias espaciales importantes.

Como puede verse en la Tabla 4.7 la salinidad fue muy similar en el entorno de la EDAR en comparación con la estación considerada como control, lo que indica que el contenido de agua dulce es comparable entre las dos zonas. Otras variables como temperatura, pH, oxígeno y turbidez mostraron también valores medios muy similares. Se observaron valores ligeramente más altos en el entorno de la EDAR en sólidos en suspensión y nutrientes, pero no para otras variables (turbidez, clorofila "a"). En todo caso, ni los valores medios en las estaciones del entorno de los vertidos de la EDAR ni los registrados en la estación L-OK10 son altos.



Figura 4.20. Localización de las estaciones de muestreo para la caracterización de la columna de agua en la zona del vertido y localización de la estación más próxima de la Agencia Vasca del Agua (L-OK10).

Variable	Unidades	EDAR	L-OK10
Salinidad	USP	34,9	35,0
Temperatura	°C	16,3	17,3
pH	Unid. pH	8,16	8,19
Saturación de Oxígeno	%	103	102
Turbidez	NTU	0,63	0,97
Sólidos en suspensión	mg·l ⁻¹	9,2	7,51
Amonio	μmol·l ⁻¹	1,66	1,01
Nitrato	μmol·l ⁻¹	2,33	1,54
Fosfato	μmol·l ⁻¹	0,21	0,15
Clorofila "a"	μg·l ⁻¹	0,19	0,24

Tabla 4.7. Promedio calculado para las diferentes variables del agua en las estaciones del entorno de la EDAR y en la estación L-OK10. En ambos seguimientos se incluyen las cuatro campañas de muestreo más recientes realizadas en 2022. Los datos corresponden a los valores promedios medidos en superficie.

Todo lo anterior indica que la hidrodinámica de la zona consigue diluir y dispersar el vertido de la EDAR, con lo cual no se espera un impacto significativo de éste sobre la calidad del agua. Los resultados obtenidos en el índice PCQI ('Muy buen estado físico-químico') en todas las muestras analizadas hasta la fecha avalan esta conclusión.

Por último, la concentración de clorofila "a" puede ser utilizada como aproximación a la biomasa fitoplanctónica y es un indicador adecuado de la respuesta del fitoplancton a la presión de eutrofización en medios que no presentan limitación por luz. En las campañas realizadas hasta ahora la capa fótica ha abarcado casi siempre la totalidad de la columna de agua y, por lo tanto, la transparencia de estas aguas se considera suficiente para mantener una producción primaria neta positiva incluso en el fondo.

En el entorno de la EDAR de Lamiaran, la clorofila “a” presentó valores relativamente más altos en verano, a diferencia de los observado otros años, con los máximos en invierno o primavera, que corresponden al *bloom* de primavera (que se suele dar en marzo) siguiendo el ciclo típico de las aguas costeras del sudeste del Golfo de Vizcaya (p. e., Revilla et al., 2009; 2010).

Para las aguas costeras del País Vasco, de acuerdo a la normativa vigente (BOE, 2015) el límite entre el estado ‘Bueno’ y el ‘Moderado’ se encuentra en $3 \mu\text{g l}^{-1}$. Este es el umbral que no debe sobrepasar la clorofila “a” medida en aguas de superficie para cumplir con el objetivo de calidad, utilizando como indicador el percentil 90 de los datos de una serie de seis años.

Considerando todas las estaciones del entorno del vertido de la EDAR, el máximo de clorofila de 2022, $1,68 \mu\text{g l}^{-1}$, se observó en la campaña de verano a 17 m de profundidad; se trata de un valor muy inferior al límite antes mencionado. El valor medio, que fue ligeramente inferior al de la estación control (Tabla 4.7), fue varias veces inferior a dicho límite. Resultados similares se han obtenido en los planes de vigilancia realizados anualmente desde 2013 en el entorno de otras EDARs costeras de Bizkaia (por ejemplo, Revilla et al., 2014; 2015; 2016).

Por lo tanto, en el medio receptor del vertido de la EDAR de Lamiaran no se han observado situaciones de exceso de biomasa fitoplanctónica (medida como clorofila “a”) que denotaran problemas de eutrofización.

5. COMUNIDADES BIOLÓGICAS

5.1. MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar el estado ecológico de la masa de agua costera receptora del vertido proveniente de la EDAR de Lamiaran, se estudiaron dos indicadores de calidad biológica (BQs): las macroalgas y los invertebrados de sustrato duro, ya que los fondos rocosos son los hábitats predominantes en el área, tanto en la zona intermareal como submareal. Para elaborar el presente informe se ha utilizado la información sobre el estado de las comunidades intermareales en el año 2014 (situación previa a la entrada en funcionamiento de la EDAR), en el año 2015 (periodo en el que el efluente proveniente de la EDAR era vertido en el arroyo Erroxape) y durante el periodo 2016-2022 (con el funcionamiento del emisario submarino).

Esta información ha sido utilizada en el presente informe para realizar una interpretación más precisa de los resultados obtenidos en la Campaña 2022. Por otra parte, para evaluar la evolución del estado ecológico de las comunidades intermareales de acuerdo a Directiva Marco del Agua 200/60/CE (DMA) también se ha incluido el periodo 2014-2022.

5.1.1. Red de vigilancia y estrategia de muestreo

La red de muestro se localiza en el tramo de costa comprendido entre Punta Tonpoi (Bermeo) y Punta Santa Catalina (Mundaka) (Fig. 5.1). Se diferenciaron 4 sectores: Tonpoi (TO), Talaípe (TA), Lameropunte (LA), y Mundaka (MU). En cada sector se estudiaron 2 estaciones separadas entre sí por varias decenas de metros (50 m-150 m), y en cada una de ellas se seleccionaron aleatoriamente 3 áreas, separadas al menos 3 m. Finalmente, en cada área se establecieron 3 superficies (0,4 m x 0,4 m) o unidades muestrales (Fig. 5.2). Se estudiaron las comunidades de la zona intermareal (dos niveles: +1,2 m y +0,75 m) y de la zona submareal (-5 m profundidad). En el Sector Mundaka solo se estudió la zona intermareal. Como resultado, se muestrean anualmente un total de 144 superficies en la zona intermareal (2014-2022) y 54 en la zona submareal (2017-2022).

Los 4 sectores se encuentran en un área potencialmente afectada por el vertido del efluente de la EDAR de Lamiaran (Tonpoi: localizado a 600 m del punto de vertido; Talaípe: 500 m; Lameropunte: 700 m; Mundaka: 1.900m) (Tabla 5.1). Las campañas fueron anuales, en verano, periodo con mayor estrés ambiental para las comunidades bentónicas. Dicho estrés viene generado tanto por la mayor carga del vertido, como por las condiciones ambientales naturales de mayor irradiancia, temperatura y estratificación de la columna de agua.



Figura 5.1. Plan de Vigilancia de la EDAR de Lamiaran (Bermeo). Detalle de la localización de los sectores para el estudio del bentos de sustrato duro: Tonpoi (TO), Talaípe (TA), Lameropunte (LA) y Mundaka (MU), y de las dos estaciones (1; 2) muestreadas en la zona intermareal (I) y submareal (S) de cada uno de ellos. (*) En el Sector Mundaka solo se estudió la zona intermareal. TOS1N: nueva estación submareal de Tonpoi desde 2021.

SECTOR	Estación	Código Estación	Nivel	Distancia (m)	UTMX	UTMY
TONPOI	Estación 1	BER_BD_TOI1	Intermareal	720	522477	4808152
	Estación 2	BER_BD_TOI2		575	522635	4808137
TALAIPE	Estación 1	BER_BD_TAI1	Intermareal	525	522652	4808012
	Estación 2	BER_BD_TAI2		530	522651	4807974
LAMEROPUNTE	Estación 1	BER_BD_LAI1	Intermareal	690	523458	4807358
	Estación 2	BER_BD_LAI2		730	523559	4807374
MUNDACA	Estación 1	BER_BD_MUI1	Intermareal	1890	524345	4806501
	Estación 2	BER_BD_MUI2		1930	524387	4806489
TONPOI	Estación 1	BER_BD_TOS1	Submareal	720	522489	4808207
	Estación 2	BER_BD_TOS2		535	522692	4808227
	Estación 1N	BER_BD_TOS1N		550	522688	4808158
TALAIPE	Estación 1	BER_BD_TAS1	Submareal	380	522862	4808115
	Estación 2	BER_BD_TAS2		360	522811	4807971
LAMEROPUNTE	Estación 1	BER_BD_LAS1	Submareal	615	523250	4807205
	Estación 2	BER_BD_LAS2		700	523618	4807453

Tabla 5.1. Estaciones de muestreo de las comunidades bentónicas de sustrato duro del entorno del vertido del efluente de la EDAR de Lamiaran. Se indica la distancia respecto al punto de descarga, así como sus coordenadas UTM (ETRS89) y nivel batimétrico.

En cada superficie de muestreo se estimó la abundancia de macrófitos (Rhodophyta, Chlorophyta, Ochrophyta), e invertebrados (Mollusca, Arthropoda, Porifera, Bryozoa, Cnidaria, Echinodermata, Annelida, Tunicata, Phoronida, Nemertina y Sipuncula) mediante una estima visual de su cobertura (1-100 %).

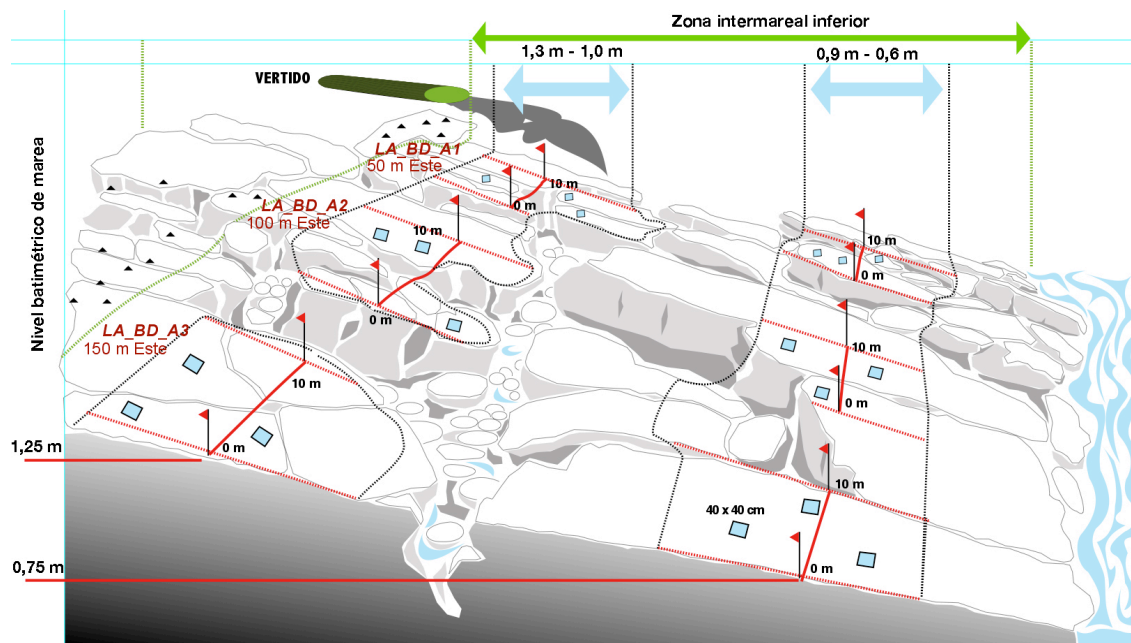


Figura 5.2. Esquema de la disposición de las superficies de muestreo (40 cm x 40 cm) en cada una de las estaciones estudiadas.

5.1.2. Variables biológicas estudiadas

La especies que no pudieron ser identificadas en el campo fueron recolectadas para su posterior identificación en el laboratorio. Entre la bibliografía utilizada para la identificación de las algas destacan los trabajos de: Feldmann-Mazoyer, 1940; Gayral, 1958, 1966; van den Hoek, 1963; Ardré, 1970; Dixon e Irvine, 1977; Irvine, 1983; Koeman, 1985; Fletcher, 1987; Burrows, 1991; Nizamuddin, 1991; Maggs y Hommersand, 1993; Irvine y Chamberlain, 1994; Coppejans, 1995. Los trabajos consultados para la identificación de las especies faunísticas fueron: Burton, 1963; Zariquiey, 1968; Fauvel, 1969; Tebble, 1976; Ryland y Hayward, 1977; Lincoln, 1979; Borja, 1983; Graham, 1988; Ingle, 1993; Cornelius, 1995.

Tras la recopilación y revisión de los datos, éstos se organizaron en tablas Excel con el fin de hallar las medidas estadísticas descriptivas (promedios y medidas de dispersión) de las variables estudiadas, así como para la representación gráfica de las mismas. Junto a la composición específica y la abundancia relativa de las especies, y con objeto de evaluar estado ecológico de las comunidades, se calcularon las siguientes variables:

- Cobertura algal y animal media.
- Porcentaje de cobertura de grupos morfo-funcionales de algas. Los datos de cobertura de las especies de macroalgas fueron agregados en 3 tipos morfológicos: algas calcáreas (especies articuladas e incrustantes), formas simples (uniseriadas, polisifonadas, foliosas no corticadas y ligeramente corticadas: córtex con dos capas) y algas morfológicamente complejas (algas corticadas: córtex con más de dos capas, más macrófitos correosos).
- Estrategias tróficas de la fauna. Los datos de cobertura de invertebrados fueron agregados en las siguientes categorías tróficas: suspensívoros, detritívoros, herbívoros, omnívoros y carnívoros.

- Diversidad específica. Para cada estación de muestreo se calcularon la riqueza específica (S) y la densidad media de especies (número medio de especies por superficie de muestreo: 40 cm x 40 cm).

5.1.3. Tratamiento estadístico de los datos

A los datos recogidos en el campo se aplicaron técnicas multivariantes con el fin de describir, identificar y valorar diferencias espacio-temporales en las comunidades bentónicas. Para ello, se realizaron análisis de clasificación y análisis de ordenación nMDS (non-metric multidimensional scaling) sobre la base de una matriz de similitud de Bray-Curtis. La rutina SIMPER (análisis de porcentaje de similitud) se aplicó para identificar las especies que más contribuyen a las diferencias detectadas. Tanto los análisis multivariantes como las medidas de diversidad y tests univariantes se realizaron con el programa estadístico PRIMER v6 (Clarke y Gorley, 2006) que incluye el paquete PERMANOVA+add-on (Anderson et al., 2008).

5.1.4. Valoración del estado ecológico de las comunidades

La Directiva Marco del Agua 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (DMA) establece un marco comunitario cuya finalidad es proteger, mejorar y regenerar las aguas superficiales continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas. Los indicadores de calidad biológicos (BQEs) determinados por la DMA para valorar el estado ecológico (EcoQ) de las aguas costeras incluyen fitoplancton, macroalgas, angiospermas y macroinvertebrados. La aplicación de la DMA implica el cálculo de un ratio de calidad ecológica (EQR) que oscila entre 0 (peor estado) y 1 (mejor estado) capaz de clasificar las masas de agua en 5 estados diferentes: Malo, Deficiente, Moderado, Bueno y Muy Bueno.

La evaluación del estado ecológico de las comunidades intermareales se llevó a cabo mediante el índice RICQI de sus siglas en inglés *Rocky Intertidal Community Quality Index*, a partir de la metodología desarrollada por Díez et al. (2012a). Esta metodología aborda conjuntamente la valoración de dos indicadores de calidad biológica (BQEs): macroalgas e invertebrados de sustrato rocoso.

Este índice se basa en la diferente estructura de las comunidades según 5 grados de alteración determinados y en el valor que alcanzan ciertas características de la comunidad en cada uno de los niveles de alteración. Las métricas que constituyen el índice son (Tabla 5.2): 1) especies indicadoras (SpBio), 2) riqueza específica (R), 3) abundancia de algas de morfología compleja (MCA) y 4) abundancia animal (FC). El término SpBio consta a su vez de los indicadores ESS (similitud con cinco comunidades de referencia) y PC (presencia del género *Cystoseira*). El término R consta a su vez de los indicadores Ra (riqueza de especies de algas) y Rf (riqueza de especies de fauna). Por último, el término FC está compuesto por tres métricas: 1) Pf (proporción de fauna con respecto al bentos), 2) Ch (cobertura de herbívoros) y 3) Cs (cobertura de suspensívoros). La expresión matemática del índice RICQI es el modelo aditivo de las 4 métricas:

$$\text{RICQI} = \text{SpBio} (\text{ESS} + \text{PC}) + \text{R} (\text{Ra} + \text{Rf}) + \text{MCA} + \text{FC} (\text{Pf} + \text{Ch} + \text{Cs})$$

Tras la decisión de la Comisión Europea, notificada con el número C(2018) 696, de la intercalibración del índice, los límites de EQR que definen las clases de estado son los siguientes: Muy bueno/Bueno = 0,82; Bueno/Moderado = 0,60; Moderado/Deficiente = 0,40; Deficiente/Malo = 0,20.

MÉTRICAS Y PUNTUACIÓN DEL ÍNDICE RICQI					
SpBio (máx. 0,5)			MCA (máx. 0,2)		
SM	Valor	PC	Valor	MCA	Valor
Deficiente	0,1	Presente	0	0-15 %	0,05
Pobre	0,2	Ausente	-0,05	>15-30 %	0,10
Moderado	0,3			>30-45 %	0,15
Bueno	0,4			>45 %	0,20
Muy Bueno	0,5				
R (máx. 0,15)			FC (máx. 0,15)		
Ra	Valor	Rf	Valor	Pf	Valor
0-10	0,02	0-5	0	0-5 %	0,03
>10-20	0,04	>5-10	0,01	>5-10 %	0,05
>20-30	0,06	>10-15	0,02	>10-15 %	0,04
>30-40	0,08	>15-20	0,03	>15-20 %	0,02
>40	0,10	>20-25	0,04	>20-25 %	0,01
		>25	0,05	>25 %	0
				Ch	Valor
				0-5 %	0
				>5 %	0,05
				Cs	Valor
				≤0-5 %	0,05
				>10 %	0

Tabla 5.2. Sistema de puntuación del índice RICQI y asignación del ratio de calidad ecológica (EQR) y del estado ecológico correspondiente.

En el caso de las comunidades submareales, no se ha desarrollado hasta la fecha ningún índice oficial para clasificar el estado ecológico en aguas del Mar Cantábrico. Siguiendo las indicaciones de la DMA, la clasificación de las comunidades submareales se ha realizado mediante el juicio de experto. Para ello, en la presente memoria, se ha tomado como información de referencia de las comunidades submareales no alteradas de la costa vasca los estudios realizados por Díez et al. (2014) y Bustamante et al. (2014) para las macroalgas e invertebrados, respectivamente.

Para evaluar el estado ecológico del bentos submareal del área de estudio se han seleccionado variables biológicas relacionadas con el estado de madurez de las comunidades. Dichas variables son: cobertura algal (Ca); abundancia de algas complejas (MCA); abundancia de algas calcáreas (CA); riqueza de especies de macroalgas con cobertura > 1 % (Ra*); densidad de especies de macroalgas con cobertura > 1 % (Da*); riqueza de especies de invertebrados (Rf); densidad de especies de invertebrados (Df). Finalmente, se ha calculado un ratio de calidad basado en una media ponderada de estas variables.

$$\text{EQR-Flo} = (\text{Ca} * 0,5 + \text{MCA} * 3 + \text{CA} * 0,5 + \text{Ra} + \text{Da} * 2) / 5;$$

$$\text{EQR-Fa} = (\text{Rf} + \text{Df} * 10) / 2$$

$$\text{EQR-Bent} = ((\text{EQR-Flo} * 1,2) + \text{EQR-Fa}) / 2$$

siendo los límites de EQR que definen las clases de estado: Muy bueno $\geq 0,80$; Bueno $\geq 0,60$; Moderado $\geq 0,30$; Deficiente $\geq 0,15$; Malo = 0 - 0,14.

5.2. MACROALGAS: RESULTADOS

En este apartado se exponen los principales resultados obtenidos en el estudio de la vegetación intermareal y submareal del tramo de costa comprendido entre Punta Tonpoi (Bermeo) y Punta Santa Catalina (Mundaka). Se analiza y describe la estructura y composición de las comunidades fitobentónicas (zona intermareal: periodo 2014-2022; zona submareal: periodo 2017-2022). En el Anexo quedan recogidos los inventarios (listado de especies visualizadas con sus respectivas abundancias en términos de cobertura) y las tablas de cobertura media de las especies registradas en cada estación de muestreo y nivel batimétrico. Asimismo, se incluye una lista de los taxones de algas registrados. En el anexo fotográfico se puede observar el aspecto y características de la vegetación bentónica estudiada.

5.2.1. Sector Tonpoi

5.2.1.1. Flora Intermareal

En la Tabla 23 (Anexo) se muestra la cobertura media por estación de las especies registradas durante el periodo 2019-2022 en el Sector Tonpoi. Considerando el Sector Tonpoi en su conjunto, se registraron 80 especies en 2022. La especie más abundante era *Ellisolandia elongata*. Con coberturas significativamente inferiores, otras especies presentes (>2 %) en la vegetación fueron: *Bifurcaria bifurcata*, *Ericaria selaginoides*, *Halopteris scoparia*, *Colpomenia peregrina*, *Chondracanthus teedei*, *Osmundea pinnatifida*, *Chondracanthus acicularis*, *Ulva rigida*, *Mesophyllum lichenoides*, *Vertebrata fruticulosa*, *Jania rubens*, *Ceramium ciliatum* y *Ceramium echionotum*.

Los valores de cobertura de las especies de algas en función de los dos niveles de marea estudiados durante el periodo 2019-2022 se recogen en la Tabla 24 (Anexo).

Considerando la campaña de 2022, la vegetación del nivel más alto (+1,2 m) de la Estación 1 estaba dominada por la calcárea articulada *Ellisolandia elongata* (Anexo, Tabla 24). Las especies perennes acompañantes más abundantes (cobertura >2 %) eran *Bifurcaria bifurcata* y *Caulacanthus ustulatus*. La cobertura de las especies incrustantes era testimonial. El epífito anual más abundante era *Colpomenia peregrina*. En el nivel inferior (+0,75 m) las especies más abundantes eran la calcárea *Ellisolandia elongata* y el macrófito de gran porte *Bifurcaria bifurcata*. Otras especies perennes epilíticas presentes (cobertura >2 %) fueron *Chondracanthus teedei*, *Halopteris scoparia*, *Pterosiphonia complanata*, *Cladostephus spongiosus* y *Chondracanthus acicularis*. También crecían especies incrustantes (*Mesophyllum lichenoides*) y epífitos, tanto anuales como perennes: *Ceramium ciliatum*, *Jania rubens*, *Acrosorium ciliolatum*, *Plocamium cartilagineum* y *Ceramium echionotum*.

En la Estación 2, la vegetación del nivel más alto (+1,2 m) también estaba dominada por la calcárea articulada *Ellisolandia elongata* (Anexo, Tabla 24). Las especies perennes acompañantes (cobertura >2 %) eran *Osmundea pinnatifida*, *Chondracanthus acicularis*, *Caulacanthus ustulatus* y *Laurencia obtusa*. Las especies incrustantes más abundantes eran *Lithophyllum incrustans* y *Ralfsia verrucosa*. Entre los epífitos anuales más abundantes se encontraban *Colpomenia peregrina*, *Ulva rigida*, *Sphacelaria rigidula*, *Cladophora lehmanniana*, *Ceramium echionotum*, *Ulva prolifera* y *Sphacelaria cirrosa*. En el nivel inferior (+0,75 m), las especies más abundantes eran la calcárea *Ellisolandia elongata*, seguida de *Ericaria selaginoides*. Otras especies perennes con coberturas superiores al 2 % fueron *Halopteris*

scoparia, *Bifurcaria bifurcata*, *Chondracanthus teedei*, *Cladostephus spongiosus*, *Jania rubens*, *Chondracanthus acicularis* y *Pterosiphonia complanata*. También crecían especies incrustantes, tanto calcáreas (*Mesophyllum lichenoides*, *Lithophyllum incrustans*) como no calcáreas (*Codium adhaerens*, *Zanardinia typus*). Las especies anuales más abundantes eran *Vertebrata fruticulosa*, *Ceramium ciliatum* y *Heterosiphonia japonica*.

Las diferencias espaciales entre estaciones y su variación a lo largo del tiempo fueron exploradas mediante análisis multivariantes (Fig. 5.3). En ambas estaciones, la vegetación intermareal presentaba una clara zonación vertical, es decir, presentaba diferencias en función del nivel de marea, tal como refleja el diagrama resultante (Fig. 5.3). El Grupo A reúne a los inventarios del nivel superior (+1,2 m) y el Grupo B a los inventarios del nivel inferior (+0,75 m). Las principales diferencias entre grupos son la mayor cobertura de *Ellisolandia elongata*, *Laurencia obtusa*, *Colpomenia peregrina* y *Caulacanthus ustulatus* en el Grupo A y de *Bifurcaria bifurcata*, *Cladostephus spongiosus*, *Ericaria selaginoides*, *Halopteris scoparia*, *Pterosiphonia complanata*, *Jania rubens*, *Chondracanthus teedei*, *Zanardinia typus* y *Mesophyllum lichenoides* en el Grupo B. En ambos grupos se aprecian diferencias entre las 2 estaciones, principalmente en el nivel intermareal inferior.

En el nivel superior, y considerando el promedio de las campañas, las principales diferencias en cuanto a especies perennes entre ambas estaciones son la mayor cobertura de *Ellisolandia elongata* en la Estación 1 y de *Laurencia obtusa* en la Estación 2. En cuanto al nivel inferior de marea, las principales diferencias entre estaciones son que en la Estación 1 la vegetación presenta una cobertura superior de *Ellisolandia elongata* y *Bifurcaria bifurcata*, mientras que en la Estación 2 son más abundantes *Ericaria selaginoides*, *Cladostephus spongiosus* y *Halopteris scoparia*.

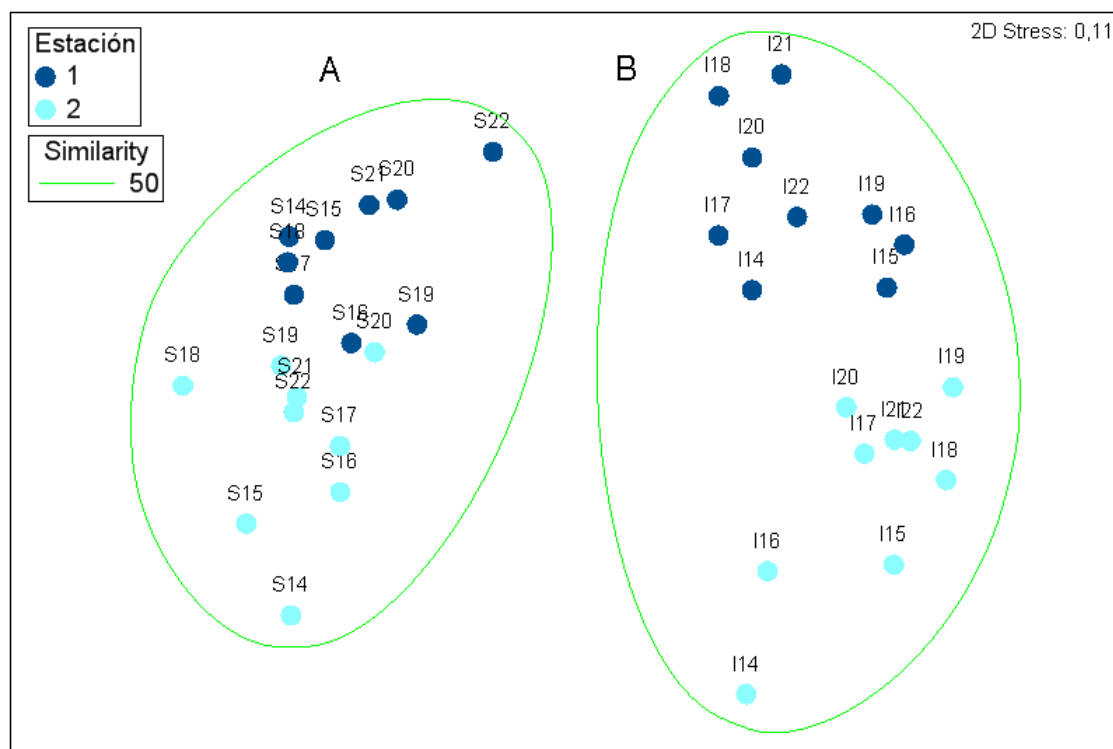


Figura 5.3. Análisis de ordenación nMDS de los inventarios promedio de la vegetación intermareal de Tonpoi para cada año (periodo 2014-2022) y estación de muestreo de la zona intermareal. S: Nivel +1,2 m; I: Nivel +0,75 m; Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

En cuanto a los cambios detectados entre 2021 y 2022 en la cobertura de las especies de la vegetación intermareal del Sector Tonpoi, éstos pueden enmarcarse dentro de la variabilidad natural de las poblaciones. El principal cambio es la disminución de *Ellisolandia elongata* en la Estación 1, parcialmente compensada con el aumento experimentado en la Estación 2.

5.2.1.2. Flora submareal

Considerando el Sector Tonpoi en su conjunto, se registraron 54 especies en 2022. Entre ellas las más abundantes fueron las calcáreas *Ellisolandia elongata* y *Mesophyllum lichenoides*, y la ceramiácea *Ceramium ciliatum* (Anexo, Tabla 25). Otras especies con coberturas significativas (>5 %) fueron *Codium decorticatum*, *Zanardinia typus*, *Aphanocladia stichidiosa*, *Sargassum vulgare*, *Lithophyllum incrustans* y *Desmarestia ligulata*. Desde el punto de vista de la estructura espacial de las comunidades, la principal característica de la vegetación era la ausencia de copa, es decir, la ausencia o bajas coberturas de algas de gran porte.

Las 2 estaciones de muestreo presentaban ciertas diferencias en 2022 en cuanto a la abundancia relativa de las especies (Anexo, Tabla 25). Tal y como se indica en el apartado de metodología de la presente memoria, la Estación 1 del Sector Tonpoi fue sustituida en 2021 por una nueva estación: Estación 1N. La especie más abundante en la Estación 1N era la calcárea *Ellisolandia elongata* seguida de *Mesophyllum lichenoides*, *Ceramium ciliatum*, *Sargassum vulgare* y *Aphanocladia stichidiosa*. Otras especies con abundancias moderadas (3-10 %) eran *Lithophyllum incrustans*, *Zanardinia typus*, *Codium decorticatum*, *Desmarestia ligulata*, *Jania rubens*, *Heterosiphonia japonica* y *Gayliella flaccida*. En la Estación 2, la especie más abundante también era la calcárea *Ellisolandia elongata*. Otras especies con abundancias moderadas (3-15 %) eran *Mesophyllum lichenoides*, *Ceramium ciliatum*, *Codium decorticatum*, *Zanardinia typus*, *Aphanocladia stichidiosa* y *Desmarestia ligulata*.

Las diferencias espacio-temporales en el periodo 2017-2022 fueron analizadas mediante un análisis multivariable nMDS (Fig. 5.4). En el diagrama se observa cómo la variabilidad espacio-temporal de la vegetación de la Estación 1 durante el periodo 2017-2020 fue elevada, y cómo ésta presentaba diferencias significativas con respecto a la vegetación de la Estación 2. Las muestras de la nueva estación, Estación 1N, se sitúan en el diagrama junto con el grupo de las muestras de la Estación 2, reflejando una mayor similitud con respecto a éstas que con las de la Estación 1.

De acuerdo a la rutina SIMPER las especies que más contribuyen a las diferencias entre ambos grupos son la mayor abundancia de *Lithophyllum incrustans*, *Chondria coerulescens*, *Microcladia glandulosa* y *Halopteris filicina* en el grupo de los inventarios de la antigua Estación 1, y la mayor abundancia de *Ellisolandia elongata*, *Mesophyllum lichenoides*, *Gayliella flaccida*, *Gelidium spinosum*, *Ceramium ciliatum*, *Heterosiphonia japonica*, *Zanardinia typus*, *Falkenbergia rufolanosa*, *Aphanocladia stichidiosa*, *Jania rubens* y *Gelidium comeum* en el otro grupo.

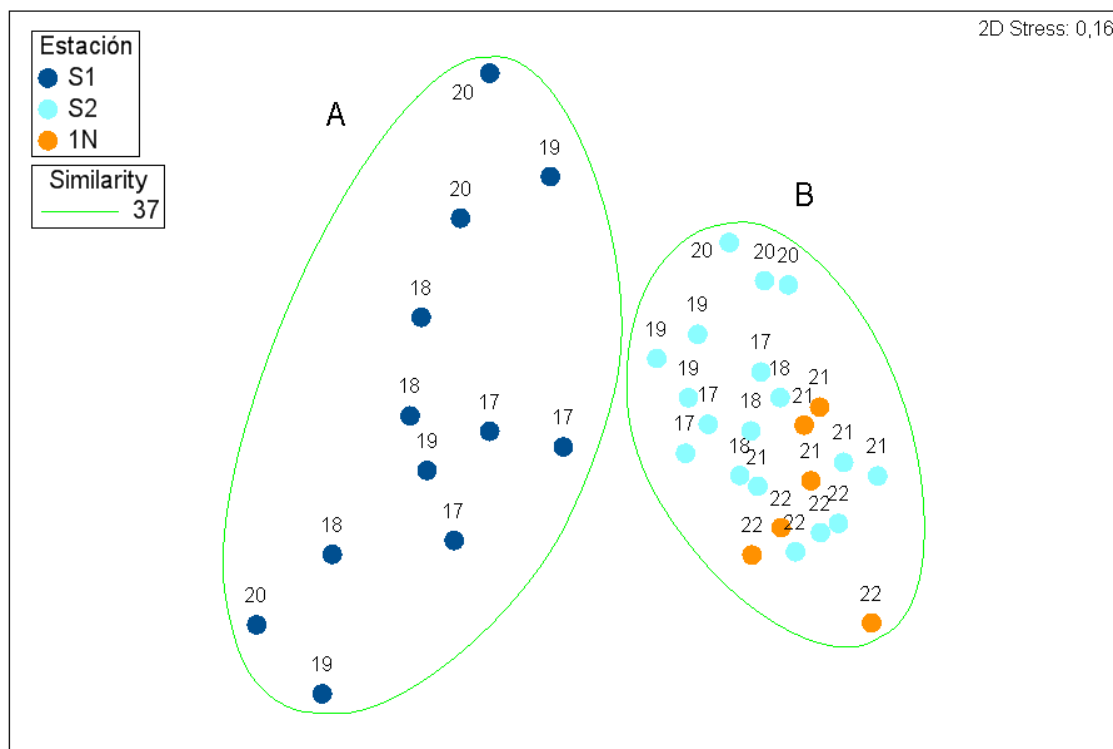


Figura 5.4. Análisis de ordenación nMDS de los inventarios promedio para los años (2017: 17; 2018: 18; 2019: 19; 2020: 20; 2021: 21; 2022: 22), estaciones de muestreo (Estación 1: S1; Estación 2: S2; Nueva Estación: 1N) y tres áreas de la zona submareal del Sector Tonpoi. Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

En el diagrama nMDS (Fig. 5.4) se puede apreciar cómo los inventarios de la Estación 2 y de la Estación 1N presentan en general desplazamientos leves entre los años 2021 y 2022, lo cual es reflejo de que la vegetación ha permanecido bastante estable. Únicamente una muestra que corresponde al Área I de la Estación 1N muestra un desplazamiento más acusado, debido a la ausencia de *Ellisolandia elongata* y la presencia de *Desmarestia ligulata*.

5.2.2. Sector Talaípe

5.2.2.1. Flora intermareal

En la Tabla 26 (Anexo) se muestra la cobertura media por estación de las especies registradas durante el periodo 2019-2022 en el Sector Talaípe. Considerando el Sector Talaípe en su conjunto, se registraron 75 especies en 2022. La especie dominante era *Ellisolandia elongata*. Con abundancias significativamente inferiores, otras especies presentes (>2 %) en la vegetación fueron: *Ericaria selaginoides*, *Mesophyllum lichenoides*, *Chondracanthus acicularis*, *Ceramium echionotum*, *Bifurcaria bifurcata* y *Ulva rigida*.

Los valores de cobertura de las especies de algas en función de los dos niveles de marea estudiados durante el periodo 2019-2022 se recogen en la Tabla 27 (Anexo).

Considerando la campaña de 2022, la vegetación del nivel más alto (+1,2 m) de la Estación 1 estaba dominada por la calcárea articulada *Ellisolandia elongata* (Anexo, Tabla 27). Entre las especies perennes erectas, únicamente *Halopteris scoparia* presentaba una cobertura superior al 2 %. Las especies incrustantes con mayor recubrimiento eran

Lithophyllum incrustans y *Mesophyllum lichenoides*. Los epífitos anuales *Ceramium echionotum* y *Ulva rigida* eran los más abundantes. En el nivel inferior (+0,75 m) también era dominante la calcárea *Ellisolandia elongata*, mientras que el macrófito de gran porte *Ericaria selaginoides* presentaba coberturas moderadas. Las especies perennes erectas con cobertura superior al 2 % fueron *Chondracanthus acicularis*, *Pterocladia capillacea* y *Pterosiphonia complanata*. La especie incrustante *Mesophyllum lichenoides* presentaba coberturas moderadas y la especie anual más abundante era *Ceramium echionotum*.

En la Estación 2 (Anexo, Tabla 27), la vegetación del nivel más alto (+1,2 m) también estaba dominada por la calcárea articulada *Ellisolandia elongata*. Las únicas especies perennes erectas con cobertura superior al 2 % eran *Chondracanthus acicularis* y *Laurencia obtusa*. El alga parda incrustante *Ralfsia verrucosa* formaba manchas aisladas. Entre los epífitos anuales más abundantes se encontraba *Ulva rigida*, *Ceramium echionotum* y *Ceramium ciliatum*. En el nivel inferior (+0,75 m) las especies más abundantes eran la calcárea *Ellisolandia elongata*, seguida del macrófito *Ericaria selaginoides*. Otros macrófitos perennes presentes fueron *Chondracanthus acicularis*, *Bifurcaria bifurcata* y *Calliblepharis jubata*. También crecían especies incrustantes (*Mesophyllum lichenoides*), mientras que entre los epífitos de carácter anual cabe mencionar a *Ceramium ciliatum*, *Champia parvula*, *Ceramium echionotum*, *Ceramium secundatum* y *Falkenbergia rufolanosa*. La calcárea articulada *Jania rubens*, de carácter perenne, crecía epífita y epilítica.

Las diferencias espaciales entre estaciones y su variación a lo largo del tiempo fueron analizadas mediante análisis multivariantes (Fig. 5.5). El diagrama resultante del análisis nMDS refleja cómo la vegetación intermareal presentaba una clara zonación vertical en ambas estaciones, es decir, presentaba diferencias en función del nivel de marea.

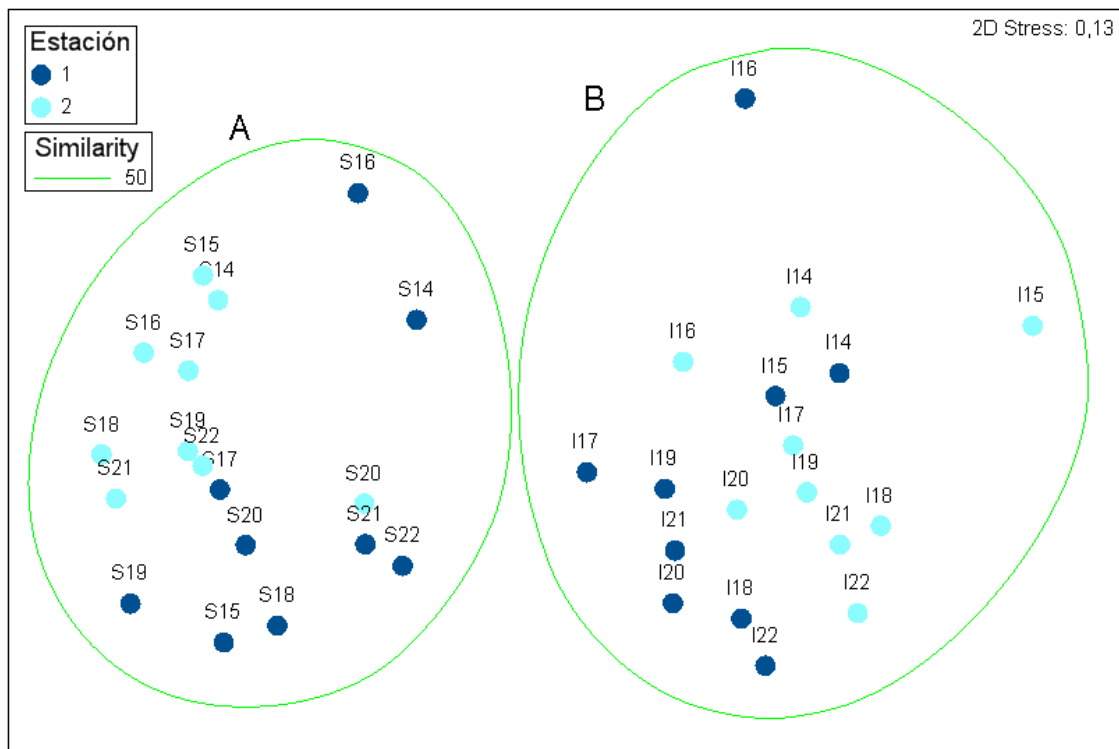


Figura 5.5. Análisis de ordenación nMDS de los inventarios promedio de la vegetación intermareal de Talaipe para cada año (periodo 2014-2022) y estación de muestreo de la zona intermareal. S: Nivel +1,2 m; I: Nivel +0,75 m; Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

El Grupo A reúne a los inventarios del nivel superior (+1,2 m) y el Grupo B a los inventarios del nivel inferior (+0,75 m). Las principales diferencias entre ambos grupos son la mayor cobertura de *Laurencia obtusa*, *Ceramium echionotum*, *Ralfsia verrucosa*, *Sphacelaria rigidula*, *Lithophyllum incrustans*, *Caulacanthus ustulatus*, *Ellisolandia elongata*, *Colpomenia peregrina* y *Ulva rigida* en el Grupo A, y de *Ericaria selaginoides*, *Mesophyllum lichenoides*, *Bifurcaria bifurcata*, *Halopteris scoparia*, *Jania rubens*, *Hypnea musciformis*, *Zanardinia typus* y *Chondracanthus acicularis* en el Grupo B.

Las diferencias (considerando el promedio 2014-2022) entre estaciones de muestreo en relación a la vegetación del nivel superior son leves, presentando la Estación 1 valores de cobertura más altos de *Ceramium echionotum*, *Lithophyllum incrustans*, *Ceramium ciliatum* y *Halopteris scoparia*, mientras que en la Estación 2 *Laurencia obtusa*, *Colpomenia peregrina*, *Sphacelaria rigidula*, *Ralfsia verrucosa* y *Ulva rigida* son más abundantes. Las diferencias con respecto al nivel inferior son más notables, siendo las coberturas de *Ericaria selaginoides*, *Bifurcaria bifurcata*, *Chondracanthus acicularis* y *Gelidium attenuatum* superiores en la Estación 2, y las de *Ellisolandia elongata*, *Lithophyllum incrustans* y *Halopteris scoparia* menores.

En cuanto a los cambios detectados entre 2021 y 2022 en la cobertura de las especies de la vegetación intermareal del Sector Talaipe, éstos pueden enmarcarse dentro de la variabilidad natural de las poblaciones, siendo en todos los casos de pequeña magnitud. El macrófito *Ericaria selaginoides*, el más sensible a la contaminación entre los que componen la vegetación, ha aumentado levemente en ambas estaciones.

5.2.2.2. Flora submareal

Considerando el Sector Talaipe en su conjunto, se registraron 48 especies en 2022. Entre ellas las más abundantes fueron las calcáreas *Ellisolandia elongata* y *Mesophyllum lichenoides* (Anexo, Tabla 28). Otras especies con coberturas significativas (>4 %) fueron *Chondracanthus acicularis*, *Halopteris scoparia*, *Aglaothamnion cordatum*, *Zanardinia typus*, *Jania rubens* y *Ericaria selaginoides*. Desde el punto de vista de la estructura espacial de las comunidades, la principal característica de la vegetación era la ausencia de copa, es decir, la ausencia o bajas coberturas de algas de gran porte.

Las 2 estaciones de muestreo presentaban leves diferencias en 2022 en cuanto a la abundancia relativa de las especies (Anexo, Tabla 28). Las especies más abundantes en la Estación 1 eran *Ellisolandia elongata*, seguida de *Mesophyllum lichenoides*. Otras especies con abundancias moderadas (3-10 %) eran *Halopteris scoparia*, *Chondracanthus acicularis*, *Zanardinia typus*, *Jania rubens*, *Taonia atomaria*, *Aglaothamnion cordatum*, *Ericaria selaginoides* y *Pterosiphonia complanata*. En la Estación 2, las especies más abundantes también eran *Ellisolandia elongata* y *Mesophyllum lichenoides*, aunque en este caso las dos especies eran codominantes. Otras especies con coberturas moderadas (>3 %) eran las especies del estrato basal *Chondracanthus acicularis*, *Aglaothamnion cordatum*, *Jania rubens*, *Dictyota dichotoma* y *Cladostephus spongiosus*, algunos macrófitos de gran porte como *Ericaria selaginoides* y *Halopithys incurva*, y el alga parda del estrato incrustante *Zanardinia typus*.

Las diferencias espacio-temporales en el periodo 2017-2021 fueron analizadas mediante análisis multivariables. En el nMDS resultante (Fig. 5.6) se observa cómo la variabilidad, tanto espacial como temporal, ha sido significativamente superior en la Estación 2. Se

detectan dos grupos a un nivel de similitud de 50 % en el diagrama. En estos grupos se aprecia cómo las muestras de ambas estaciones quedan separadas durante el periodo 2017-2020, y cómo a partir de 2021 las muestras de la Estación 2 quedan agrupadas con las de la Estación 1. Las principales diferencias entre ambos grupos son la mayor abundancia de *Mesophyllum lichenoides*, *Ellisolandia elongata*, *Chondracanthus acicularis*, *Aglaothamnion cordatum*, *Halopithys incurva*, *Aphanocladia stichidiosa* y *Zanardinia typus* en el Grupo A; mientras que en el Grupo B presentan una mayor cobertura las algas *Cladostephus spongiosus*, *Lithophyllum incrustans*, *Herposiphonia tenella*, *Falkenbergia rufolanosa*, *Heterosiphonia japonica*, *Jania rubens*, *Trailiella intricata* y *Sphaerococcus coronopifolius*.

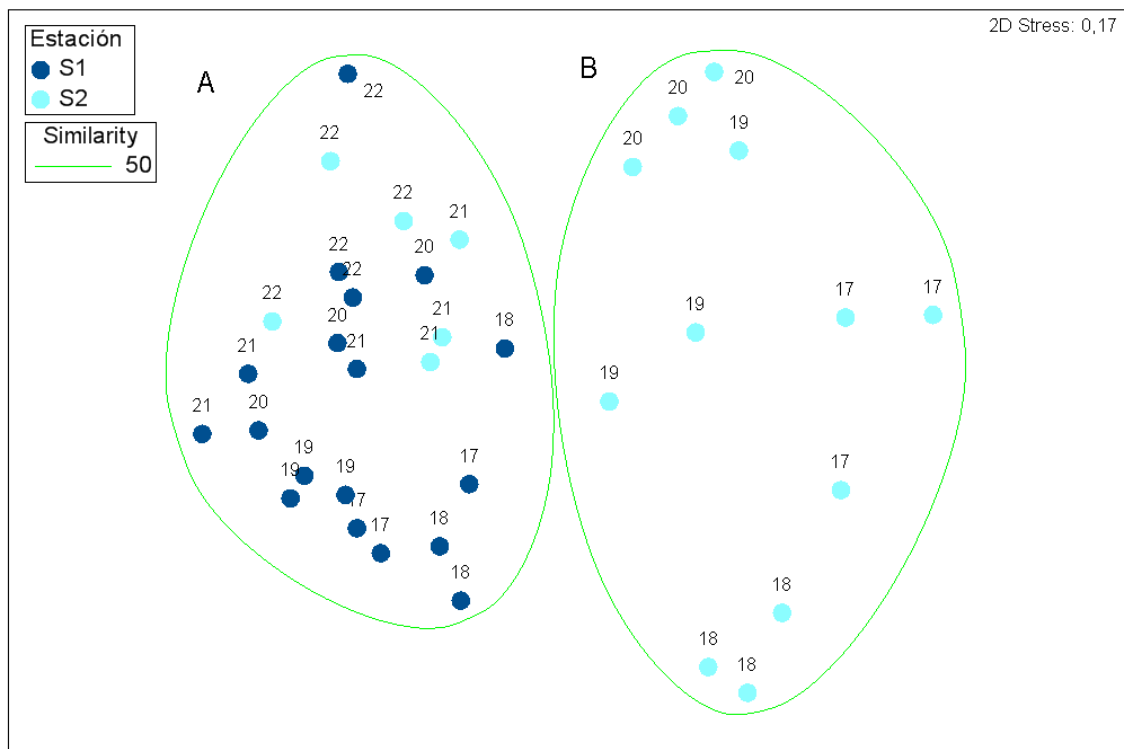


Figura 5.6. Análisis de ordenación nMDS de los inventarios promedio para los años (2017: 17; 2018: 18; 2019: 19; 2020: 20; 2021: 21; 2022: 22), estaciones de muestreo (Estación 1: S1; Estación 2: S2) y tres áreas de la zona submareal del Sector Talaípe. Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

Considerando el bienio 2021-2022, las muestras de las dos estaciones presentan leves desplazamientos que reflejan cambios en la vegetación. En la Estación 1 han aumentado *Halopteris scoparia*, *Ellisolandia elongata*, *Jania rubens* y *Taonia atomaria*, y han disminuido *Mesophyllum lichenoides* y *Ceramium echionotum*. En la Estación 2 ha aumentado *Chondracanthus acicularis*, y en menor medida *Dictyota dichotoma*, *Mesophyllum lichenoides* y *Halopithys incurva*, mientras que *Hypnea musciformis*, *Zanardinia typus*, *Sphaerococcus coronopifolius* y *Ericaria selaginoides* han disminuido. Son cambios de pequeña magnitud interpretables dentro de la propia variabilidad natural de las comunidades.

5.2.3. Sector Lameropunte

5.2.3.1. Flora intermareal

En la Tabla 29 (Anexo) se muestra la cobertura media por estación de cada especie registrada durante el periodo 2019-2022 en el Sector Lameropunte. Considerando el Sector Lameropunte en su conjunto, se registraron 45 especies en 2022. La especie más abundante era *Ellisolandia elongata*. Con coberturas significativamente inferiores, otras especies presentes (>2 %) en la vegetación fueron: *Lithophyllum incrustans*, *Ceramium echionotum*, *Gelidium pulchellum*, *Ceramium botryocarpum*, *Colpomenia peregrina* y *Ceramium ciliatum*.

Los valores de cobertura de las especies de algas en función de los dos niveles de marea estudiados durante el periodo 2019-2022 se recogen en la Tabla 30

Considerando la campaña de 2022, la vegetación del nivel más alto (+1,2 m) de la Estación 1 estaba dominada por la calcárea articulada *Ellisolandia elongata* (Anexo, Tabla 30). Las especies perennes acompañantes más abundantes (cobertura >2 %) eran las rodofíceas *Gelidium pulchellum* y *Caulacanthus ustulatus*, y el alga incrustante *Lithophyllum incrustans*. Entre los epífitos anuales más abundantes se encontraban *Ceramium echionotum*, *Ulva rigida* y *Colpomenia peregrina*. En el nivel inferior (+0,75 m) la composición de la vegetación era similar. La especie más abundante era *Ellisolandia elongata*, y las especies con coberturas superiores al 2 % eran *Gelidium pulchellum*, *Ceramium echionotum*, *Colpomenia peregrina*, *Lithophyllum incrustans* y *Chondracanthus acicularis*.

En la Estación 2 (Anexo, Tabla 30), la vegetación del nivel más alto (+1,2 m) estaba dominada por la calcárea articulada *Ellisolandia elongata*. La especie perenne acompañante más abundante (>2 %) era el alga incrustante *Lithophyllum incrustans*. Entre los epífitos anuales más abundantes se encontraban *Ceramium echionotum* y *Ceramium ciliatum*. En el nivel inferior (+0,75 m) la especie dominante también era la calcárea *Ellisolandia elongata*. El alga incrustante *Lithophyllum incrustans* formaba manchas conspicuas. Entre los epífitos anuales más abundantes se encontraban *Ceramium botryocarpum*, *Ceramium echionotum*, *Ceramium ciliatum*, *Asparagopsis armata* y *Colpomenia peregrina*.

Las diferencias espaciales entre estaciones y su variación a lo largo del tiempo fueron analizadas mediante un análisis multivariable de ordenación nMDS (Fig. 5.7). La vegetación intermareal no presentaba una zonación vertical tan clara como la observada en los sectores de Tonpoi y Talaípe, es decir, las diferencias de la vegetación entre los niveles de mareas eran menores, especialmente en la Estación 1. El Grupo A reúne inventarios de la Estación 1 y el Grupo B a los inventarios de la Estación 2 junto con 5 muestras de la Estación 1. Las principales diferencias entre ambos grupos son la mayor cobertura de *Bachelotia antillarum*, *Ulva* sp., *Gelidium pusillum*, *Ulva rigida*, *Tiffaniella capitata* y *Codium fragile* en el Grupo A, y de *Ellisolandia elongata*, *Lithophyllum incrustans*, *Ceramium echionotum*, *Mesophyllum lichenoides*, *Gelidium pulchellum* y *Ceramium botryocarpum* en el Grupo B.

El desplazamiento de los inventarios promedio de 2021 y de 2022 (niveles superior e inferior) de la Estación 1 del Grupo A al Grupo B en el nMDS (Fig. 5.7) refleja un significativo cambio estructural en la vegetación de esa estación. El aumento de *Ellisolandia*

elongata, que ha alcanzado en 2022 una cobertura de 63 %, es muy positivo desde el punto de vista ecológico e indica una mejora de la calidad ambiental del entorno de las comunidades. Se espera que la zonación vertical de las dos estaciones se vaya definiendo progresivamente a medida que avance el proceso de recuperación de la vegetación.

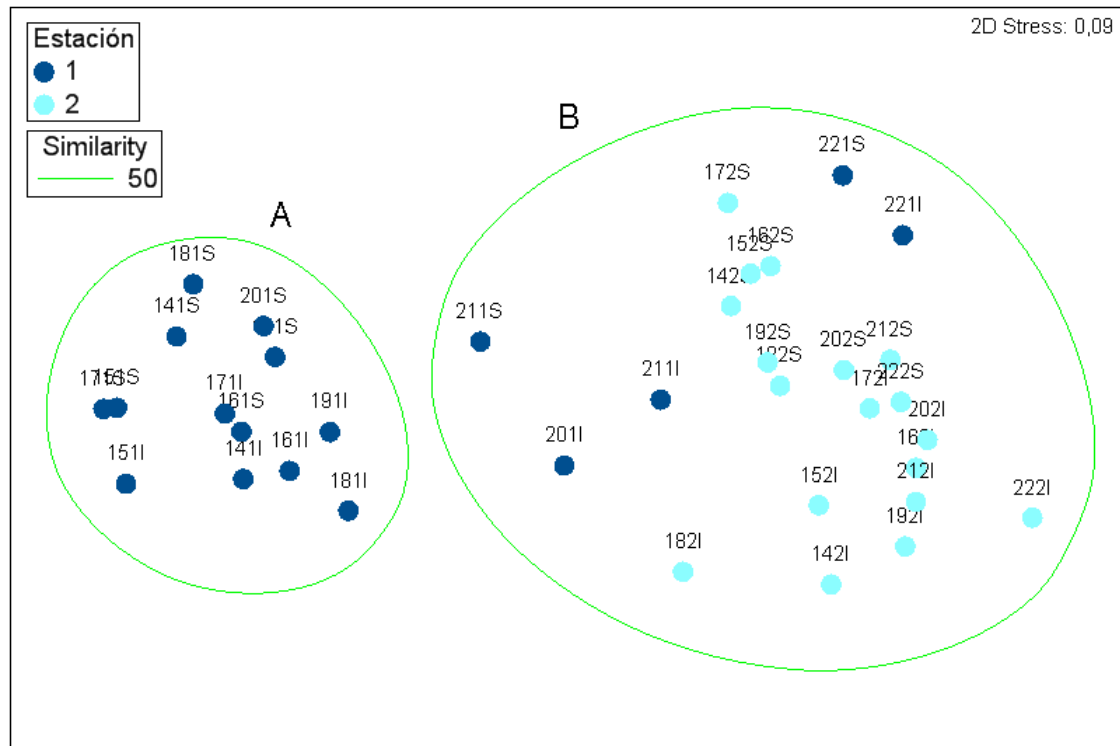


Figura 5.7. Análisis de ordenación nMDS de los inventarios promedio de la vegetación intermareal de Lameropunte para cada año (período 2014-2022) y estación de muestreo de la zona intermareal. S: Nivel +1,2 m; I: Nivel +0,75 m; Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

Los cambios detectados entre 2021 y 2022 en la cobertura de las especies de la vegetación intermareal del Sector Lameropunte han tenido lugar principalmente en la Estación 1, donde además del aumento de *Ellisolandia elongata*, se han detectado incrementos positivos de *Lithophyllum incrustans* y *Gelidium pulchellum*, así como de epífitos anuales típicos de costa abierta (*Colpomenia peregrina*, *Ceramium echionotum*). La vegetación de la Estación 2 se mantiene relativamente estable, con cambios moderados en *Ellisolandia elongata* que ha disminuido y *Lithophyllum incrustans* que ha aumentado, los cuales no suponen un cambio estructural de la vegetación.

5.2.3.2. Flora submareal

Considerando el Sector Lameropunte en su conjunto, el alga perenne dominante de la vegetación submareal en 2022 era la calcárea *Mesophyllum lichenoides* (Anexo, Tabla 31). Otras algas con cobertura moderadas (10-15 %) fueron *Ellisolandia elongata* y *Zanardinia typus*. Con abundancias inferiores (3-10 %), otras especies presentes en la vegetación eran *Lithophyllum incrustans*, *Aglaothamnion cordatum*, *Gayliella flaccida*, *Gelidium comeum*, *Codium fragile*, *Ulva pseudocurvata*, *Microcladia glandulosa* y *Codium vermilara*. Desde el punto de vista de la estructura espacial de las comunidades, la principal característica de la

vegetación eran las bajas coberturas de macroalgas perennes de gran porte, es decir, la ausencia de la copa bien desarrollada.

Las 2 estaciones de muestreo presentaban ciertas diferencias en 2022 en cuanto a la abundancia relativa de las especies (Anexo, Tabla 31). La especie más abundante en la Estación 1 era *Mesophyllum lichenoides*. Otras especies con abundancias moderadas (5-25 %) eran *Ellisolandia elongata*, *Aglaothamnion cordatum*, *Zanardinia typus*, *Codium vermilara*, *Gelidium corneum*, *Codium fragile* y *Microcladia glandulosa*. En la Estación 2, la especie más abundante también era *Mesophyllum lichenoides*, pero con una cobertura significativamente inferior. Otras especies con coberturas moderadas (5-15 %) eran las especies del estrato basal *Gayliella flaccida*, *Ulva pseudocurvata* y *Heterosiphonia japonica*, algunos macrófitos de mayor porte como *Gelidium corneum* y *Codium fragile*, y las algas del estrato incrustante *Lithophyllum incrustans* y *Zanardinia typus*.

Las diferencias espacio-temporales (periodo 2017-2022) de la vegetación submareal fueron analizadas mediante un análisis multivariable de ordenación nMDS. En el diagrama resultante (Fig. 5.8) la distancia existente entre las muestras de cada estación refleja los cambios que viene experimentando su vegetación en el tiempo. Se aprecia una clara discontinuidad entre ambas estaciones que indica que su vegetación ha mantenido diferencias significativas a lo largo del estudio.

En el diagrama nMDS (Fig. 5.8) se observa cómo la variabilidad, tanto espacial como temporal, es significativamente superior en la Estación 2 (Grupo B). La dispersión de sus muestras refleja marcadas diferencias entre las áreas de estudio, así como entre años. Por el contrario, la similitud entre las áreas de la Estación 1 (Grupo A) es más consistente, a excepción del año 2018, en el que una de las áreas mostró diferencias notables.

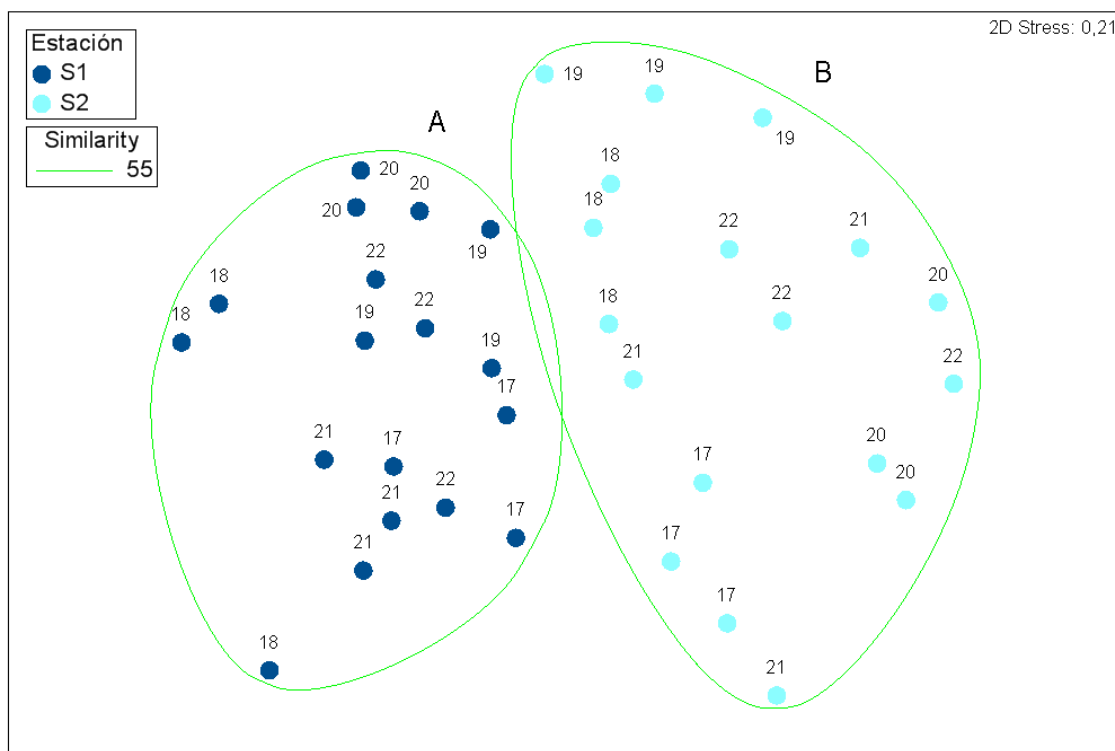


Figura 5.8. Análisis de ordenación nMDS de los inventarios promedio para los años (2017: 17; 2018: 18; 2019: 19; 2020: 20; 2021: 21; 2022: 22), estaciones de muestreo (Estación 1: S1; Estación 2: S2) y tres áreas de la zona submareal del Sector Lameropunte. Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

Considerando los años 2021 y 2022, las muestras de las dos estaciones presentan desplazamientos que reflejan cambios en la vegetación. En la Estación 1 han aumentado *Codium vermilara* y *Codium fragile*, y han disminuido *Ellisolandia elongata* y *Gelidium comeum*. En la Estación 2 han aumentado *Lithophyllum incrustans* y *Gayliella flaccida*, mientras que *Ellisolandia elongata* y *Zanardinia typus* han disminuido. Son cambios de pequeña magnitud interpretables dentro de la propia variabilidad natural de las comunidades.

5.2.4. Sector Mundaka

5.2.4.1. Flora intermareal

En la Tabla 32 (Anexo) se muestra la cobertura media por estación de las especies registradas durante el periodo 2019-2022 en el Sector Mundaka. Considerando el Sector Mundaka en su conjunto, se registraron 67 especies en 2022. La especie más abundante era *Ellisolandia elongata*. Con coberturas significativamente inferiores, otras especies presentes (>2 %) en la vegetación fueron: *Chondracanthus acicularis*, *Osmundea pinnatifida*, *Ceramium ciliatum*, *Colpomenia peregrina*, *Halopteris scoparia*, *Ericaria selaginoides*, *Lithophyllum incrustans*, *Pterocladia capillacea*, *Mesophyllum lichenoides*, *Ulva rigida*, *Laurencia obtusa* y *Ceramium echionotum*.

Los valores de cobertura de las especies de algas en función de los dos niveles de marea estudiados durante el periodo 2019-2022 se recogen en la Tabla 33 (Anexo).

Considerando la campaña de 2022, la vegetación del nivel más alto (+1,2 m) de la Estación 1 estaba dominada por la calcárea articulada *Ellisolandia elongata* (Anexo, Tabla 33). Entre las especies perennes erectas, *Chondracanthus acicularis*, *Osmundea pinnatifida*, *Laurencia obtusa* y *Caulacanthus ustulatus* presentaban una cobertura superior al 2 %. La calcárea *Lithophyllum incrustans* era la especie incrustante con cobertura más alta. Los epífitos anuales más abundantes eran *Ceramium ciliatum*, *Falkenbergia rufolanosa*, *Ulva rigida* y *Colpomenia peregrina*. En el nivel inferior (+0,75 m) también era dominante la calcárea *Ellisolandia elongata*. Las especies perennes erectas presentes con cobertura superior al 2 % eran *Chondracanthus acicularis*, *Pterocladia capillacea*, *Halopteris scoparia* y *Gelidium spinosum*. La calcárea incrustante *Mesophyllum lichenoides* crecía principalmente sobre los frondes de *Ellisolandia elongata*. Entre las especies epífitas anuales, la rodofícea *Ceramium ciliatum* presentaba coberturas elevadas, en torno al 15 % y *Ulva rigida* alcanzaba el 2 % de recubrimiento.

En la Estación 2 (Anexo, Tabla 33), la vegetación del nivel más alto (+1,2 m) también estaba dominada por la calcárea articulada *Ellisolandia elongata*. Las especies perennes acompañantes más abundantes eran *Osmundea pinnatifida* y *Laurencia obtusa*. Ninguna especie incrustante superaba el 2 % de cobertura. Entre los epífitos anuales más abundantes se encontraban *Colpomenia peregrina*, *Ceramium echionotum* y *Ulva rigida*. En el nivel inferior (+0,75 m) la especie más abundante era la calcárea *Ellisolandia elongata*, seguida de las algas *Ericaria selaginoides*, *Halopteris scoparia*, *Pterocladia capillacea*, *Bifurcaria bifurcata*, *Pterosiphonia complanata*, *Jania rubens*, *Chondracanthus acicularis* y *Cladostephus spongiosus*. También crecían especies incrustantes (*Codium adhaerens*) y epífitas, siendo las más abundantes *Asparagopsis armata*, *Ceramium ciliatum*, *Vertebrata fruticulosa* y *Ulva rigida*.

Las diferencias espaciales entre estaciones y su variación a lo largo del tiempo fueron analizadas mediante análisis multivariantes (Fig. 5.9). En el diagrama resultante del análisis de ordenación nMDS, se detecta que la estructura espacial y los cambios temporales de la vegetación intermareal son diferentes entre estaciones.

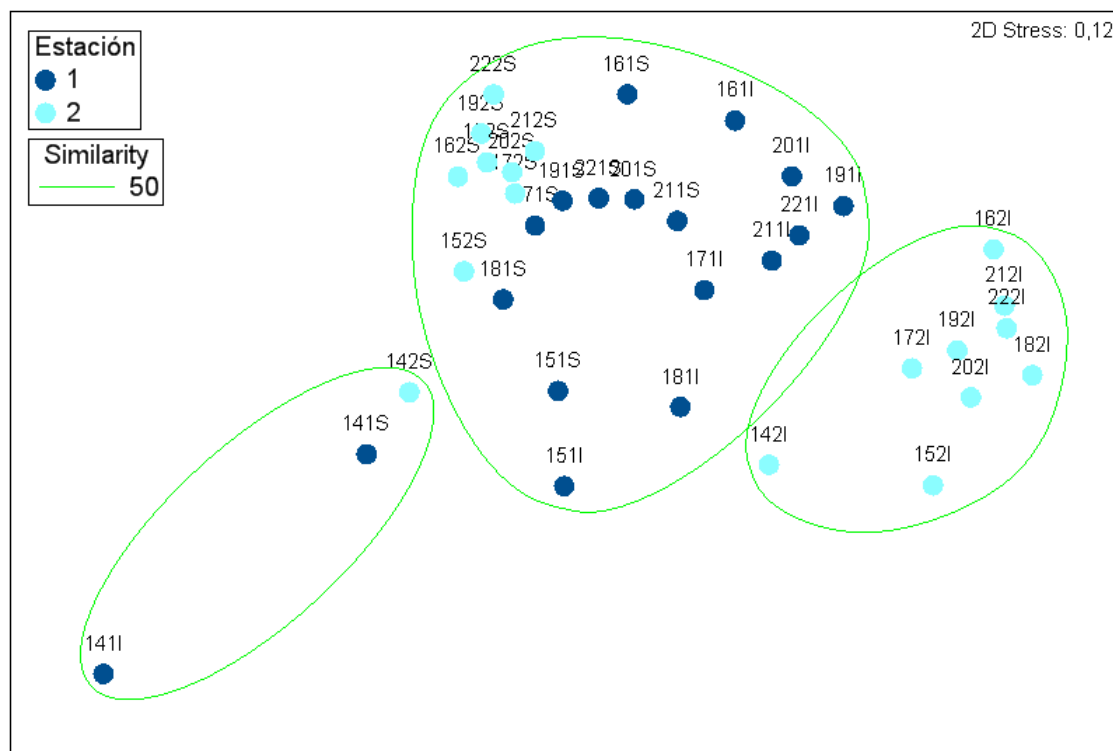


Figura 5.9. Análisis de ordenación nMDS de los inventarios promedio de la vegetación intermareal de Mundaka para cada año (periodo 2014-2022) y estación de muestreo de la zona intermareal. S: Nivel +1,2 m; I: Nivel +0,75 m; Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

Tal como cabe esperar en zonas no afectadas por perturbaciones antrópicas, la vegetación de la Estación 2 presenta una marcada zonación vertical, lo cual queda reflejado en el nMDS (Fig. 5.9), donde los inventarios de los niveles superior e inferior se encuentran separados y agrupados en sendos grupos. El diagrama refleja ciertos cambios temporales en la vegetación. Así los inventarios promedio de la Estación 1 del año 2014 y el del nivel superior de la Estación 2 de este mismo año quedan separados en un grupo. Ello se debe a la elevada presencia de clorófitas, *Gelidium pusillum* y *Caulacanthus ustulatus* en el nivel superior, y de *Gelidium pusillum* y *Derbesia tenuissima* en el nivel inferior, especies que disminuyeron en las siguientes campañas. La vegetación de la Estación 1 no presenta una zonación vertical tan definida como la observada en la Estación 2. No obstante, se detectan cambios temporales significativos que reflejan una progresiva recuperación de las comunidades de esta estación, que estuvo hasta 2014 bajo la influencia de un vertido. El nivel de similitud de la vegetación del nivel inferior con respecto a la Estación 2 ha aumentado desde un 31 % en 2014 hasta un 61,3 % en 2022. Este resultado queda reflejado en el nMDS (Fig. 5.9), donde las muestras de las últimas 4 campañas (2019, 2020, 2021 y 2022) se aproximan a las muestras del nivel inferior de la Estación 2. Estos resultados reflejan la existencia de un proceso de recuperación de la vegetación de la Estación 1 en los dos niveles intermareales estudiados, de tal manera que las comunidades de ambas estaciones se parecen cada vez más.

5.2.5. Diferencias espacio-temporales de la vegetación bentónica

5.2.5.1. Parámetros estructurales de la vegetación intermareal

La evolución de la riqueza de especies durante el periodo 2014-2022 en el área de estudio se muestra en la Figura 5.10. Considerando específicamente el último bienio 2021-2022, la riqueza específica en el Sector Tonpoi aumenta notablemente en la Estación 1 (30 vs 40 especies y 38 vs 47 especies, en el nivel superior e inferior, respectivamente), mientras que en la Estación 2 los cambios en los dos niveles de marea son leves (34 vs 32; 57 vs 58 especies). Los cambios de la riqueza de especies en el Sector Talaipe también son en su mayoría positivos. En el nivel intermareal inferior (+0,75 m) de las dos estaciones se detecta un aumento (Estación 1: 44 vs 46 especies; Estación 2: 47 vs 55). Con respecto al nivel superior (+1,2 m), la riqueza aumenta en la Estación 1 (37 vs 45) y disminuye levemente en la Estación 2 (39 vs 37). En el entorno de Lameropunte se detectan aumentos en los dos niveles intermareales de la Estación 1 (23 vs 28 especies; 29 vs 37 especies), mientras que en la Estación 2 (29 vs 29 especies; 28 vs 26 especies) este parámetro permanece relativamente estable. La riqueza de especies disminuye de forma notable en el Sector Mundaka en su conjunto. En la Estación 1 solo se detecta un descenso en el nivel superior (43 vs 32 especies), mientras que el número total de especies registradas disminuye en los dos niveles de la Estación 2 (38 vs 26 especies; 51 vs 42 especies).

En cuanto a la densidad de especies de la vegetación intermareal (número medio de especies por superficie de muestreo: 40 cm x 40 cm), la evolución de este parámetro durante el periodo 2014-2022 se muestra en la Figura 5.11. Los resultados muestran que los cambios son en general positivos en el último bienio 2021-2022, registrándose descensos únicamente en el Sector Mundaka, aunque leves. En el Sector Tonpoi los incrementos son moderados tanto en la Estación 1 (nivel superior: 15,2 vs 18,6; nivel inferior: 19,7 vs 21,7) como en la Estación 2 (18,0 vs 20,7; 25,9 vs 31,2). En el Sector Talaipe la tendencia es similar. En la Estación 1 únicamente se observan cambios en el nivel superior (15,9 vs 19,2), mientras que en la Estación 2 se detectan aumentos en los dos niveles, especialmente en el inferior (20,2 vs 29,3). Los cambios de este parámetro en el Sector Lameropunte son leves y se observan solo en la Estación 1 (12,0 vs 15,0; 15,4 vs 17,2). En el Sector Mundaka la densidad de especies disminuye en el nivel superior de la Estación 1 (21,0 vs 18,6) y en los dos niveles de la Estación 2 (20,0 vs 16,8; 26,0 vs 22,8). Únicamente se registra un aumento en el nivel inferior de la Estación 1 (19,9 vs 21,4).

La cobertura acumulada por el conjunto de algas que componen la vegetación, la cobertura algal (Fig. 5.12), presenta descensos de pequeña magnitud en la mayoría de las estaciones para el periodo 2021-2022. Únicamente destaca el descenso detectado en las comunidades del nivel inferior de la Estación 1 del Sector Tonpoi (189,2 vs 147,3). Asimismo, cabe mencionar el aumento detectado en la vegetación del nivel inferior de la Estación 1 del Sector Talaipe (158,4 vs 187,7).

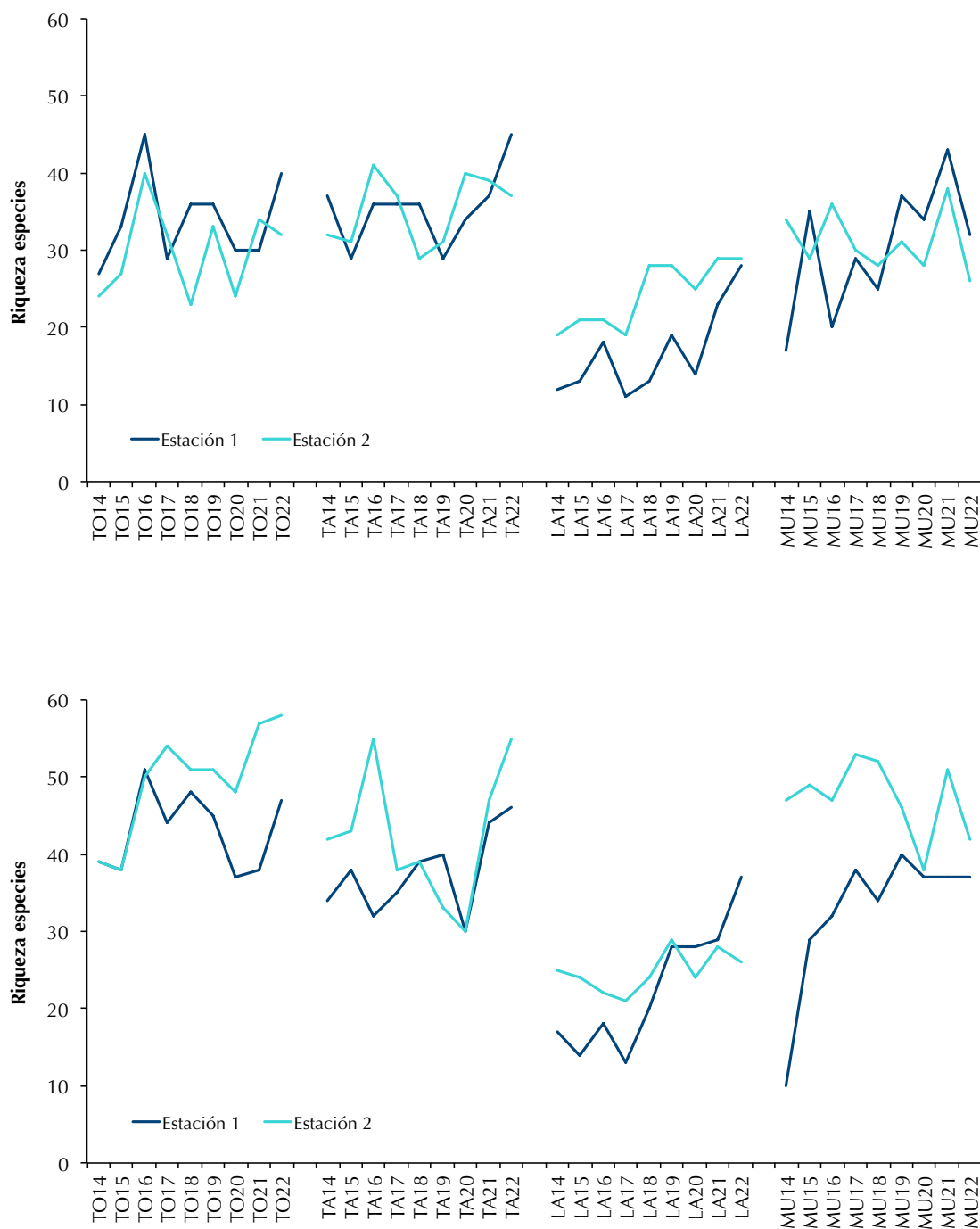


Figura 5.10. Número total de especies registradas en los niveles intermareales +1,2m (gráfico superior) e 0,75m (gráfico inferior) de las estaciones de los 4 sectores estudiados (Tonpoi; Talaip; Lameropunte; Mundaka) durante el periodo 2014-2022. En 2014 los inventarios del nivel inferior de la Estación 1 fueron realizados a una altura de +0,60 m.

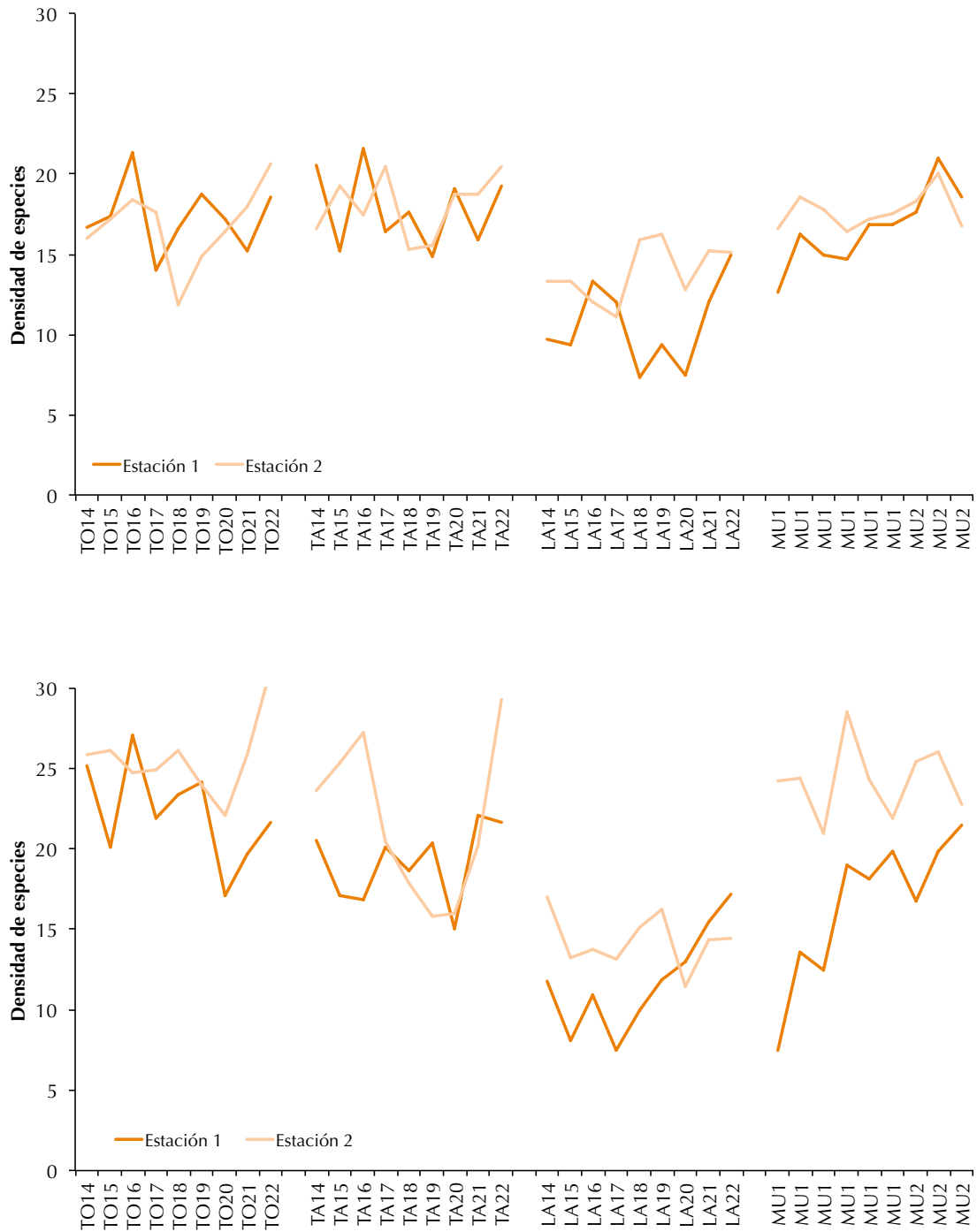


Figura 5.11. Densidad de especies (superficie: 40x40 cm) en los niveles intermareales +1,2m (gráfico superior) e 0,75m (gráfico inferior) de las estaciones de los 4 sectores estudiados (Tonpoi; Talaipe; Lameropunte; Mundaka) durante el periodo 2014-2022. En 2014 los inventarios del nivel inferior de la Estación 1 fueron realizados a una altura de +0,60 m.

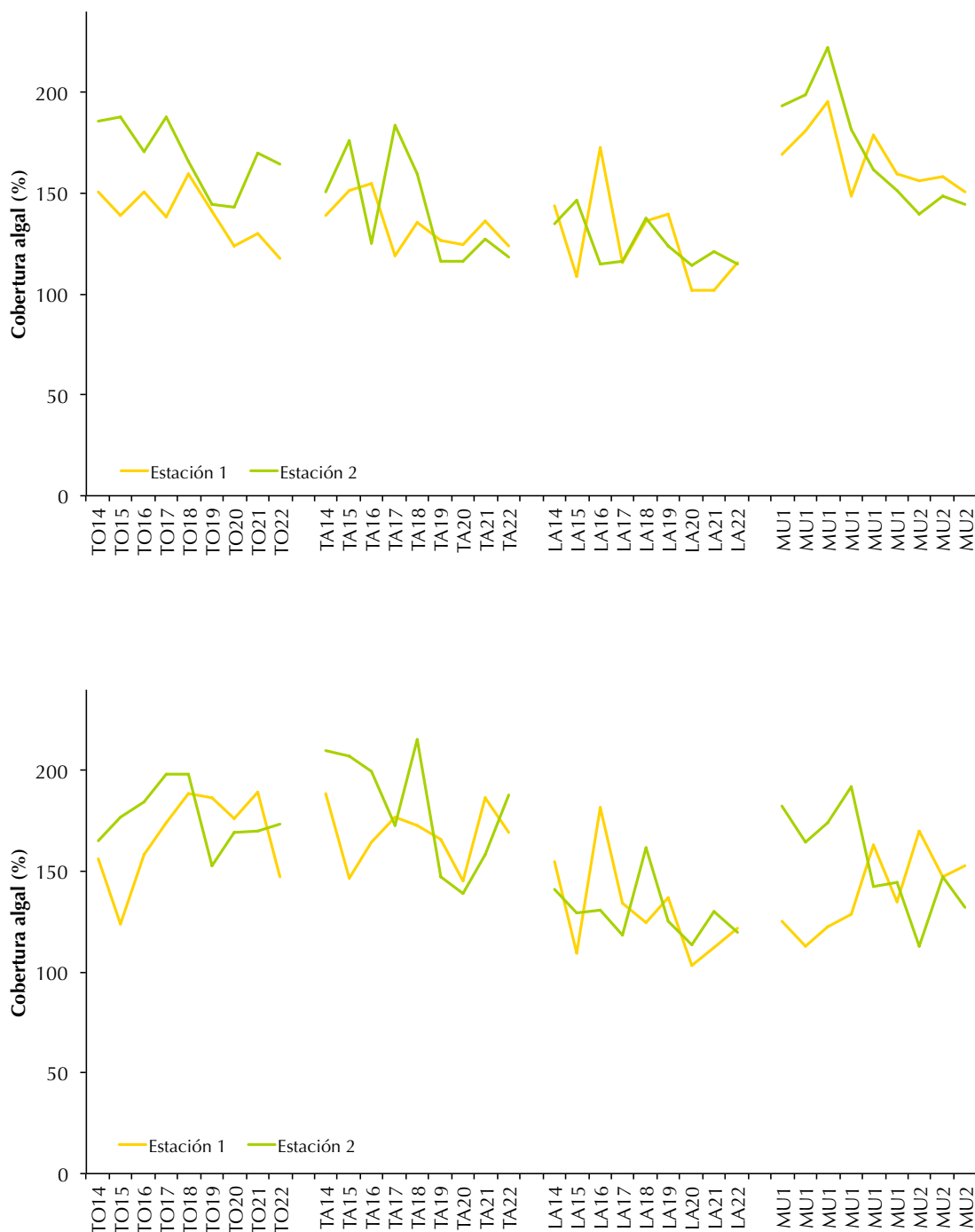


Figura 5.12. Promedio de la cobertura algal acumulada por el conjunto de macroalgas que forman la vegetación en los niveles intermareales +1,2m (gráfico superior) y 0,75m (gráfico inferior) de las estaciones de los 4 sectores estudiados (Tonpoi; Talaípe; Lameropunte; Mundaka) durante el periodo 2014-2022. En 2014 los inventarios del nivel inferior de la Estación 1 fueron realizados a una altura de +0,60 m.

Analizando los cambios de cobertura de las especies en función de su morfología (Figs. 5.13; 5.14; 5.15) se detecta una elevada variabilidad espacio-temporal considerando el área de estudio en su conjunto, tanto entre estaciones como entre los dos niveles intermareales estudiados.

En cuanto a la cobertura de las algas calcáreas (Figs. 5.13), se detectan cambios en el bienio 2021-2022 sin una tendencia generalizada, ni para el área de estudio, ni dentro de cada uno de los sectores. Con respecto al nivel superior, los resultados se describen a continuación: Sector Tonpoi (Estación 1: 97,2 % vs 83,3 %; Estación 2: 71,1 % vs 90,7 %); Sector Talaipe (Estación 1: 106,3 % vs 95,4 %; Estación 2: 85,3 % vs 84,7 %); Sector Lameropunte (Estación 1: 42,3 % vs 71,8 %; Estación 2: 96,4 % vs 93,0 %) y Sector Mundaka (Estación 1: 88,3 % vs 99,4 %; Estación 2: 79,6 % vs 81,9 %). En cuanto al nivel intermareal inferior, los cambios fueron: Sector Tonpoi (Estación 1: 94 % vs 65,3 %; Estación 2: 48,8 % vs 63,2 %); Sector Talaipe (Estación 1: 122,9 % vs 99,9 %; Estación 2: 69,1 % vs 78,4 %); Sector Lameropunte (Estación 1: 77,7 % vs 70,2 %; Estación 2: 97,2 % vs 80,9 %) y Sector Mundaka (Estación 1: 106,7 % vs 101,6 %; Estación 2: 47,3 % vs 56,2 %). Dado que las algas calcáreas presentan elevadas coberturas en el área de estudio, estos cambios pueden considerarse de magnitud leve. Únicamente es destacable el aumento en el nivel superior de la Estación 1 del Sector Lameropunte.

Las algas de morfología simple (Figs. 5.14) también han experimentado cambios en el bienio 2021-2022, con descensos de cobertura en la mayoría de los casos. Únicamente se detectan aumentos en el nivel inferior de Lameropunte y en el nivel inferior de la Estación 2 de Talaipe. Con respecto al nivel superior, los resultados se describen a continuación: Sector Tonpoi (Estación 1: 26,8 % vs 18,1 %; Estación 2: 89,4 vs 64,2 %), Sector Talaipe (Estación 1: 24,1 % vs 18,8 %; Estación 2: 37,2 % vs 27,8 %), Sector Lameropunte (Estación 1: 57,2 % vs 41,9 %; Estación 2: 23,1 % vs 21,0 %) y Sector Mundaka (Estación 1: 46,3 % vs 32,7 %; Estación 2: 66,3 % vs 60,2 %). En cuanto al nivel inferior los resultados son: Sector Tonpoi (Estación 1: 17,6 % vs 17,5 %; Estación 2: 31,6 vs 29,6 %), Sector Talaipe (Estación 1: 25,3 % vs 13,8 %; Estación 2: 13,6 % vs 26,6 %), Sector Lameropunte (Estación 1: 31,6 % vs 45,3 %; Estación 2: 31,9 % vs 38,0 %) y Sector Mundaka (Estación 1: 30,8 % vs 29,6 %; Estación 2: 41 % vs 27,9 %). Las algas de morfología simple se mantienen en el área de estudio con coberturas de bajas a moderadas.

En lo referente a la cobertura de especies de morfología compleja (Figs. 5.15), no se detecta una tendencia general en el área de estudio para el bienio 2021-2022. En el Sector Tonpoi disminuye en el nivel intermareal inferior (Estación 1: 77,6 % vs 64,4 %; Estación 2: 89,6 % vs 80,3 %) y aumenta en el nivel superior de la Estación 1 (6,0 % vs 16,2 %). En el Sector Talaipe se detecta un incremento positivo tanto en el nivel superior (Estación 1: 5,6 % vs 9,4 %; Estación 2: 4,7 % vs 6,2 %) como inferior (Estación 1: 38,4 % vs 55,7 %; Estación 2: 75,7 % vs 82,7 %). En el Sector Lameropunte, la cobertura de algas de morfología compleja se mantuvo con valores mínimos, pero se detecta un leve aumento en el nivel inferior de la Estación 2. En el Sector Mundaka, los cambios son de tendencia muy variable. Así, en el nivel inferior, donde los cambios han sido más destacables, la abundancia de algas complejas aumenta en la Estación 1 (9,6 % vs 21,5 %) y disminuye en la Estación 2 (59,1 % vs 47,6 %).

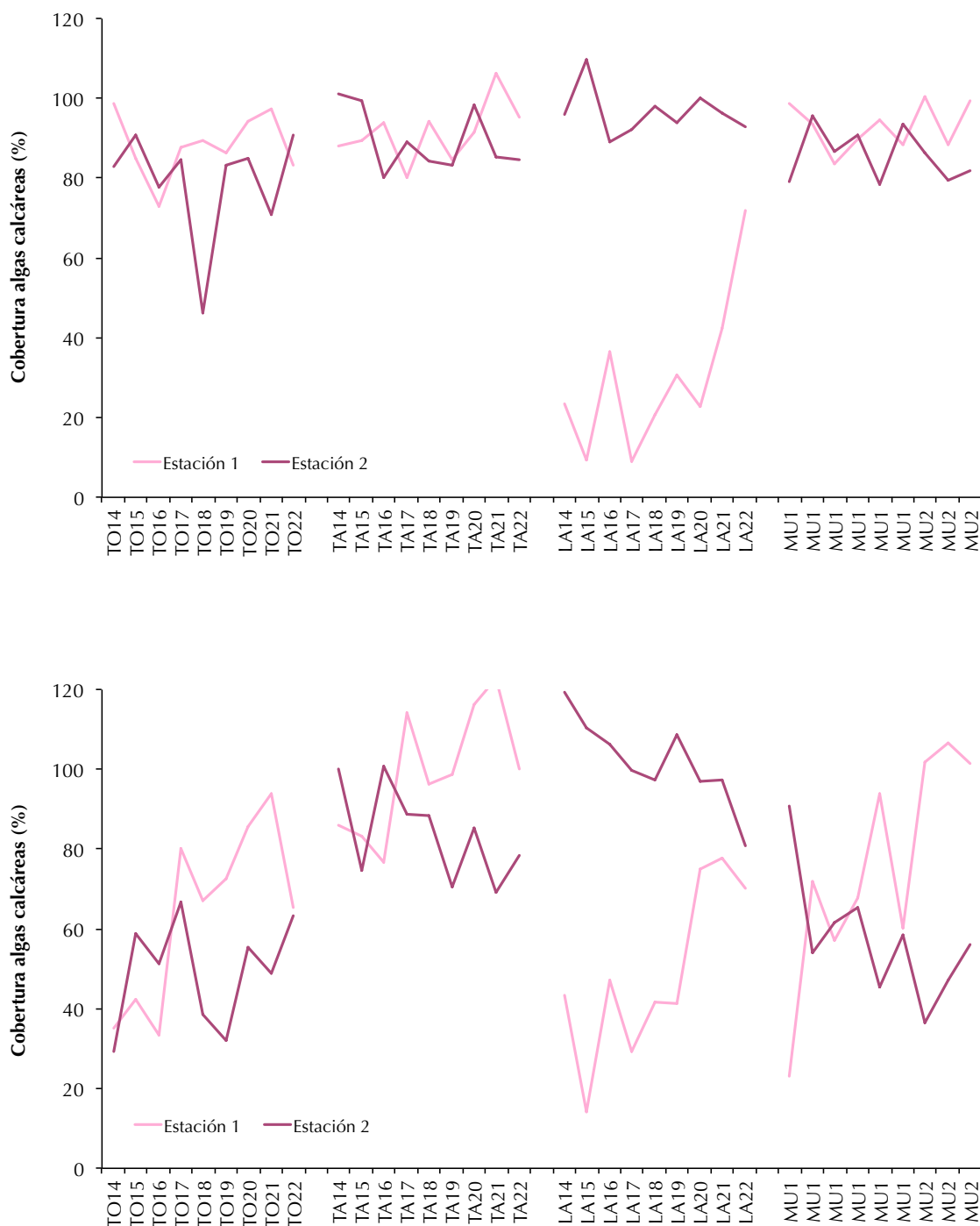


Figura 5.13. Promedio de la cobertura algal acumulada por el conjunto de macroalgas calcáreas de la vegetación en los niveles intermareales +1,2m (gráfico superior) y 0,75m (gráfico inferior) de las estaciones de los 4 sectores estudiados (Tonpoi; Talaípe; Lameropunte; Mundaka) durante el periodo 2014-2022. En 2014 los inventarios del nivel inferior de la Estación 1 fueron realizados a una altura de +0,60 m.

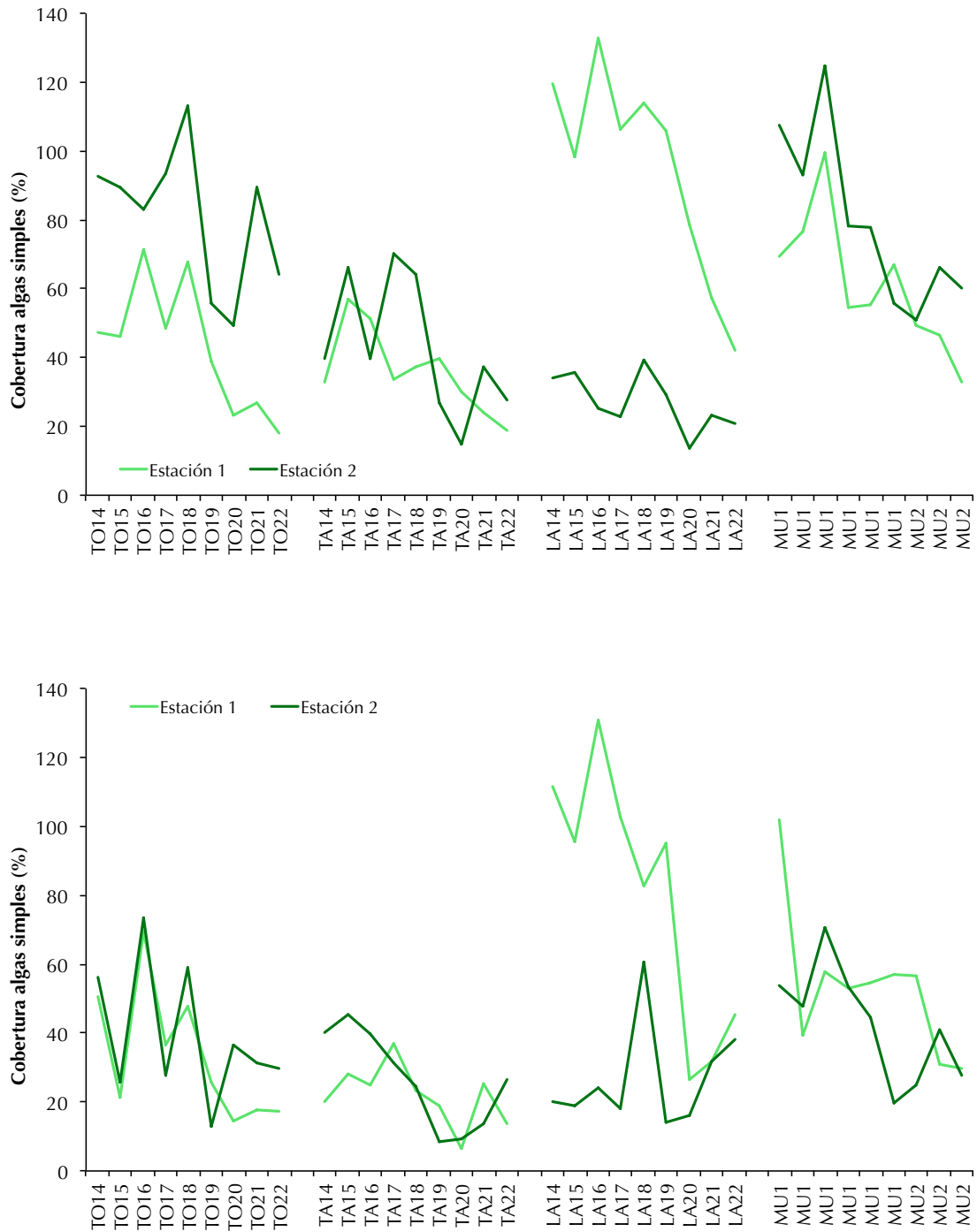


Figura 5.14. Promedio de la cobertura algal acumulada por el conjunto de macroalgas de morfología simple de la vegetación en los niveles intermareales +1,2m (gráfico superior) y 0,75m (gráfico inferior) de las estaciones de los 4 sectores estudiados (Tonpoi; Talaiepe; Lameropunte; Mundaka) durante el periodo 2014-2022. En 2014 los inventarios del nivel inferior de la Estación 1 fueron realizados a una altura de +0,60 m.

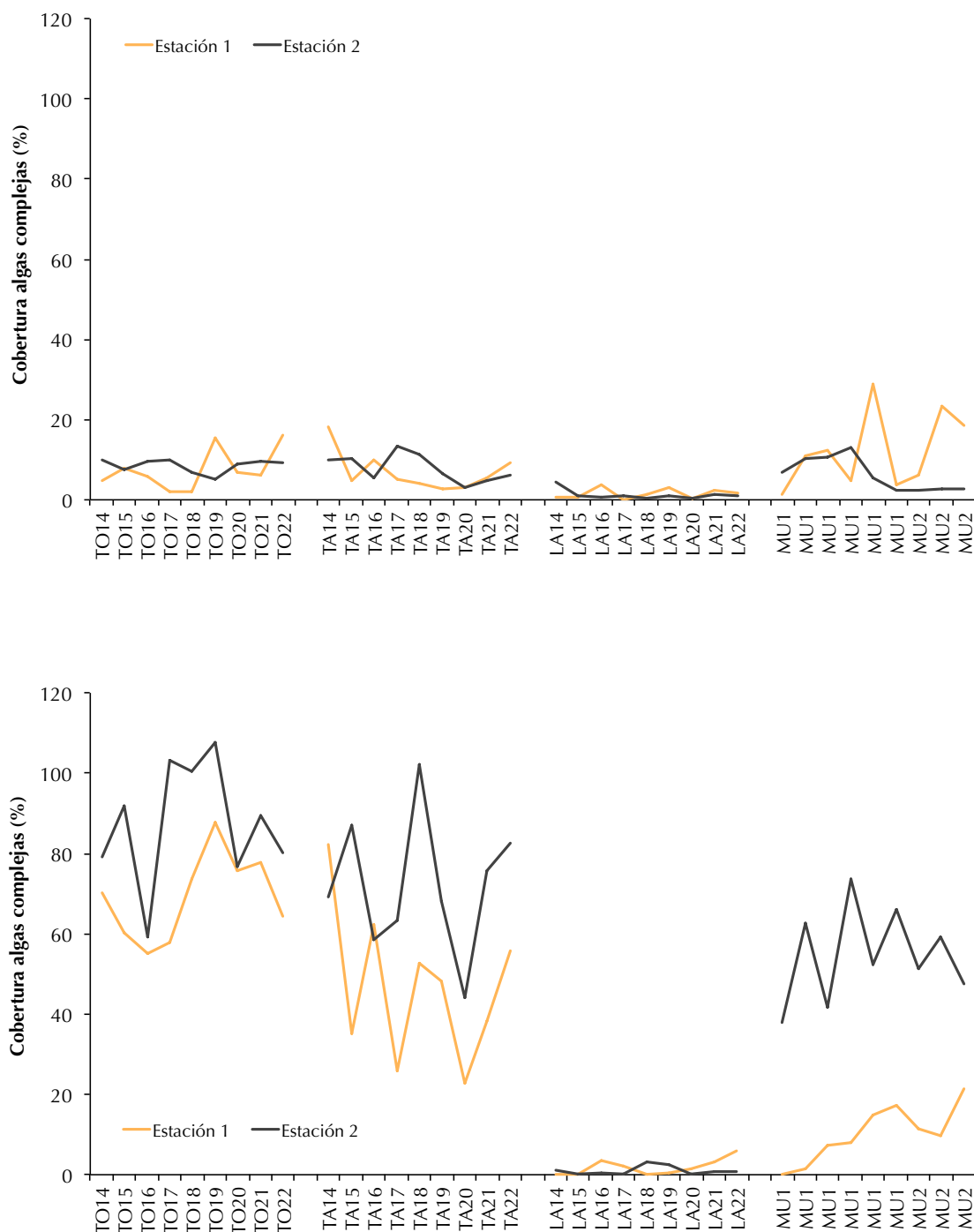


Figura 5.15. Promedio de la cobertura algal acumulada por el conjunto de macroalgas de morfología compleja de la vegetación en los niveles intermareales +1,2m (gráfico superior) y 0,75m (gráfico inferior) de las estaciones de los 4 sectores estudiados (Tonpoi; Talaípe; Lameropunte; Mundaka) durante el periodo 2014-2022. En 2014 los inventarios del nivel inferior de la Estación 1 fueron realizados a una altura de +0,60 m.

5.2.5.2. Similitud florística entre las estaciones

La similitud entre los inventarios promedio, para cada año, nivel intermareal y estación, fue explorada mediante la aplicación de técnicas multivariantes. En el diagrama resultante del análisis de ordenación nMDS (Fig. 5.16) se identifican 3 grupos a un nivel de similitud de 55 %, es decir, la similitud entre los inventarios dentro de cada grupo es de al menos 55 %.

El Grupo A se compone de la mayoría de los inventarios. Reúne a las muestras del Sector Tonpoi, Sector Talaípe y Sector Mundaka (con la excepción del inventario promedio de la Estación 1 en 2014). La similitud promedio entre los inventarios de este grupo es 60,8 %. De acuerdo a la rutina SIMPER se caracteriza por la dominancia de la calcárea *Ellisolandia elongata*, que contribuye en un 21,84 % a la formación del grupo. Otras especies que contribuyen (>2 %) a la formación del grupo son *Ceramium echionotum*, *Mesophyllum lichenoides*, *Chondracanthus acicularis*, *Lithophyllum incrustans*, *Laurencia obtusa*, *Halopteris scoparia*, *Ericaria selaginoides*, *Colpomenia peregrina*, *Bifurcaria bifurcata*, *Ulva rigida*, *Jania rubens*, *Ceramium ciliatum*, *Caulacanthus ustulatus* y *Ralfsia verrucosa*.

El Grupo B reúne a los todos inventarios de la Estación 2 del Sector Lameropunte y al inventario promedio de la Estación 1 de este mismo sector en 2022. Por primera vez a lo largo del estudio, la vegetación de la Estación 1 se asemeja más a la existente en la Estación 2 que a su estado en las campañas precedentes. De acuerdo a la rutina SIMPER las especies que contribuyen (>2 %) a la formación del Grupo B son: *Lithophyllum incrustans*, *Ceramium echionotum*, *Caulacanthus ustulatus*, *Mesophyllum lichenoides*, *Gelidium pulchellum*, *Ulva rigida*, *Cladophora lehmanniana*, *Jania rubens* y *Ceramium botryocarpum*.

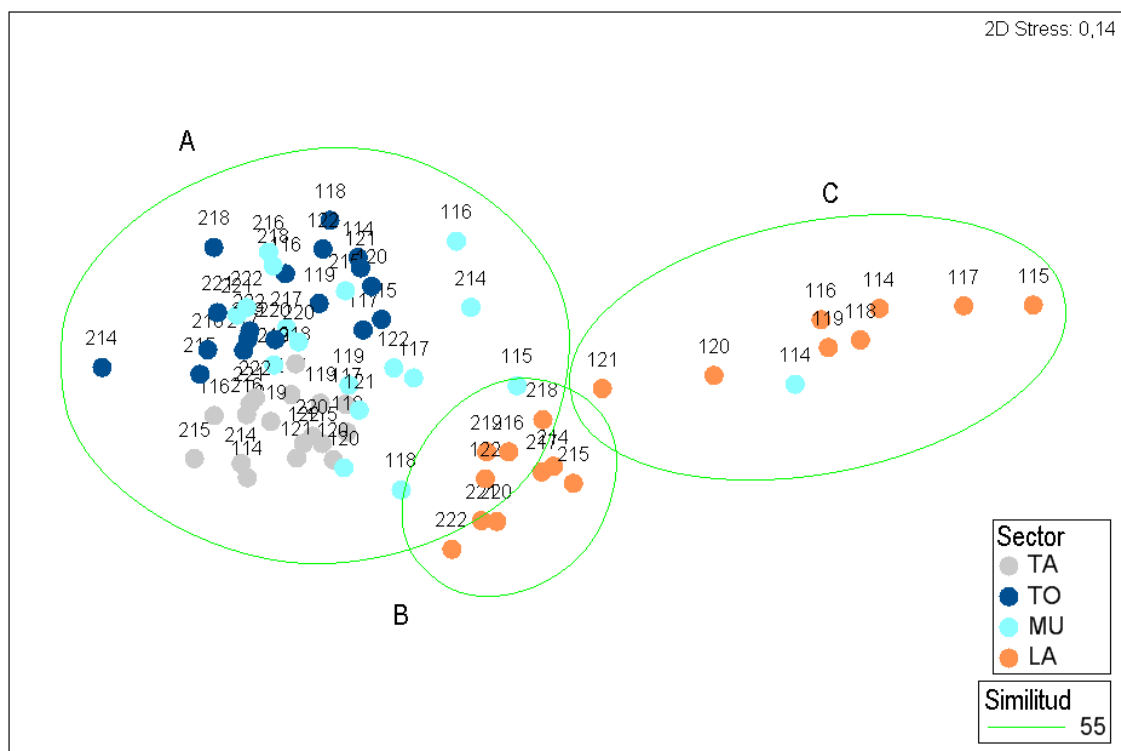


Figura 5.16. Análisis de ordenación nMDS de los inventarios promedio de la vegetación registrada en el periodo 2014-2022 en las estaciones de los 4 sectores estudiados (TO: Tonpoi; TA: Talaípe; LA: Lameropunte; MU: Mundaka). Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

El Grupo C reúne a los todos inventarios de la Estación I del Sector Lameropunte (excepto el del año 2022) y al inventario promedio de la Estación I del Sector Mundaka de 2014. Ninguna muestra de 2022 se engloba dentro de este grupo que corresponde con el estado de alteración de la vegetación más fuerte registrado durante el estudio. De acuerdo a la rutina SIMPER, las especies que contribuyen (>2 %) a la formación del Grupo C son: *Ellisolandia elongata*, *Ulva* sp., *Bachelotia antillarum*, *Gelidium pusillum*, *Ulva rigida*, *Caulacanthus ustulatus*, *Lithophyllum incrustans*, *Codium adhaerens*, *Jania rubens* y *Cladophora lehmanniana*.

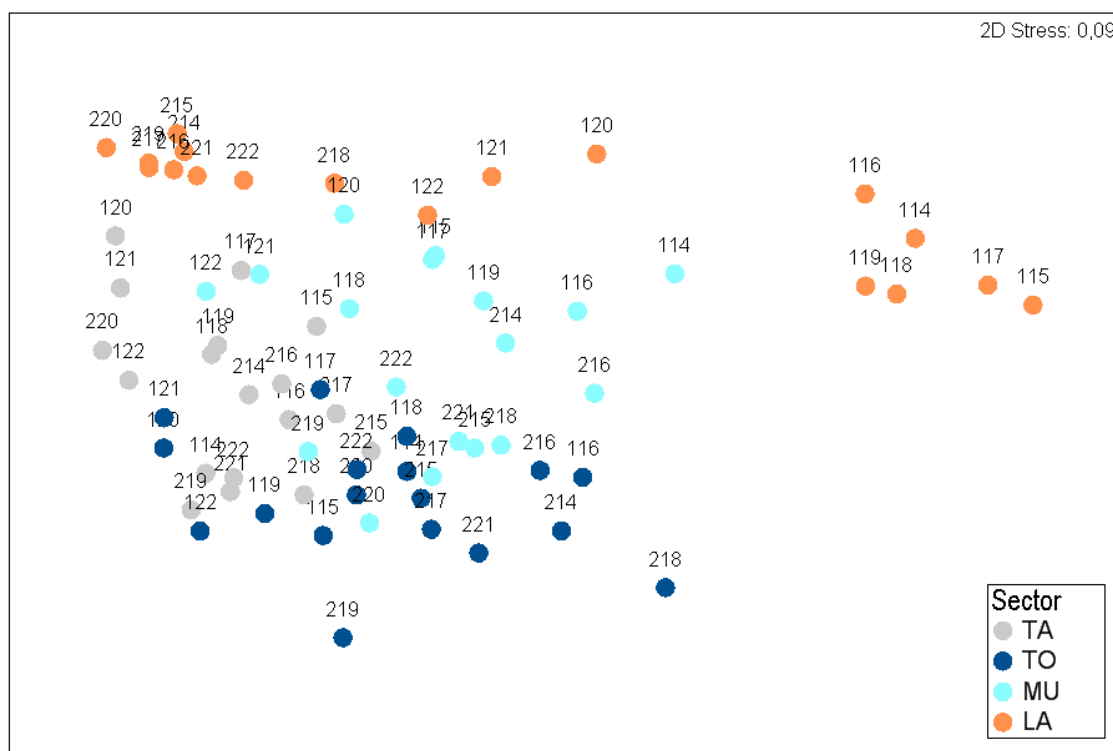
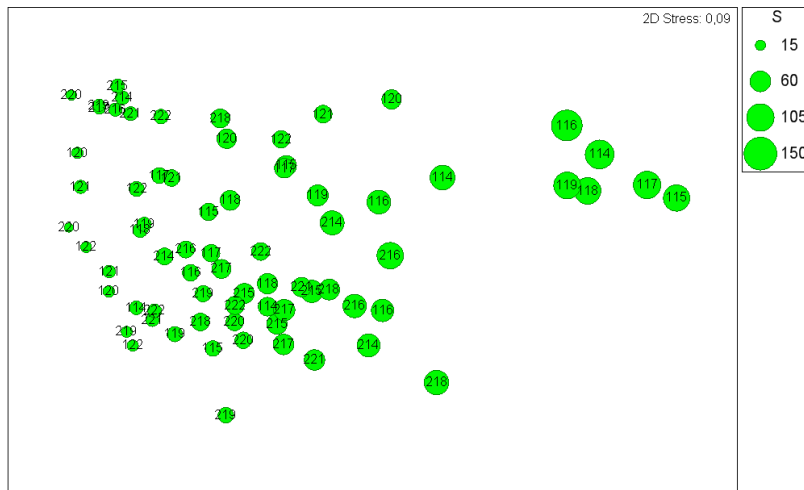


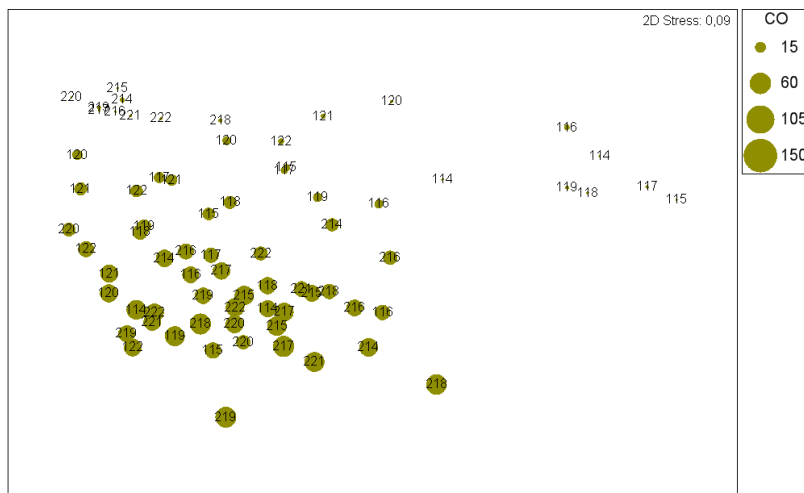
Figura 5.16. Análisis de ordenación nMDS de las muestras de la vegetación intermareal (considerando la abundancia de los diferentes tipos morfológicos en términos de porcentaje de recubrimiento) registrada en el periodo 2014-2022 en las estaciones de los 4 sectores estudiados (TO: Tonpoi; TA: Talaípe; LA: Lameropunte; MU: Mundaka). Datos no transformados; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

La Fig. 5.16 muestra un análisis de ordenación de las muestras con los datos de cobertura (no transformados) de los diferentes tipos morfológicos (algas simples, complejas y calcáreas). La Fig. 5.17 ilustra la cobertura de estos tres tipos morfológicos en cada una de las muestras. Las algas de morfología simple son más abundantes en la Estación I del Sector Lameropunte, mientras que su cobertura es muy baja en las muestras de las últimas campañas (2020-2022) en los sectores de Tonpoi y Talaípe. Por otra parte, se aprecia cómo las algas complejas son las menos abundantes en la vegetación del área de estudio, alcanzando las coberturas más elevadas en el Sector Tonpoi y las más bajas en el Sector Lameropunte. Las algas calcáreas son dominantes en las muestras, con la excepción de las correspondientes a la Estación I de Lameropunte durante el periodo 2014-2021. Por el contrario, los valores máximos de algas calcáreas se registran en la Estación 2 de Lameropunte.

A)



B)



C)

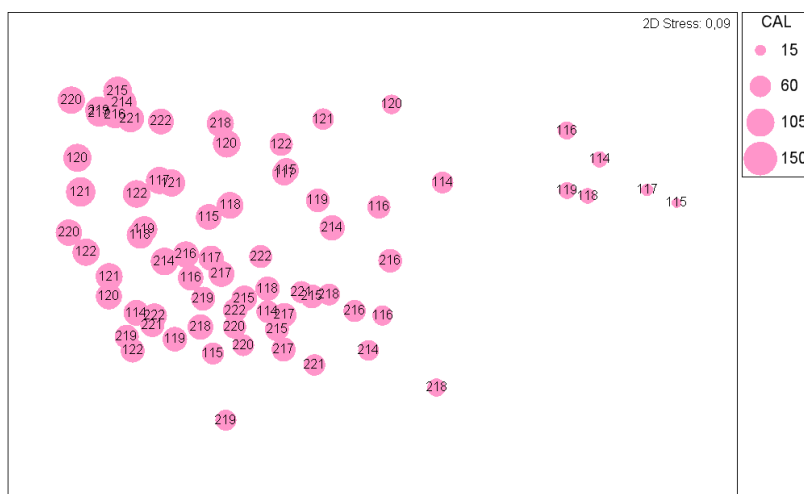


Figura 5.17. Análisis de ordenación nMDS de las muestras de la vegetación intermareal en base a su composición morfo-funcional durante periodo 2014-2022 y para las estaciones de los 4 sectores estudiados (TO: Tonpoi; TA: Talai- pe; LA: Lameropunte; MU: Mundaka). Datos no transformados; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis. Los tres diagramas muestran el porcentaje de recubrimiento de cada uno de los tres tipos morfológicos considerados (A: algas simples; B: algas complejas; C: algas calcáreas).

5.2.5.3. Parámetros estructurales de la vegetación submareal

En relación a la riqueza de especies, las diferencias entre las campañas 2021 y 2022 varían según sectores y estaciones (Fig. 5.19). Los cambios en los tres sectores estudiados fueron los siguientes: Sector Tonpoi (Estación 1: 52 vs 43; Estación 2: 42 vs 45), Sector Talaípe (Estación 1: 45 vs 43; Estación 2: 44 vs 43) y Sector Lameropunte (Estación 1: 40 vs 41; Estación 2: 41 vs 41). A excepción de la Estación 1 de Tonpoi, donde se han visualizado 9 especies menos con respecto a 2021, los valores de este parámetro han variado poco en el último bienio. Considerando toda la serie temporal (2017-2022), la riqueza específica se mantiene relativamente estable promediando las variaciones durante el periodo estudiado.

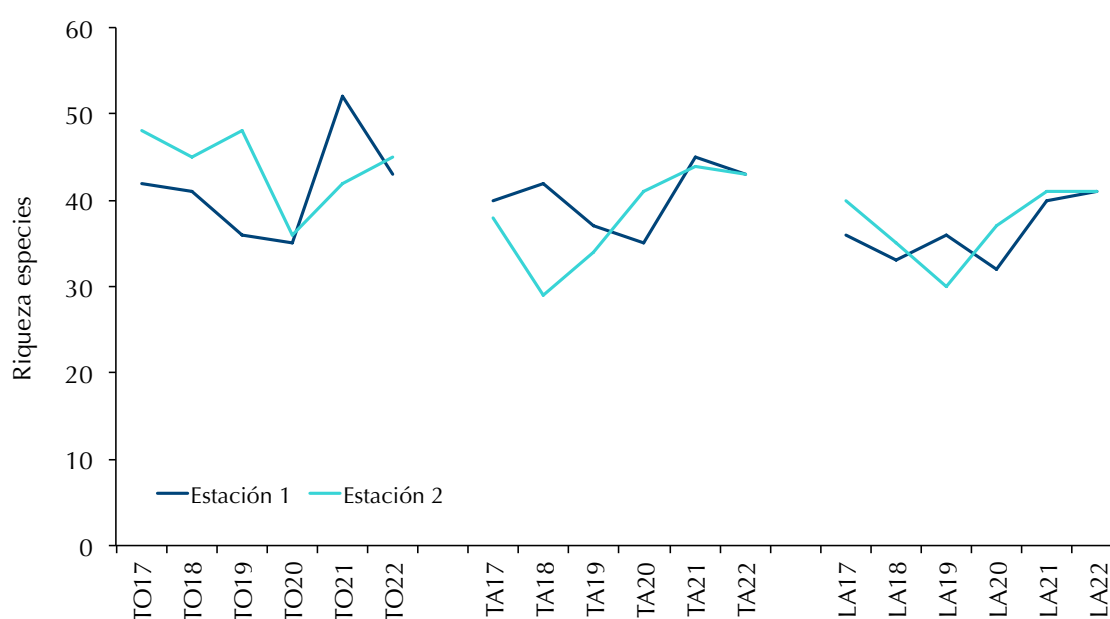


Figura 5.19. Número total de especies registradas en la vegetación submareal de las estaciones de los 3 sectores estudiados (Tonpoi: TO; Talaípe: TA; Lameropunte: LA) en los veranos del periodo 2017-2022. Los valores de la Estación 1 de Tonpoi de los años 2021 y 2022 corresponden a la nueva estación: Estación 1N.

En cuanto a la densidad de especies de la vegetación submareal (número medio de especies por superficie de muestreo: 40 cm x 40 cm), los cambios detectados entre 2021 y 2022 son similares a los descritos para la riqueza de especies (Fig. 5.20). Los resultados son los siguientes: Sector Tonpoi (Estación 1: 29,8 vs 21,1; Estación 2: 22,1 vs 25,1 %), Sector Talaípe (Estación 1: 24,4 vs 24,3; Estación 2: 26,1 vs 26,3) y Sector Lameropunte (Estación 1: 24,4 vs 21,7; Estación 2: 19,9 vs 20,8). En general, los valores han mostrado estabilidad, con la excepción del descenso detectado en la Estación 1 de Tonpoi. Con respecto a la primera campaña en 2017, la densidad de especies en los sectores de Talaípe y Lameropunte han aumentado, mientras que en la Estación 2 de Tonpoi ha disminuido.

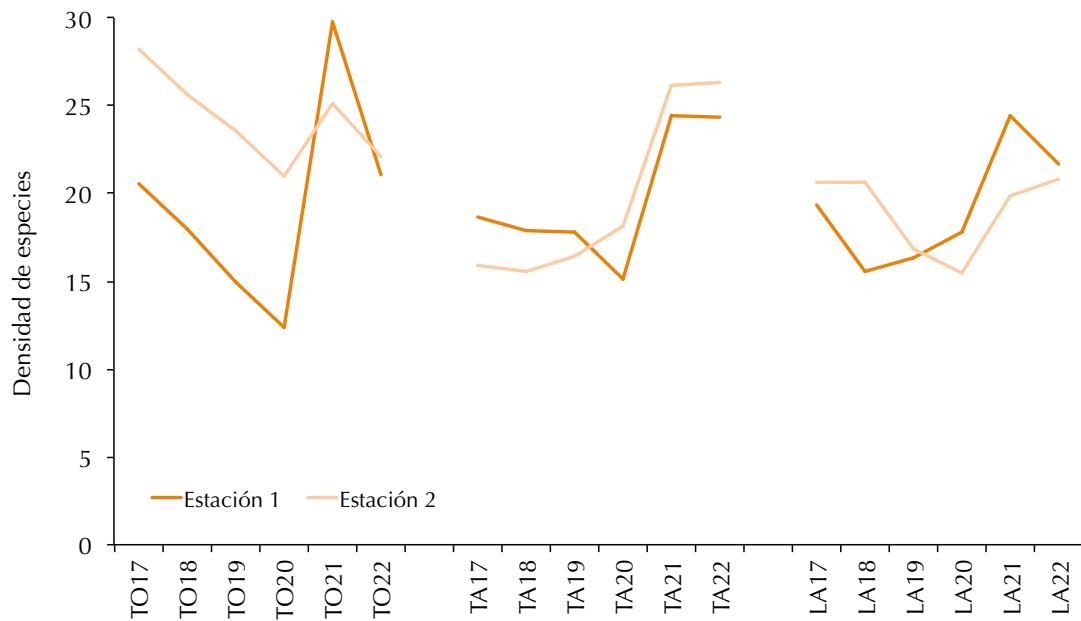


Figura 5.20. Promedio de la densidad de especies de la vegetación submareal de las estaciones de los 3 sectores estudiados (Tonpoi: TO; Talaípe: TA; Lameropunte: LA) en los veranos del periodo 2017-2022. Los valores de la Estación 1 de Tonpoi de los años 2021 y 2022 corresponden a la nueva estación: Estación 1N.

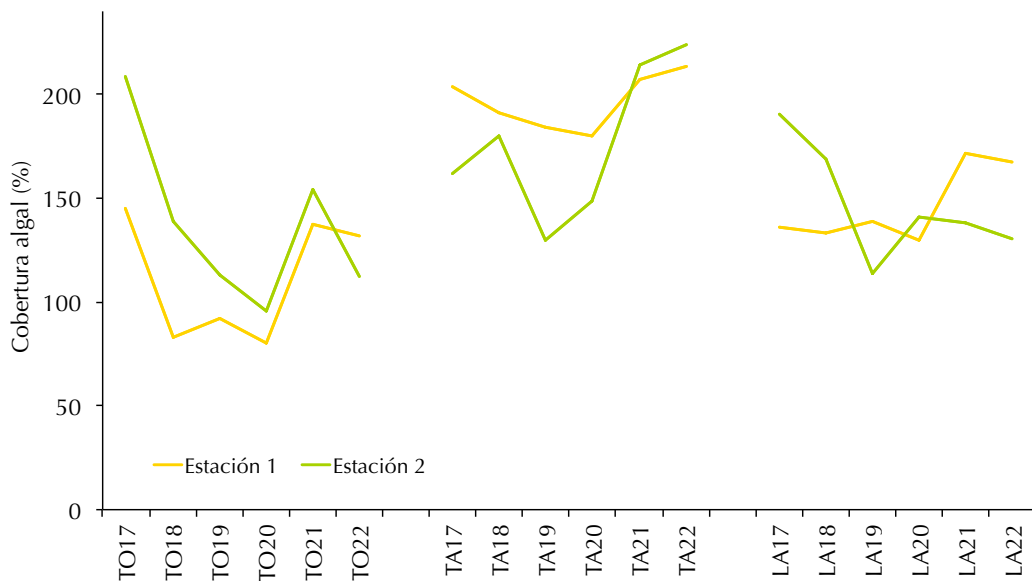


Figura 5.21. Promedio de la cobertura algal acumulada total de la vegetación submareal de las estaciones de los 3 sectores estudiados (Tonpoi: TO; Talaípe: TA; Lameropunte: LA) en los veranos del periodo 2017-2022. Los valores de la Estación 1 de Tonpoi de los años 2021 y 2022 corresponden a la nueva estación: Estación 1N.

Los cambios en la cobertura algal de la vegetación de las diferentes estaciones en el bienio 2021-2022 (Fig. 5.21) han sido leves en la mayoría de los casos. Los cambios en los tres sectores estudiados fueron los siguientes: Sector Tonpoi (Estación 1: 137,5 % vs 131,8 %; Estación 2: 154,4 % vs 112,1 %), Sector Talaípe (Estación 1: 207,1 % vs 213,8 %; Estación 2: 214,2 % vs 223,7 %) y Sector Lameropunte (Estación 1: 171,4 % vs 167,4 %; Estación 2: 138 % vs 130,2 %). En general, los valores han mostrado estabilidad, con la excepción del

descenso detectado en la Estación 2 de Tonpoi. Con respecto a la primera campaña en 2017, las estaciones dentro de cada sector han evolucionado de forma diferente.

Analizando las diferencias de cobertura de las especies en función de su morfología, se observa cómo las algas más abundantes del área de estudio eran las algas calcáreas (Fig. 5.22). En el periodo 2021-2022, las estaciones del Sector Tonpoi muestran cambios opuestos en cuanto a las algas calcáreas (Estación 1: 40,2 % vs 53,8 %; Estación 2: 59,3 % vs 41 %). En el Sector Talaípe (Estación 1: 45 % vs 43 %; Estación 2: 44 % vs 43 %) y en el Sector Lameropunte (Estación 1: 40 % vs 41 %; Estación 2: 41 % vs 41 %) los cambios fueron nulos o leves en las dos estaciones. La abundancia de esta tipología de algas sigue siendo significativamente más elevada en el Sector Talaípe que en los dos restantes sectores a lo largo del estudio.

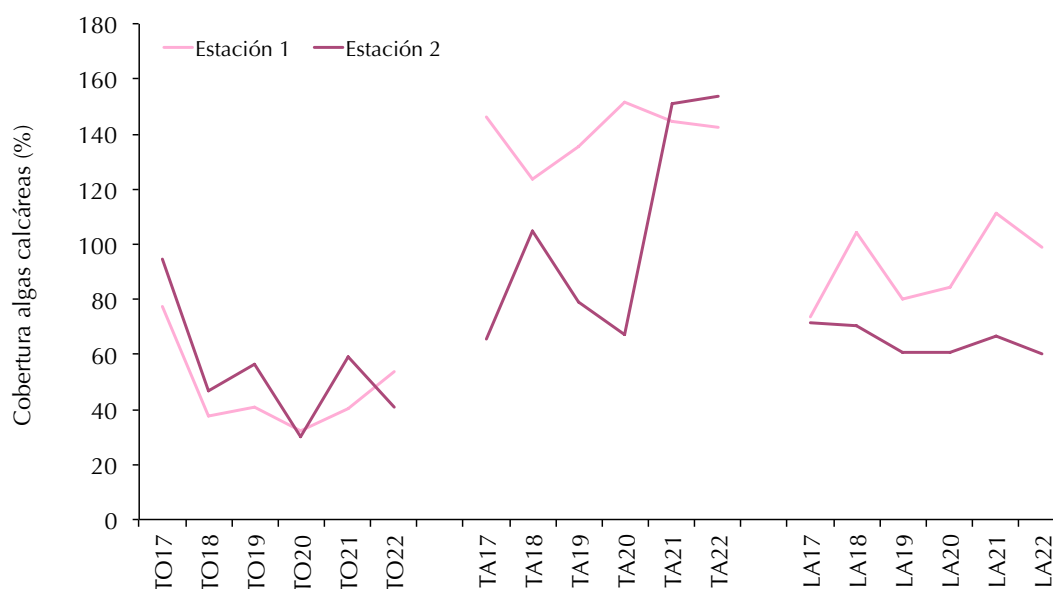


Figura 5.22. Promedio de la cobertura de algas calcáreas presentes en la vegetación submareal de las estaciones de los 3 sectores estudiados (Tonpoi: TO; Talaípe: TA; Lameropunte: LA) en los veranos del periodo 2017-2022. Los valores de la Estación 1 de Tonpoi de los años 2021 y 2022 corresponden a la nueva estación: Estación 1N.

Con respecto a las especies de morfología simple (Fig. 5.23), los cambios entre 2021 y 2022 fueron diferentes según los sectores. Así, en el Sector Tonpoi (Estación 1: 64,8 % vs 56,3 %; Estación 2: 62,1 % vs 54 %) y en el Sector Talaípe (Estación 1: 33,1 % vs 21 %; Estación 2: 27,5 % vs 24,9 %) este tipo morfológico de algas han disminuido en el último bienio. Por el contrario, en el Sector Lameropunte (Estación 1: 36,3 % vs 47,9 %; Estación 2: 37,3 % vs 45,1 %) han aumentado moderadamente. Con respecto a la primera campaña (2017), las algas simples han disminuido en el Sector Talaípe, mientras que en los otros dos sectores cada estación ha evolucionado de forma diferente.

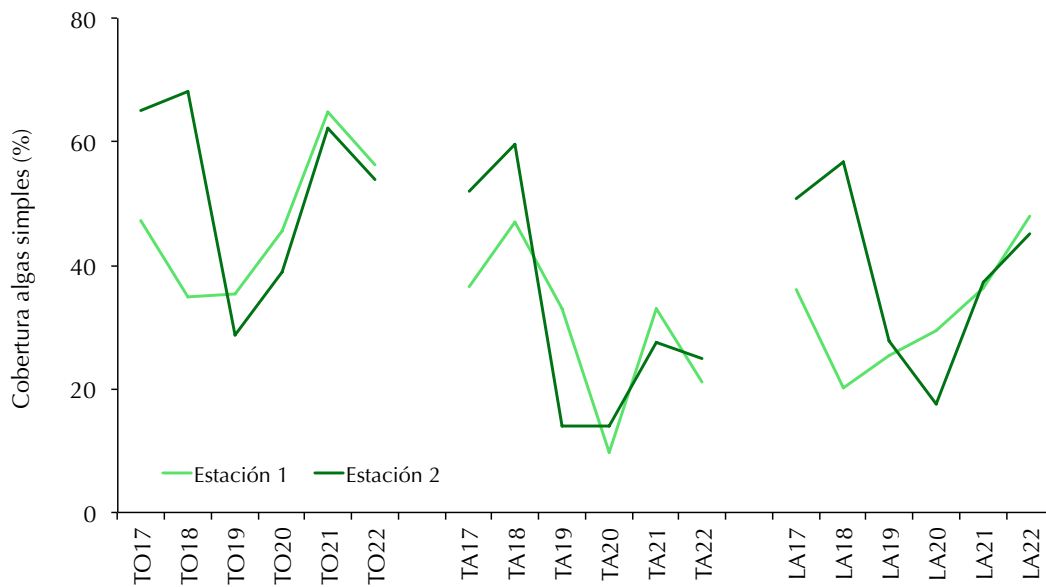


Figura 5.23. Promedio de la cobertura algal acumulada de algas de morfología simple presentes en la vegetación submareal de las estaciones de los 3 sectores estudiados (Tonpoi: TO; Talaípe: TA; Lameropunte: LA) en los veranos del periodo 2017-2022. Los valores de la Estación 1 de Tonpoi de los años 2021 y 2022 corresponden a la nueva estación: Estación 1N.

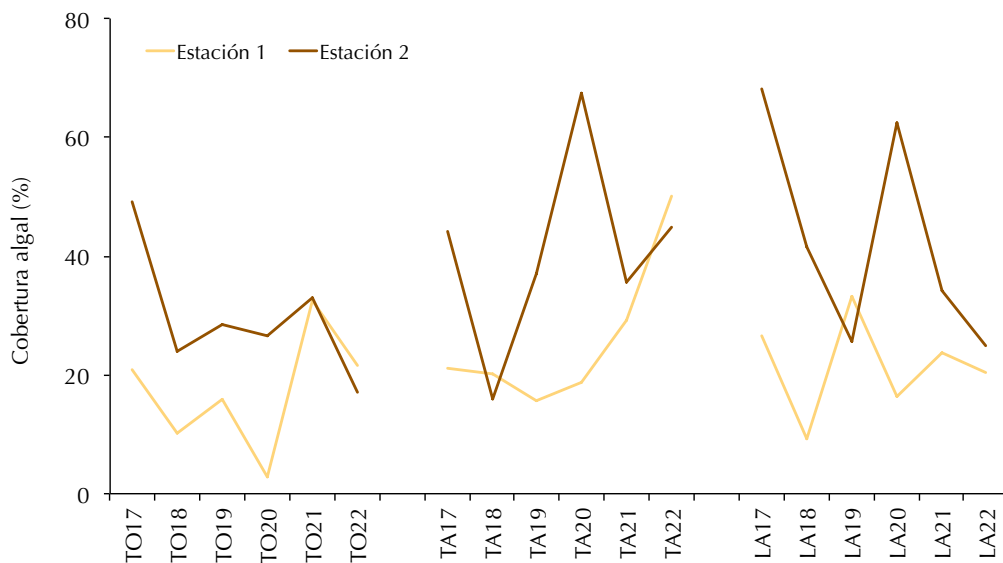


Figura 5.24. Promedio de la cobertura algal acumulada de algas de morfología compleja presentes en la vegetación submareal de las estaciones de los 3 sectores estudiados (Tonpoi: TO; Talaípe: TA; Lameropunte: LA) en los veranos del periodo 2017-2022. Los valores de la Estación 1 de Tonpoi de los años 2021 y 2022 corresponden a la nueva estación: Estación 1N.

En lo referente a la cobertura de especies de morfología compleja (Figs. 5.24), los cambios entre 2021 y 2022 no han mostrado una tendencia general para todo el área de estudio. En el Sector Tonpoi (Estación 1: 32,5 % vs 21,7 %; Estación 2: 33 % vs 17,1 %) y en el Sector Lameropunte (Estación 1: 23,8 % vs 20,5 %; Estación 2: 34,3 % vs 24,9 %) este tipo morfológico de algas han disminuido en el último bienio. Por el contrario, en el Sector Talaípe (Estación 1: 29,2 % vs 50,1 %; Estación 2: 35,6 % vs 44,9 %) han

umentado. Con respecto a la primera campaña en 2017, las estaciones dentro de cada sector han evolucionado de forma diferente.

5.2.5.4. Similitud florística entre las estaciones del submareal

La similitud entre los inventarios promedio para cada estación fue explorada mediante la aplicación de técnicas multivariantes. En el diagrama resultante del análisis de ordenación nMDS (Fig. 5.25) se identifican 3 grupos a un nivel de similitud de 50 %.

El Grupo A se compone de los inventarios del Sector Talaípe. La similitud promedio entre los inventarios de este grupo es 61,01 %. De acuerdo a la rutina SIMPER las especies que más contribuyen a la formación del grupo son *Ellisolandia elongata* (19,79 %) y *Mesophyllum lichenoides* (18,99 %), y en menor medida (3-10 %) *Zanardinia typus*, *Chondracanthus acicularis*, *Jania rubens*, *Cladostephus spongiosus*, *Aglaothamnion cordatum* y *Lithophyllum incrustans*.

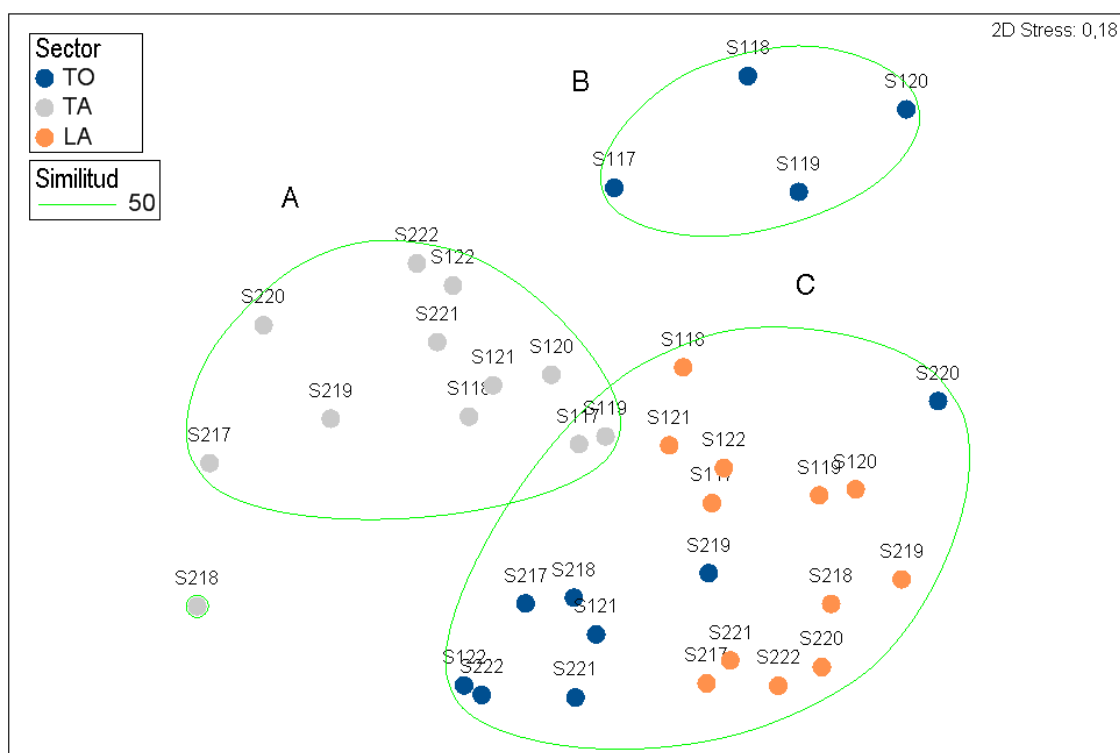


Figura 5.25. Análisis de ordenación nMDS de los inventarios promedio de la vegetación submareal registrada en 2017 (17), 2018 (18), 2019 (19), 2020 (20), 2021 (21) y 2022 (22) en las estaciones (S1: Estación 1; S2: Estación 2) de los 3 sectores estudiados (TO: Tonpoi; TA: Talaípe; LA: Lameropunte). Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

El Grupo B se compone de inventarios de la Estación I del Sector Tonpoi del periodo 2017-2020. La similitud promedio entre los inventarios de este grupo es 56,26 %. De acuerdo a la rutina SIMPER las especies que más contribuyen (3-10 %) a la formación del grupo son *Mesophyllum lichenoides*, *Lithophyllum incrustans*, *Chondria coerulescens*, *Zanardinia typus*, *Microcladia glandulosa*, *Aglaothamnion cordatum*, *Cladostephus spongiosus*, *Aphanocladia stichidiosa*, *Dictyota dichotoma*, *Taonia atomaria* y *Halopteris filicina*. El Grupo C se compone de los todos los inventarios de las dos estaciones del Sector Lameropunte, todos los inventarios de la Estación 2 del Sector Tonpoi y las muestras de la Estación I

del Sector Tonpoi de 2021 y 2022. La similitud promedio entre los inventarios de este grupo es 57,7 %. De acuerdo a la rutina SIMPER la especie que más contribuye (17,8 %) a la formación del grupo es el alga incrustante *Mesophyllum lichenoides* y en menor medida (3-10 %) *Zanardinia typus*, *Ellisolandia elongata*, *Lithophyllum incrustans*, *Gelidium corneum*, *Aglaothamnion cordatum*, *Aphanocladia stichidiosa* y *Codium fragile*. En el diagrama resultante del análisis de ordenación (Fig. 5.25), la mayor dispersión de las muestras del Sector de Tonpoi refleja que existe una menor similitud entre sus estaciones (similitud 52,3 %) que la existente entre las estaciones de los dos sectores restantes, con un 59,2 % y 62,9 % de similitud promedio en el Sector Talaípe y Sector Lameropunte, respectivamente.

De acuerdo a test SIMPER, las diferencias entre el Grupo A y el Grupo C son la mayor abundancia de *Ellisolandia elongata*, *Chondracanthus acicularis*, *Mesophyllum lichenoides*, *Cladostephus spongiosus*, *Jania rubens*, *Aglaothamnion cordatum*, *Gayliella flaccida*, *Aphanocladia stichidiosa* y *Sphaerococcus coronopifolius* en el Grupo A, así como la mayor abundancia de *Gelidium corneum*, *Codium fragile*, *Lithophyllum incrustans*, *Zanardinia typus*, *Gelidium spinosum* y *Codium vermilara* en el Grupo C. El Grupo B se diferencia por presentar menores coberturas de *Ellisolandia elongata* y mayores coberturas de *Lithophyllum incrustans* que los otros dos grupos.

5.2.6. Discusión

En relación a la vegetación de la zona intermareal del área de estudio, las comunidades de macroalgas del Sector Tonpoi, Sector Talaípe y de la Estación 2 del Sector Mundaka presentan un buen estado de conservación. La principal característica de su vegetación es la existencia de una marcada zonación vertical, es decir, las comunidades de ambos niveles de marea estudiados son diferentes. Además, en el nivel intermareal más bajo son abundantes macrófitos de gran porte (*Ericaria selaginoides*, *Bifurcaria bifurcata*, *Halopteris scoparia* y *Cladostephus spongiosus*) más sensibles a la contaminación que las especies cespitosas de pequeño tamaño. Por otra parte, la vegetación de la Estación 1 del Sector Mundaka, que presentaba una fuerte alteración al comienzo del estudio (2014), ha ido experimentando una notable recuperación. Su estructura en términos de composición y abundancia de las especies, presenta todavía en 2022 cierta alteración, reflejada por la ausencia de *Ericaria selaginoides* y las bajas coberturas de *Bifurcaria bifurcata* y *Halopteris scoparia*. La Estación 2 del Sector Lameropunte presenta unas comunidades con un estado de conservación intermedio desde el comienzo del estudio. Su vegetación no tiene una zonación vertical tan marcada como la de las estaciones anteriormente descritas, estando las comunidades de ambos niveles intermareales caracterizadas por presentar especies cespitosas, entre las cuales el alga calcárea *Ellisolandia elongata* es la dominante. La vegetación más degradada del área de estudio, la existente en la Estación 1 del Sector Lameropunte, progresivamente se va asemejando a la vegetación de la Estación 2 de este mismo sector. Las algas filamentosas y clorófitos han sido sustituidas por algas calcáreas, pero la presencia testimonial de algas de morfología compleja y la baja riqueza y densidad de especies reflejan aún su alteración.

En cuanto al Sector Tonpoi, los cambios detectados entre 2021 y 2022 en la cobertura de las especies de la vegetación intermareal, éstos pueden enmarcarse dentro de la variabilidad natural de las poblaciones. El principal cambio es la disminución de *Ellisolandia elongata* en la Estación 1, parcialmente compensada con el aumento experimentado en la Estación 2. En general, tanto la riqueza específica como la densidad de especies han

aumentado durante el último bienio, especialmente la riqueza en el nivel intermareal superior. Los cambios en la cobertura algal total y en la cobertura de los diferentes tipos morfológicos han mostrado una elevada variabilidad espacial dentro del sector y pueden ser enmarcados dentro de la dinámica natural de las comunidades.

De igual manera, los cambios detectados entre 2021 y 2022 en la cobertura de las especies de la vegetación intermareal del Sector Talaípe pueden enmarcarse dentro de la variabilidad natural de las poblaciones, siendo en todos los casos de pequeña magnitud. El macrófito *Ericaria selaginoides*, el más sensible a la contaminación entre los que componen la vegetación, ha aumentado levemente en ambas estaciones. Tanto la riqueza específica como la densidad de especies han aumentado también levemente en la mayoría de los casos. La cobertura de las algas calcáreas y de morfología simple ha disminuido, mientras que la correspondiente a las algas de morfología compleja ha aumentado levemente en todos los casos.

Los cambios registrados en la vegetación intermareal del Sector Lameropunte entre 2021 y 2022 son positivos, en concreto en la Estación 1. Al comienzo del estudio la vegetación de esta estación presentaba una fuerte alteración. Estaba compuesta fundamentalmente por ectocarpáceas (*Bachelotia antillarum*) y clorófitos, mientras que la presencia de algas calcáreas era testimonial. Hasta 2020 los valores de cobertura de la calcárea *Ellisolandia elongata* eran variables en el tiempo y se encontraban por debajo del 30 %. Sin embargo, desde ese año hasta 2022 *Ellisolandia elongata* ha experimentado un fuerte desarrollo y ha alcanzado una cobertura de 63 %. Este cambio es muy positivo desde el punto de vista ecológico ya que se trata de un cambio estructural en la vegetación e indica una mejora de la calidad ambiental del entorno de las comunidades. Asimismo, diversas especies como *Gelidium pulchellum*, *Caulacanthus ustulatus*, *Ceramium echionotum*, *Colpomenia peregrina*, *Lithophyllum incrustans* y *Chondracanthus acicularis*, con mayores requerimientos ambientales que las ectocarpáceas y los clorófitos presentes inicialmente, han aumentado. En el último bienio 2021-2022 también han aumentado la riqueza específica y la densidad de especies. La estructura de la vegetación de la Estación 2 se ha mantenido relativamente estable desde el comienzo del estudio y se mantiene con un estado de alteración moderado.

Los cambios detectados en la vegetación intermareal del Sector Mundaka entre 2021 y 2022 son leves. Aunque se han detectado descensos en la mayoría de los parámetros estudiados, el macrófito *Ericaria selaginoides*, el más sensible a la contaminación entre los que componen la vegetación, ha aumentado levemente en la Estación 2. Por otra parte, la vegetación de la Estación 1 también ha mostrado cambios leves en el último bienio. Sin embargo, la serie temporal refleja cambios significativos con una progresiva recuperación de las comunidades de esta estación, que estuvo hasta 2014 bajo la influencia de un vertido. La similitud de la vegetación del nivel inferior de la Estación 1 con respecto a la Estación 2, cuya vegetación se encuentra en un buen estado de conservación, ha aumentado desde un 31 % a 61,3 % en el periodo 2014-2022. El cambio más relevante desde el punto de vista de la recuperación de vegetación intermareal ha sido el aumento de algas de morfología compleja; aunque en 2022, sus valores de cobertura están todavía por debajo de lo que cabe esperar en una comunidad de macroalgas no alterada.

Con respecto a la zona submareal, la principal característica de la vegetación del área de estudio desde la campaña inicial en 2017 es la ausencia de una copa de macrófitos perennes de gran tamaño (*Gongolaria baccata*, *Gelidium corneum*). Una posible explicación

de esta alteración son las aguas residuales domésticas y las provenientes de las actividades portuarias e industriales existentes en la zona durante décadas. Los valores de cobertura de las algas formadoras de copa continúan siendo similares a los registrados en 2017. Como ha sido documentado en otros estudios (Díez et al., 2014), la recuperación de este tipo de algas es muy lenta aunque la calidad del agua haya mejorado tras la puesta en marcha de un plan de saneamiento integral.

Por otro lado, la ausencia de una copa de macroalgas de gran tamaño podría estar también en parte relacionada con el cambio climático. Las nuevas condiciones ambientales están desencadenando la pérdida de los bosques submareales en numerosas regiones templadas del planeta (Harley et al., 2012; Martínez et al., 2018). En esta línea, en la costa vasca se ha registrado el retroceso de macroalgas de gran porte en diversas localidades (Muguerza et al., 2017; 2020). No obstante, el Grupo de Bentos Marino de la UPV/EHU muestreó en 2021 la zona submareal de Gibelesko, un área situada a 3 km del área de estudio siguiendo la línea de costa en dirección oeste. En esta zona se conserva el bosque de *Gongolaria baccata* registrado desde 1991 (Díez et al., 2003; 2012b). Las poblaciones de *G. baccata* de Gibelesko podrían actuar durante el proceso de recuperación de las comunidades submareales del área de estudio como poblaciones madre, a partir de las cuales se vayan dispersando progresivamente los propágulos hasta alcanzar las proximidades del entorno costero de Bermeo.

En el Sector Tonpoi, la vegetación de ambas estaciones ha experimentado cambios de pequeña magnitud en la abundancia relativa de las especies entre los años 2021 y 2022. Se han detectado leves descensos en la riqueza específica y en la densidad de especies (especies por superficie de muestreo). Asimismo, la cobertura algal ha disminuido, tanto la correspondiente a las algas de morfología simple, como la de las complejas y calcáreas. No obstante, si no se mantiene una tendencia en el tiempo, se trata de cambios interpretables dentro de la propia variabilidad natural de las comunidades.

Asimismo, los cambios detectados entre 2021 y 2022 en la vegetación submareal del Sector Talaie son leves. En la Estación 1 han aumentado *Halopteris scoparia*, *Ellisolandia elongata*, *Jania rubens* y *Taonia atomaria*, y han disminuido *Mesophyllum lichenoides* y *Ceramium echinotum*. En la Estación 2 ha aumentado *Chondracanthus acicularis*, y en menor medida *Dictyota dichotoma*, *Mesophyllum lichenoides* y *Halopithys incurva*, mientras que *Hypnea musciformis*, *Zanardinia typus*, *Sphaerococcus coronopifolius* y *Ericaria selaginooides* han disminuido. La cobertura algal, así como la cobertura correspondiente a especies de morfología compleja ha aumentado levemente. La riqueza específica y la densidad de especies han permanecido prácticamente sin cambios. Estos cambios no modifican la estructura de la vegetación submareal en cuanto a su madurez.

Considerando los años 2021 y 2022, los cambios de la vegetación submareal del Sector Lameropunte también son de pequeña magnitud y se enmarcan dentro de la dinámica natural de las comunidades. En la Estación 1 han aumentado *Codium vermilara* y *Codium fragile*, y han disminuido *Ellisolandia elongata* y *Gelidium corneum*. En la Estación 2 ha aumentado *Lithophyllum incrustans* y *Gayliella flaccida*, mientras que *Ellisolandia elongata* y *Zanardinia typus* han disminuido. La riqueza específica y la densidad de especies han permanecido relativamente estables. Las algas de morfología simple han aumentado levemente, mientras que las calcáreas y las de morfología compleja han mostrado un leve retroceso. Estos cambios no se consideran negativos por su pequeña magnitud, pero es necesario estudiar la tendencia a largo plazo.

5.3. FAUNA: RESULTADOS

En este apartado se exponen los principales resultados obtenidos en el estudio de la fauna intermareal y submareal del tramo de costa comprendido entre Punta Tonpoi (Bermeo) y Punta Santa Catalina (Mundaka). Se analiza y describe la estructura y composición de las comunidades zoobentónicas (zona intermareal: periodo 2014-2022; zona submareal: periodo 2017-2022). En el Anexo quedan recogidos los inventarios (listado de especies visualizadas con sus respectivas abundancias en términos de cobertura) y la cobertura media de las especies registradas en cada estación de muestreo y nivel batimétrico. Asimismo, se incluye una lista de los taxones de invertebrados registrados. En el anexo fotográfico se puede observar el aspecto y características de la fauna bentónica estudiada.

5.3.1. Sector Tonpoi

5.3.1.1. Fauna Intermareal

En la Tabla 34 (Anexo) se muestra la cobertura media por estación de las especies registradas durante el periodo 2019-2022 en el Sector Tonpoi. Durante este periodo, únicamente la lapa *Patella ulyssiponensis* y el erizo *Paracentrotus lividus* alcanzaron coberturas por encima del 1 %. El resto de las especies presentaron valores inferiores. Considerando el Sector Tonpoi en su conjunto, se registraron un total de 31 especies en 2022.

La cobertura de las especies de invertebrados en función de los dos niveles de marea estudiados durante el periodo 2019-2022 se recogen en la Tabla 35 (Anexo).

En ambas estaciones, la fauna intermareal presentaba ciertas diferencias entre los dos niveles de marea muestreados. En el nivel superior (+1,2 m) se registraron valores de abundancia ligeramente más elevados del herbívoro *Patella ulyssiponensis*, del bivalvo *Mytilus galloprovincialis* y del cirrípedo *Chthamalus stellatus*. Por el contrario, la población del erizo *Paracentrotus lividus* alcanzó valores ligeramente superiores en el nivel inferior de la marea (+0,75 m).

Considerando la Campaña 2022, la lapa *Patella ulyssiponensis* era el invertebrado más abundante con un 2,2 % de cobertura en el nivel más alto (+1,2 m) de la Estación 1. Otras especies como *Apothyale perieri*, *Polyophthalmus pictus* y *Spirobranchus* spp. fueron también abundantes en este nivel pero debido a su menor tamaño alcanzaron coberturas testimoniales (coberturas en torno al 0,5 %). En el nivel inferior (+0,75 m) de la Estación 1, la lapa *Patella ulyssiponensis* fue también el invertebrado más abundante (0,9 %).

En la Estación 2, la lapa *Patella ulyssiponensis* fue el invertebrado más característico en el nivel superior con un 1,2 % de cobertura, mientras que en el nivel inferior lo fue el erizo *Paracentrotus lividus* con un 5 % de cobertura. El resto de invertebrados no superaba el 0,5 % de ocupación del sustrato.

Las diferencias espaciales entre las dos estaciones que representan el Sector Tonpoi y su variación a lo largo del tiempo durante el periodo 2014-2022 han sido analizadas mediante análisis multivariantes (Fig. 5.26). En el diagrama nMDS obtenido, se observan dos grupos principales dentro de los cuales los inventarios comparten un 45 % de

similitud. El Grupo A está formado por los inventarios del nivel inferior de la Estación 2 y el Grupo B por el resto de inventarios de este sector. Según la prueba SIMPER los inventarios del Grupo A se separan del resto por presentar una mayor abundancia de *Paracentrotus lividus* y de *Bittium reticulatum*. Por otro lado, los invertebrados *Patella ulyssiponensis* y *Mytilus galloprovincialis* son más abundantes en el Grupo B.

Los análisis multivariantes (Fig. 5.26) abarcan diferentes etapas del plan de saneamiento desarrollado para la zona: situación previa a la entrada en funcionamiento de la EDAR de Lamiaran (año 2014); periodo en el que el efluente proveniente de la EDAR era vertido en el arroyo Erroxape (año 2015); y periodo posterior a la entrada en funcionamiento del emisario submarino (2016-2022). Los análisis muestran cierta variabilidad temporal de las comunidades, sin embargo, no se detecta un patrón de ordenación en función de las distintas etapas del plan de saneamiento. Los cambios observados en el zoobentos del Sector Tonpoi, parecen estar asociados a la propia variabilidad espacio-temporal de comunidad de invertebrados que habita en el intermareal, sin que se hayan detectado cambios de especies indicadoras que reflejen una variación significativa la calidad del agua.

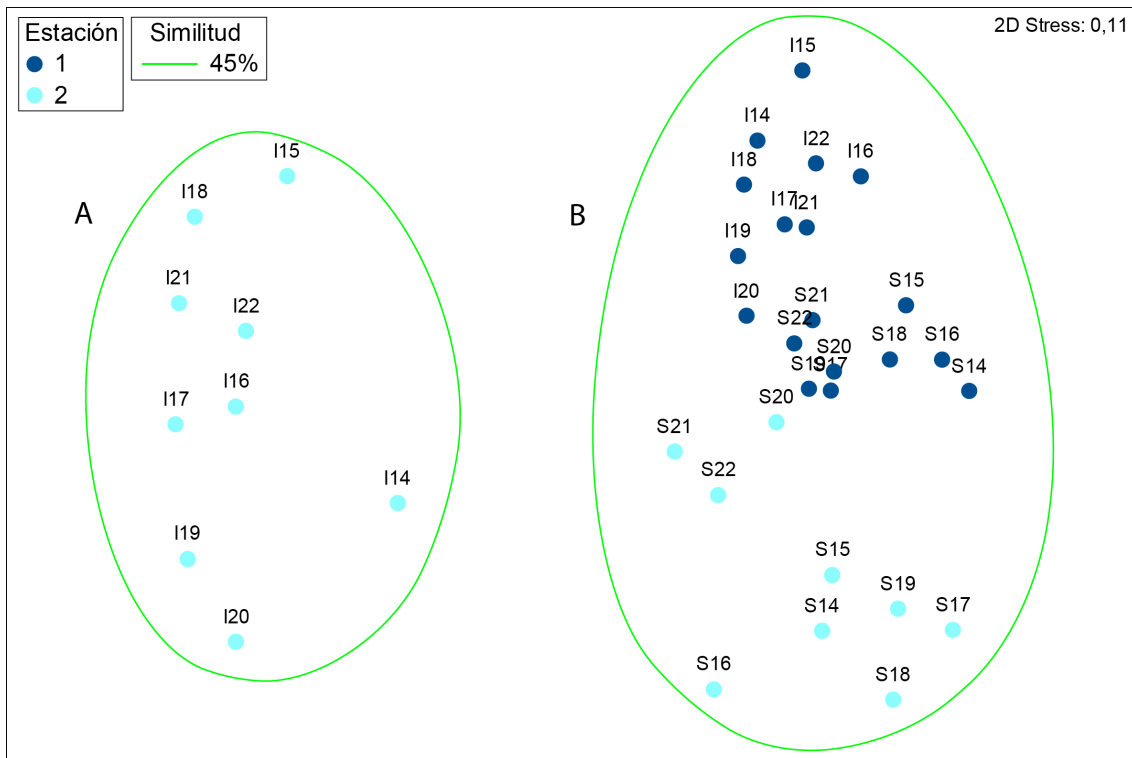


Figura 5.26. Análisis de ordenación nMDS de los inventarios promedio de la fauna intermareal de Tonpoi para cada año (periodo 2014-2022) y estación de muestreo de la zona intermareal. S: Nivel +1,2 m; I: Nivel +0,75 m; Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

5.3.1.2. Fauna submareal

En la Tabla 36 (Anexo) se muestra la cobertura media por estación de las especies registradas durante el periodo 2019-2022 en el Sector Tonpoi. Del total de 47 especies de invertebrados registrados desde 2019, los hidrozoo *Aglaophenia pluma* y *Sertularella gaudichaudi*, el bivalvo perforante *Rocellaria dubia*, el gasterópodo *Bittium reticulatum*, el cnidario *Corynactis viridis*, los poríferos *Aaptos aaptos*, *Clathrina coriacea*, *Pachymatisma*

Johnstonia, *Hymeniacion sanguinea* y el briozoo *Beania magellanica* fueron abundantes en alguna de las campañas realizadas. El resto de las especies presentaron valores de cobertura bajos (<1 %).

Tal y como se indica en el apartado de metodología de la presente memoria, la Estación I del Sector Tonpoi presenta una nueva ubicación desde 2021 (Estación 1N). En términos generales, la comunidad de invertebrados en esta nueva zona es similar en cuanto a la identidad de las especies a la encontrada en el área de estudio de años anteriores (Tabla 36, Anexo). Sin embargo, las especies presentan una menor cobertura en la nueva ubicación con valores en general inferiores al 1 %. En la Estación 1N, las especies más abundantes en 2022 fueron el hidrozoo *Sertularella gaudichaudi* (1 %) y el porífero *Cliona celata* (0,8 %). En la Estación 2, lo fueron el porífero *Hymeniacion sanguinea* (1,2 %), el gasterópodo *Bittium reticulatum* (1,1 %) y el hidrozoo *Aglaophenia pluma* (1 %).

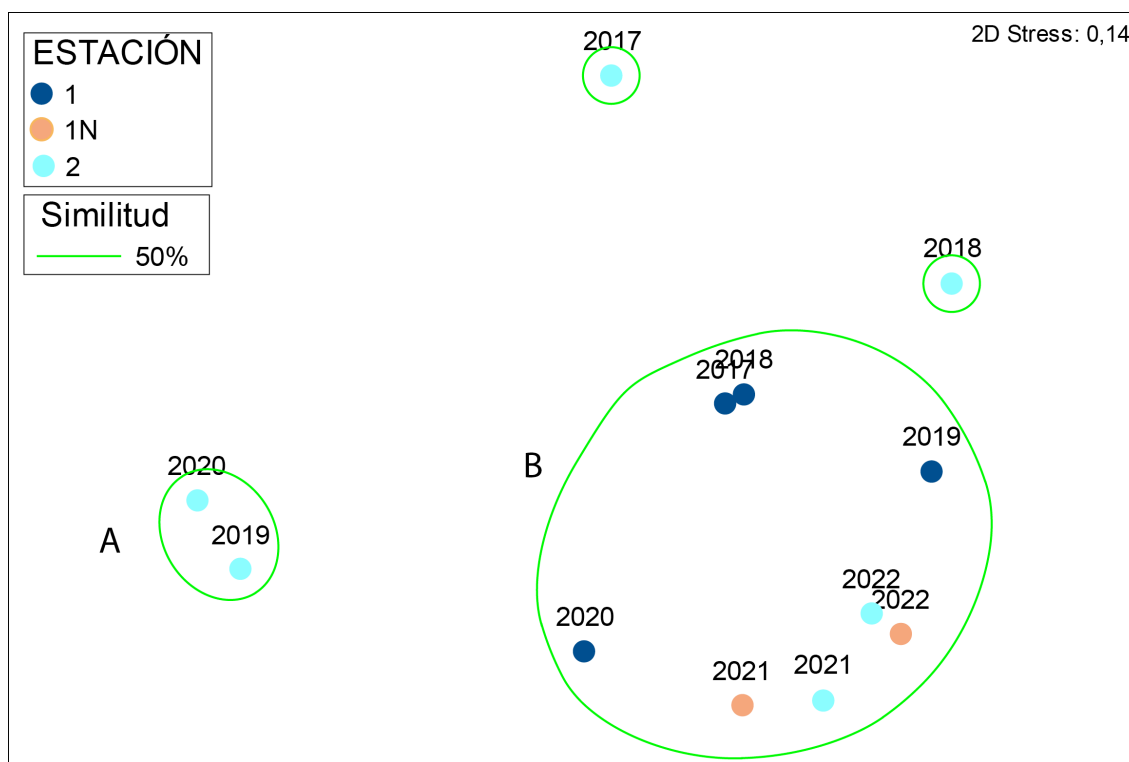


Figura 5.27. Análisis de ordenación nMDS de los inventarios promedio para cada año (periodo 2019-2022) y estación de muestreo (Estación 1: 1; Estación 2: 2; Nueva Estación: 1N) de la zona submareal del Sector Tonpoi. Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

Las diferencias espaciales entre las dos estaciones que representan el Sector Tonpoi y su variación a lo largo del tiempo han sido analizadas mediante un análisis multivariable de ordenación nMDS. En el diagrama resultante (Fig. 5.27) los círculos verdes reúnen inventarios que comparten una similitud del 50 %. Destaca la elevada dispersión de los inventarios de la Estación 2. Las dos primeras campañas aparecen aisladas del resto y separadas entre sí, mientras que los años 2019 y 2020 se reúnen en el Grupo A y el último periodo 2021-2022 en el Grupo B. El Grupo B reúne además todas las campañas de la Estación 1 y 1N. En el Grupo B destaca la mayor cercanía de los inventarios promedio en los años 2021 y 2022, lo cual es reflejo de que la fauna es más homogénea en el sector y ha permanecido bastante estable durante los dos últimos años de estudio.

Según el análisis de similitudes SIMPER, la alta dispersión de la Estación 2 se debe a las elevadas abundancias alcanzadas por *Aptos aptos* en 2017, por *Bittium reticulatum* en 2018 y por *Aglaophenia pluma* en 2019 y 2020. El resto de inventarios (Grupo B) presentan abundancias menores de estas especies y por el contrario valores más elevados de *Tritia incrassata*, *Hymeniacion sanguinea* y *Pachymatisma johnstonia*.

A pesar de la alta variabilidad detectada en la Estación 2 del Sector Tonpoi durante el periodo 2017-2020, ninguna de las especies que experimentó variaciones presenta un marcado carácter bioindicador, por lo que los cambios registrados son entendidos como propios de la variabilidad natural de las especies que componen el zoobentos submareal. Por otra parte, los resultados señalan estabilidad y mayor homogeneidad de la fauna en el sector durante el último periodo 2021-2022.

5.3.2. Sector Talaípe

5.3.2.1. Fauna Intermareal

En la Tabla 37 (Anexo) se muestra la cobertura media por estación de las especies registradas durante el periodo 2019-2022 en el Sector Talaípe. Durante este periodo, los herbívoros *Patella ulyssiponensis* y *Paracentrotus lividus*, y el cirrípedo *Chthamalus stellatus* alcanzaron coberturas por encima del 1 %. El resto de las especies presentaron valores de cobertura inferiores. Considerando el Sector Talaípe en su conjunto, se registraron 40 especies en 2022.

La cobertura de las especies de invertebrados en función de los dos niveles de marea estudiados durante el periodo 2019-2022 se recogen en la Tabla 38 (Anexo).

En ambas estaciones, la fauna intermareal presentaba ciertas diferencias entre los dos niveles de marea muestreados. En general, en el nivel superior (+1,2 m) se registraron valores de abundancia ligeramente más elevados del herbívoro *Patella ulyssiponensis* y del cirrípedo *Chthamalus stellatus*. Por el contrario, la población del erizo *Paracentrotus lividus* alcanzó valores superiores en el nivel inferior de marea (+0,75 m).

Considerando la campaña de 2022, en la Estación 1, la lapa *Patella ulyssiponensis* seguida del erizo *Paracentrotus lividus* fueron los invertebrados más abundantes (>1 %) en el nivel más alto (+1,2 m). En el nivel inferior (+0,75 m) sólo el erizo *Paracentrotus lividus* alcanzó coberturas significativas, mientras que el resto de la fauna obtuvo valores inferiores al 0,5 % de ocupación del sustrato.

En la Estación 2, la lapa *Patella ulyssiponensis* fue también el invertebrado más característico en el nivel superior con un 5,3 % de cobertura. Otras especies como *Chthamalus stellatus* y *Polyophthalmus pictus* fueron abundantes, pero debido a su menor tamaño alcanzaron coberturas testimoniales (coberturas en torno al 0,5 %). En el nivel inferior (+0,75 m) el erizo *Paracentrotus lividus* fue abundante, alcanzando un 7,8 % de cobertura. Excepto el poliqueto *Polyophthalmus pictus* (0,6 %), el resto de invertebrados no superan el 0,5 % de ocupación del sustrato.

Las diferencias espaciales entre las dos estaciones que representan el Sector Talaípe y su variación a lo largo del tiempo durante el periodo 2014-2022 han sido analizadas mediante análisis multivariantes (Fig. 5.28). El diagrama nMDS resultante muestra tres

grupos principales dentro de los cuales los inventarios comparten al menos una similitud del 40 %. El Grupo A aparece aislado con un único inventario promedio correspondiente al nivel inferior de la Estación 2 en 2020. El Grupo B reúne el resto de inventarios del nivel inferior de la Estación 2, exceptuando la campaña de 2018. Por otro lado, el Grupo C reúne los inventarios del nivel superior de la Estación 2 junto con la totalidad de los inventarios de la Estación 1. De acuerdo al test SIMPER (análisis de similitudes), la mayor abundancia del gasterópodo *Bittium reticulatum* junto con la ausencia de invertebrados como *Polyopthalmus pictus*, *Chthamalus stellatus* y *Mytilus galloprovincialis* separan el Grupo A. Por su parte, los grupos B y C se diferencian por la mayor abundancia del equinodermo *Paracentrotus lividus* en el Grupo B y la mayor abundancia de *Patella ulyssiponensis*, *Chthamalus stellatus* y *Mytilus galloprovincialis* en el Grupo C.

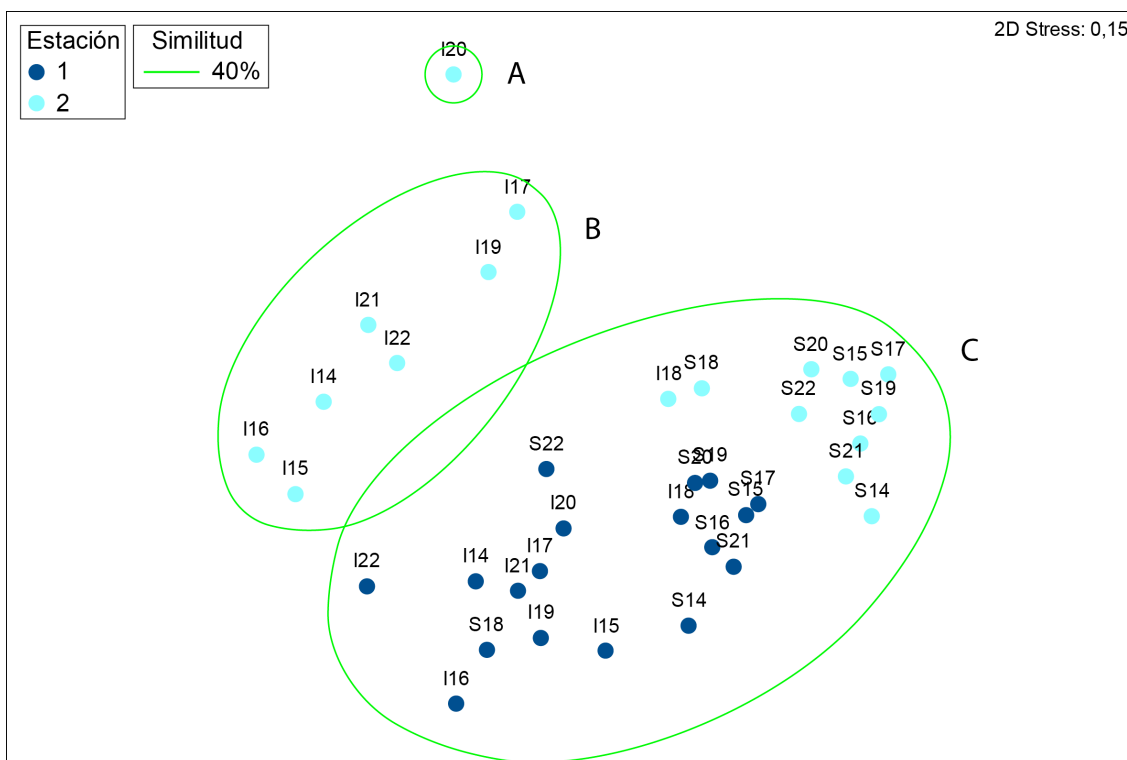


Figura 5.28. Análisis de ordenación nMDS de los inventarios promedio de la fauna intermareal de Talaípe para cada año (periodo 2014-2022) y estación de muestreo de la zona intermareal. S: Nivel +1,2 m; I: Nivel +0,75 m; Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

La sucesión de las diferentes etapas del plan de saneamiento desarrollado para la zona con una situación previa a la entrada en funcionamiento de la EDAR de Lamiaran (2014), un periodo en el que el efluente proveniente de la EDAR era vertido en el arroyo Erroxape: (2015), y un periodo posterior a la entrada en funcionamiento del emisario submarino (2017-2022), no queda reflejada en el patrón de ordenación de las muestras. Debido a la proximidad del Sector de Talaípe a la zona de descarga del emisario submarino, conviene mencionar la importancia del estudio de las comunidades biológicas en esta zona, pudiendo aportar información valiosa sobre cambios en las condiciones ambientales de esta zona.

5.3.2.2. Fauna submareal

Considerando el Sector Talaípe en su conjunto, destaca la escasa abundancia y diversidad de invertebrados. En la Tabla 39 (Anexo) se muestra la cobertura media por estación de las especies registradas durante el periodo 2019-2022 en el sector. Del total de 37 especies de invertebrados registrados desde 2019, los más abundantes fueron el gasterópodo *Bittium reticulatum*, los cnidarios *Anemonia viridis* y *Orthopyxis integra*, y el briozoo *Beania magellanica*. El resto de las especies presentaron valores de cobertura bajos (<1 %). Los moluscos *Tritia reticulata* y *Rocellaria dubia* y el porífero *Clatrina coriacea* fueron invertebrados frecuentes en los inventarios a lo largo del estudio a pesar de alcanzar coberturas bajas.

De las dos estaciones, la Estación 2, el área más cercana al punto de descarga del emisario submarino y al pueblo de Bermeo en dirección oeste, la comunidad de invertebrados es extraordinariamente pobre, tanto en términos de abundancia como de diversidad, sin que prácticamente ninguna especie alcance valores de abundancia significativos (<1 %) durante el periodo 2019-2022 (Tabla 39, Anexo). En 2022, ambas estaciones son muy pobres desde el punto de vista de la cobertura faunística. Tan solo 2 especies alcanzan un 0,5 % de cobertura: el gasterópodo *Bittium reticulatum* (Estación 1 y Estación 2) y *Rocellaria dubia* (Estación 1).

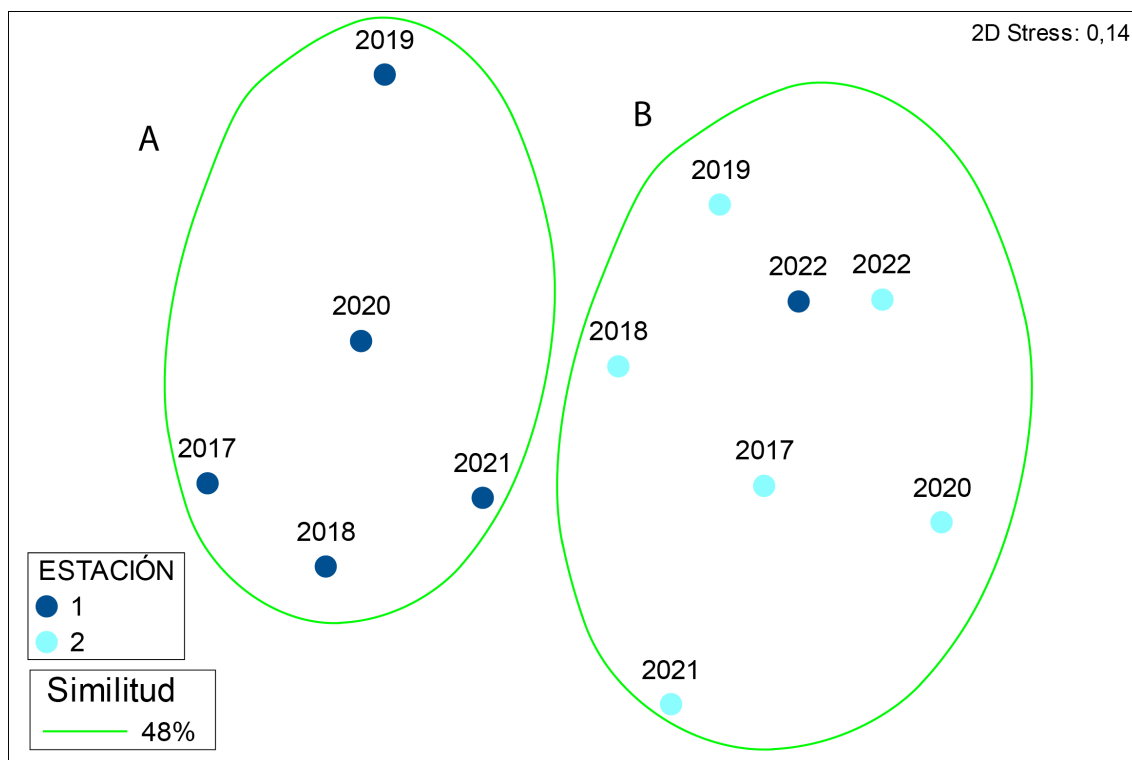


Figura 5.29. Análisis de ordenación nMDS de los inventarios promedio para cada año (periodo 2019-2022) y estación de muestreo (Estación 1: 1; Estación 2: 2) de la zona submareal del Sector Talaípe. Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

Las diferencias espaciales entre las dos estaciones que representan el Sector Talaípe y su variación a lo largo del tiempo han sido analizadas mediante un análisis multivariable de ordenación n MDS (Fig. 5.29). En el diagrama resultante los inventarios quedan separados en dos grupos que reúnen inventarios con un nivel de similitud de al menos 48 %. Los

inventarios de la Estación 1 durante el periodo 2017-2021 aparecen reunidos en el Grupo A. El inventario promedio de la Estación 1 de la última campaña 2022 junto con todos de los inventarios de la Estación 2 desde el inicio del estudio se agrupan en el Grupo B. La prueba SIMPER indica una mayor abundancia en el Grupo B de todos los invertebrados presentes en el sector, entre los que destacan: *Bittium reticulatum*, *Anemonia viridis*, *Orthopyxis integra*, *Beania magellanica*, *Tritia reticulata*, *Rocellaria dubia* y *Clatrina coriacea*.

Los resultados obtenidos en el estudio del zoobentos submareal corresponden a la posterior entrada en funcionamiento del emisario submarino (2017-2022). Durante el periodo 2017-2020, las diferencias temporales fueron en general poco significativas. No obstante, en las últimas campañas de 2021 y 2022 destaca el retroceso generalizado de la fauna en el sector. Este resultado es especialmente significativo, teniendo en cuenta que el Sector Talaípe ya se caracterizaba desde un inicio por poseer un zoobentos poco conspicuo. La explicación a la escasa ocupación animal del sector parece estar en parte asociada a la ausencia de un estrato de copa de la vegetación que ofrezca el cobijo y soporte necesarios para el desarrollo de comunidades de invertebrados más desarrolladas. La cercanía del Sector Talaípe al puerto de Bermeo (área bajo la influencia de diversas actividades antrópicas y sus impactos potenciales desde hace décadas), las operaciones de construcción del emisario submarino y la posterior descarga de las aguas vertidas por éste, podrían estar en parte asociadas a la falta de copa de la vegetación y por lo tanto a la escasa fauna asociada.

5.3.3. Sector Lameropunte

5.3.3.1. Fauna Intermareal

En la Tabla 40 (Anexo) se muestra la cobertura media por estación de las especies registradas durante el periodo 2019-2022 en el Sector Lameropunte. Durante este periodo, los bivalvos *Mytilus galloprovincialis* y los herbívoros *Patella ulyssiponensis* y *Paracentrotus lividus*, alcanzaron coberturas superiores al 1 %. El resto de las especies que componen la comunidad de invertebrados presentaron valores de abundancia inferiores al 1 %. Considerando el Sector Lameropunte en su conjunto, se registraron 21 especies en 2022.

La cobertura de las especies de invertebrados en función de los dos niveles de marea estudiados durante el periodo 2019-2022 se recogen en la Tabla 41 (Anexo).

A diferencia del resto de sectores, la fauna no presentó un patrón asociado al gradiente de marea, siendo su composición similar en los dos niveles de marea muestreados.

Considerando la campaña de 2022, en la Estación 1 la lapa *Patella ulyssiponensis* fue el invertebrado más abundante en el nivel más alto (+1,2 m) y en nivel inferior (+0,75 m). El bivalvo *Mytilus galloprovincialis* (nivel superior) y *Paracentrotus lividus* (nivel inferior) alcanzaron coberturas cercanas al 1 % de ocupación del sustrato.

En la Estación 2, la lapa *Patella ulyssiponensis* y el erizo *Paracentrotus lividus* fueron las especies más abundantes (>2 %) en ambos niveles de marea. Del resto de la fauna, destaca el poliqueto *Spirobranchus* spp. (0,5 %) en nivel inferior (+0,75 m).

Las diferencias espaciales entre las dos estaciones que representan el Sector Lameropunte y su variación a lo largo del tiempo durante el periodo 2014-2022 han sido analizadas mediante análisis multivariantes (Fig. 5.30). El diagrama nMDS resultante muestra tres grupos principales dentro de los cuales los inventarios que comparten una similitud del 50 %. La práctica totalidad de las muestras de la Estación 1 se sitúan en el Grupo A (excepto el nivel inferior del año 2018 que aparece en el Grupo B). Por su parte, el Grupo B reúne a los inventarios de la Estación 2 de las campañas de 2016, 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022. El resto de muestras de la Estación 2 (correspondientes a los años 2014, 2015, 2017) componen el Grupo C. De acuerdo a la prueba SIMPER, el Grupo A se caracteriza por la ausencia de los poliquetos bioindicadores de contaminación *Polydora* spp. y por la mayor abundancia de los herbívoros *Paracentrotus lividus* y *Patella ulysiponensis*. Por el contrario, los poliquetos bioindicadores junto con los filtradores *Mytilus galloprovincialis* y *Leiosolenus aristatus* son característicos en el Grupo C, que además carece del erizo *Paracentrotus lividus*. Por su parte, el Grupo B se encuentra en una posición intermedia y se caracteriza por presentar bajas abundancias de las especies que caracterizan a los grupos A y C.

Cabe señalar la mayor dispersión de los inventarios de la Estación 1 a lo largo del estudio, lo cual es indicativo de cambios temporales notables en el zoobentos a lo largo de las campañas realizadas. En este sentido, destaca la progresiva mayor proximidad (especialmente durante el periodo 2020-2022) en el diagrama de los inventarios de la Estación 1 a los inventarios de la Estación 2, lo que indica una mayor similitud del zoobentos de ambas estaciones en las últimas campañas. Este patrón temporal de los inventarios de la Estación 1 se debe principalmente al retroceso del filtrador *Mytilus galloprovincialis*.

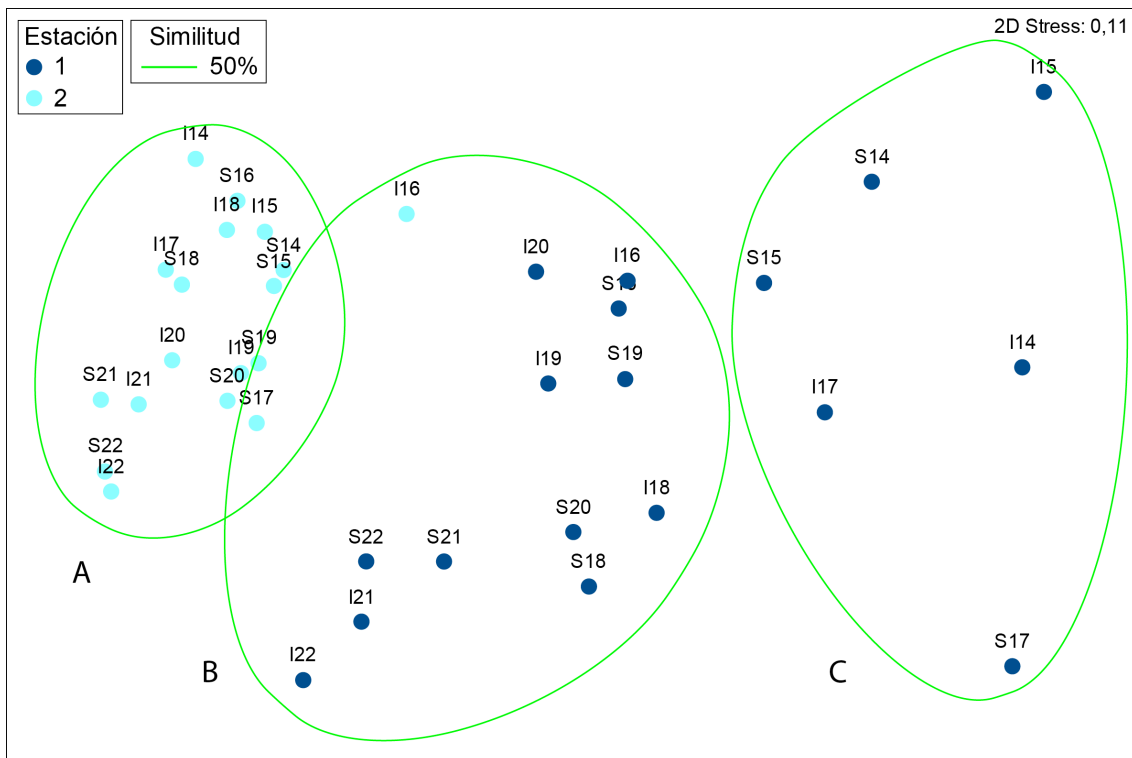


Figura 5.30. Análisis de ordenación nMDS de los inventarios promedio de la fauna intermareal de Lameropunte para cada año (periodo 2014-2022) y estación de muestreo de la zona intermareal. S: Nivel +1,2 m; I: Nivel +0,75 m; Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

Haciendo una valoración global y tomando como referencia la campaña inicial de 2014, los resultados obtenidos ponen de manifiesto una mejora en las condiciones ambientales del Sector Lameropunte. Los cambios positivos se dan principalmente en la Estación 1, con el notable retroceso, hasta su desaparición desde 2019, de los poliquetos indicadores de contaminación *Polydora* spp., y la aparición (2016) de la lapa *Patella ulyssiponensis*, indicando una mejora de las condiciones ambientales de la zona. El retroceso registrado desde 2021 en la abundancia del bivalvo *Mytilus galloprovincialis* en la Estación 1, es considerado también un dato positivo ya que es indicativo de un menor aporte de nutrientes en la zona. Por otro lado, continúan manteniéndose diferencias entre las comunidades de las dos estaciones y la Estación 2 presenta abundancias superiores de ciertas especies de invertebrados características de costa abierta. Estas diferencias se deben principalmente a la cercanía de la Estación 1 al vertido de la empresa Barna S.A. En la Estación 2, más expuesta al oleaje y con una mayor renovación de aguas, el impacto potencial de dicho vertido queda mitigado. Ante unas condiciones ambientales más favorables, cabría esperar que continúe el avance de especies típicas de costa abierta en la Estación 1 de manera que el zoobentos en el sector comparta una mayor similitud.

5.3.3.2. Fauna submareal

Desde el punto de vista de la estructura y composición de las comunidades, la principal característica de la fauna del Sector Lameropunte fue la alta riqueza total de especies, si lo comparamos con los otros dos sectores que componen la red de estudio. Con un total de 59 especies de invertebrados inventariados en el sector desde 2019, sólo unas pocas especies han superado el 1 % de cobertura: los hidrozooos *Aglaophenia pluma* y *Obelia geniculata*, el cnidario *Anemonia viridis*, los poríferos *Clathrina coriacea*, *Hymeniacidon sanguinea* y *Pachymatisma johnstonia*, el briozoo *Beania magellanica* y el equinodermo *Holothuria forskali* (Tabla 42, Anexo).

En términos generales, desde el inicio del estudio la composición de la comunidad faunística ha sido similar en ambas estaciones del Sector Lameropunte, si bien hasta la Campaña 2020 las especies alcanzaban en general mayores coberturas en la Estación 2 (Tabla 36, Anexo). Desde la Campaña 2021, ambas estaciones se asemejan más entre sí debido al retroceso de cobertura faunística en el sector. Es el caso de invertebrados como: *Aglaophenia pluma*, *Obelia geniculata* y *Pachymatisma johnstonia*.

Las diferencias espaciales entre las dos estaciones que representan el Sector Lameropunte y su variación a lo largo del tiempo han sido analizadas mediante un análisis multivariable de ordenación nMDS (Fig. 5.31). Se plantean dos grupos; en cada uno de ellos las muestras (inventarios promedio) comparten una similitud de al menos un 45 %. En el Grupo A aparecen reunidos los inventarios correspondientes al periodo 2019-2022 de la Estación 1 y periodo 2021-2022 de la Estación 2. El Grupo B reúne los inventarios de la Estación 2 del periodo 2017-2020, junto con la campaña de 2018 de la Estación 1. Finalmente, el inventario de la campaña inicial de 2017 de la Estación 1 aparece de forma aislada.

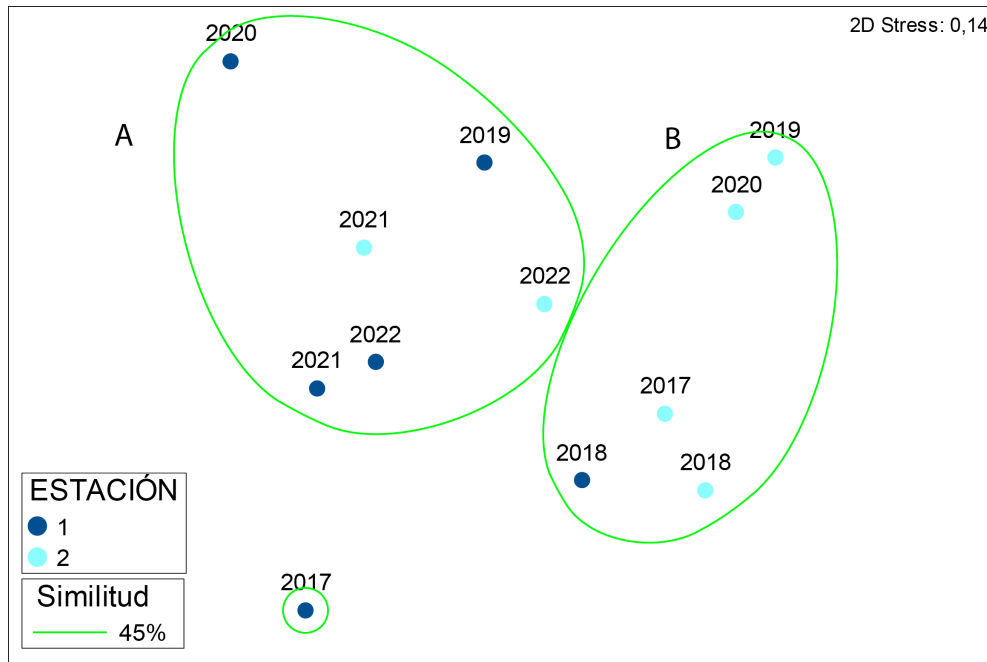


Figura 5.31. Análisis de ordenación nMDS de los inventarios promedio cada año (periodo 2019-2022) y estación de muestreo (Estación 1: 1; Estación 2: 2) de la zona submareal del Sector Lameropunte. Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

Según la prueba SIMPER, la Estación 1 en 2017 se separa del resto por presentar la mayor abundancia del cnidario *Anemonia viridis* y carecer de invertebrados como *Aglaophenia pluma*, *Beania magellanica* y *Obelia geniculata*. Por su parte, el Grupo A se diferencia del Grupo B por poseer menores abundancias de todas las especies que forman en zoobentos del sector, exceptuando *Beania magellanica* y *Bittium reticulatum* que son más abundantes.

Tomando como referencia la campaña inicial de 2017, los resultados obtenidos en el periodo 2018-2020 ponían de manifiesto una mejora en las condiciones ambientales del Sector Lameropunte debida principalmente al avance de especies típicas de costa abierta como *Aglaophenia pluma*, *Obelia geniculata* e *Hymeniacidon sanguinea*. Sin embargo, estas mismas especies y, en general toda la fauna, experimenta un retroceso en 2021 y 2022. La evolución de las comunidades de invertebrados del sector será de especial interés debido a su proximidad con el efluente de aguas residuales que vierte en la zona intermareal.

5.3.4. Sector Mundaka

5.3.4.1. Fauna Intermareal

En la Tabla 43 (Anexo) se muestra la cobertura media por estación de las especies registradas durante el periodo 2019-2022 en el Sector Mundaka. Durante este periodo, los herbívoros *Patella ulyssiponensis* y *Paracentrotus lividus* alcanzaron coberturas por encima del 1 %. El resto de las especies presentaron valores de cobertura inferiores. Considerando el Sector Mundaka en su conjunto, se registraron 31 especies en 2022.

La cobertura de las especies de invertebrados en función de los dos niveles de marea estudiados durante el periodo 2019-2022 se recogen en la Tabla 44 (Anexo).

En ambas estaciones, el herbívoro *Patella ulyssiponensis* era más abundante en el nivel superior de marea (+1,2 m). Considerando la campaña de 2022, la lapa *Patella ulyssiponensis* (0,6 %) seguida del erizo *Paracentrotus lividus* (0,8 %) fueron los invertebrados más abundantes en el nivel intermareal más alto (+1,2 m) de la Estación 1. Otras especies como *Apophyale perieri* y *Polyopthalmus pictus* fueron también abundantes, pero debido a su menor tamaño alcanzaron coberturas testimoniales (en torno al 0,5 %). En el nivel de marea inferior (+0,75 m) los invertebrados más abundantes fueron *Paracentrotus lividus*, *Bittium reticulatum* y *Polyopthalmus pictus*, aunque con coberturas testimoniales también.

En la Estación 2, la lapa *Patella ulyssiponensis* (2,5 %) seguida del erizo *Paracentrotus lividus* (1,2 %) fueron los invertebrados más abundantes en el nivel más alto (+1,2 m). En el nivel inferior (+ 0,75 m) el erizo *Paracentrotus lividus* fue abundante, alcanzando un 1,3 % de cobertura. El resto de invertebrados presentaron coberturas testimoniales (<0,5 %).

Las diferencias espaciales entre las dos estaciones que representan el Sector Mundaka y su variación a lo largo del tiempo durante el periodo 2014-2022 han sido analizadas mediante análisis multivariantes (Fig. 5.32). El diagrama nMDS resultante se observan 4 grupos con un nivel de similitud de al menos un 40 %.

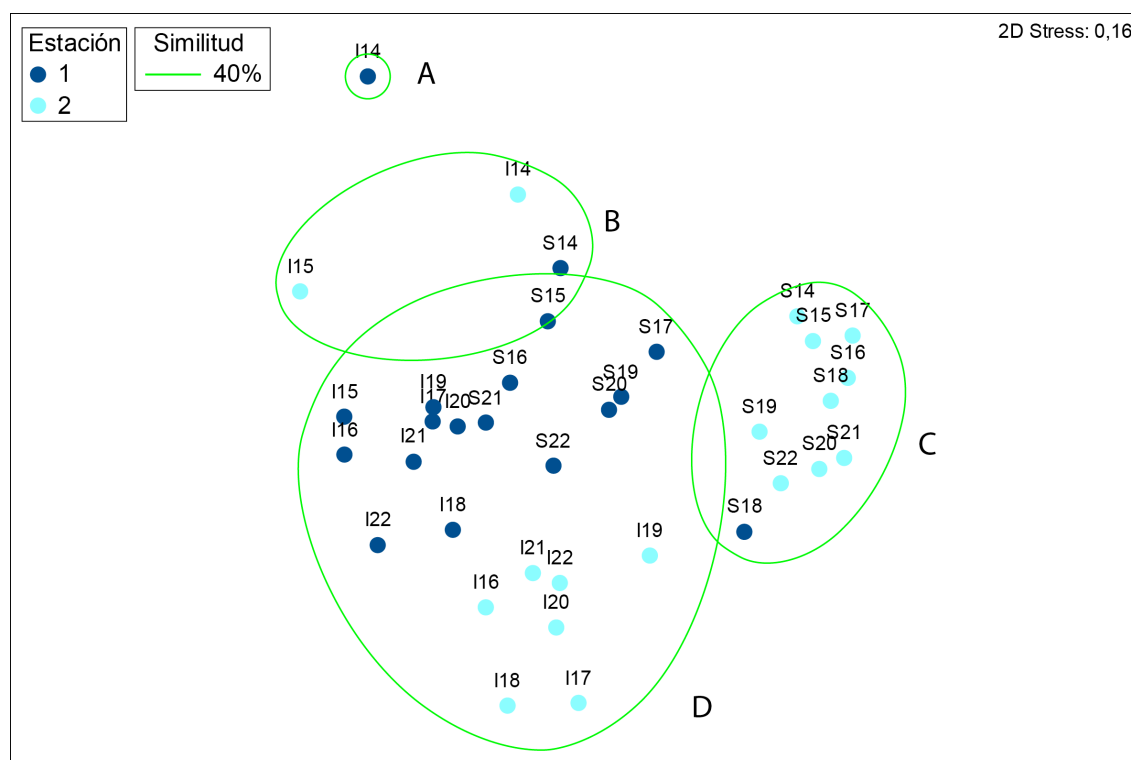


Figura 5.32. Análisis de ordenación nMDS de los inventarios promedio de la fauna intermareal de Mundaka para cada año (periodo 2014-2022) y estación de muestreo de la zona intermareal. S: Nivel +1,2 m; I: Nivel +0,75 m; Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

El inventario promedio del nivel inferior de la Estación 1 correspondiente a la campaña inicial de 2014 aparece aislado del resto de inventarios (Grupo A). La prueba SIMPER indica que durante este año los poliquetos oportunistas *Polydora* spp. eran los invertebrados dominantes en el nivel intermareal inferior de esta estación.

El Grupo B reúne las dos campañas iniciales (años 2014 y 2015) de nivel inferior de la Estación 2 junto con la campaña inicial del nivel superior de la Estación 1. Según la prueba SIMPER invertebrados como *Janua heterostropha*, *Clibanarius erythropus*, *Cliona celata* y *Gibbula umbilicalis* presentan mayores coberturas en el Grupo B.

En el Grupo C aparecen la totalidad de los inventarios del nivel superior de la Estación 2 y el inventario del nivel inferior de la Campaña 2018 de la Estación 1.

Finalmente, el Grupo D reúne prácticamente al resto de los inventarios de la Estación 1 y a todos los del nivel inferior de la Estación 2. Según la prueba SIMPER estas diferencias se deben a que *Patella ulyssiponensis*, *Paracentrotus lividus* y *Chthamalus stellatus* son más abundantes en el Grupo C y *Bittium reticulatum* es más abundante en el Grupo D.

A la vista de los resultados se puede afirmar que la fauna de la Estación 1 presentaba en el inicio del estudio un estado ecológico peor que la Estación 2. La evolución desde el año 2015 en la Estación 1 fue positiva con la desaparición del poliqueto bioindicador de elevadas tasas de sedimentación *Polydora* spp. Asimismo, el avance de los herbívoros típicos de costa abierta *Bittium reticulatum* y *Gibbula umbilicalis* en la Estación 1 desde el año 2018 es considerado un resultado positivo. Bajo unas condiciones favorables se espera una mayor similitud entre las comunidades faunísticas de las dos estaciones del sector, y el incremento de especies típicas de costa abierta en el Sector como *Paracentrotus lividus* y *Patella ulyssiponensis*.

5.3.5. Diferencias espacio-temporales de la fauna bentónica

5.3.5.1. Parámetros estructurales de la fauna intermareal

La evolución de la riqueza de especies de invertebrados durante el periodo 2014-2022 en el área de estudio se muestra en la Figura 5.33. En general, se detecta una alta variabilidad temporal y espacial. Haciendo una valoración global, destaca la evolución positiva de la Estación 1 del Sector de Lameropunte que presentaba los valores más bajos de riqueza de especies en los dos niveles de marea muestreados en las campañas iniciales y desde la Campaña 2020 este parámetro aumentó significativamente en el nivel superior (6 vs 10 vs 15 vs 15 especies, en 2019, 2020, 2021 y 2022, respectivamente) y en el inferior (7 vs 12 vs 16 vs 17 especies). La Estación 1 del Sector Mundaka ha experimentado oscilaciones notables en los valores de riqueza en ambos niveles de marea. A pesar del retroceso experimentado en la presente campaña, desde 2019 los valores se mantienen muy por encima de los registrados inicialmente. Por otro lado, destaca la Estación 1 de Talaipe por presentar a las comunidades con valores más altos de riqueza del área de estudio en ambos niveles de marea a lo largo de las campañas realizadas (Figs. 5.33 A y B). Asimismo, cabe mencionar la variabilidad espacial dentro del Sector Talaipe, con valores notablemente más altos en la Estación 1.

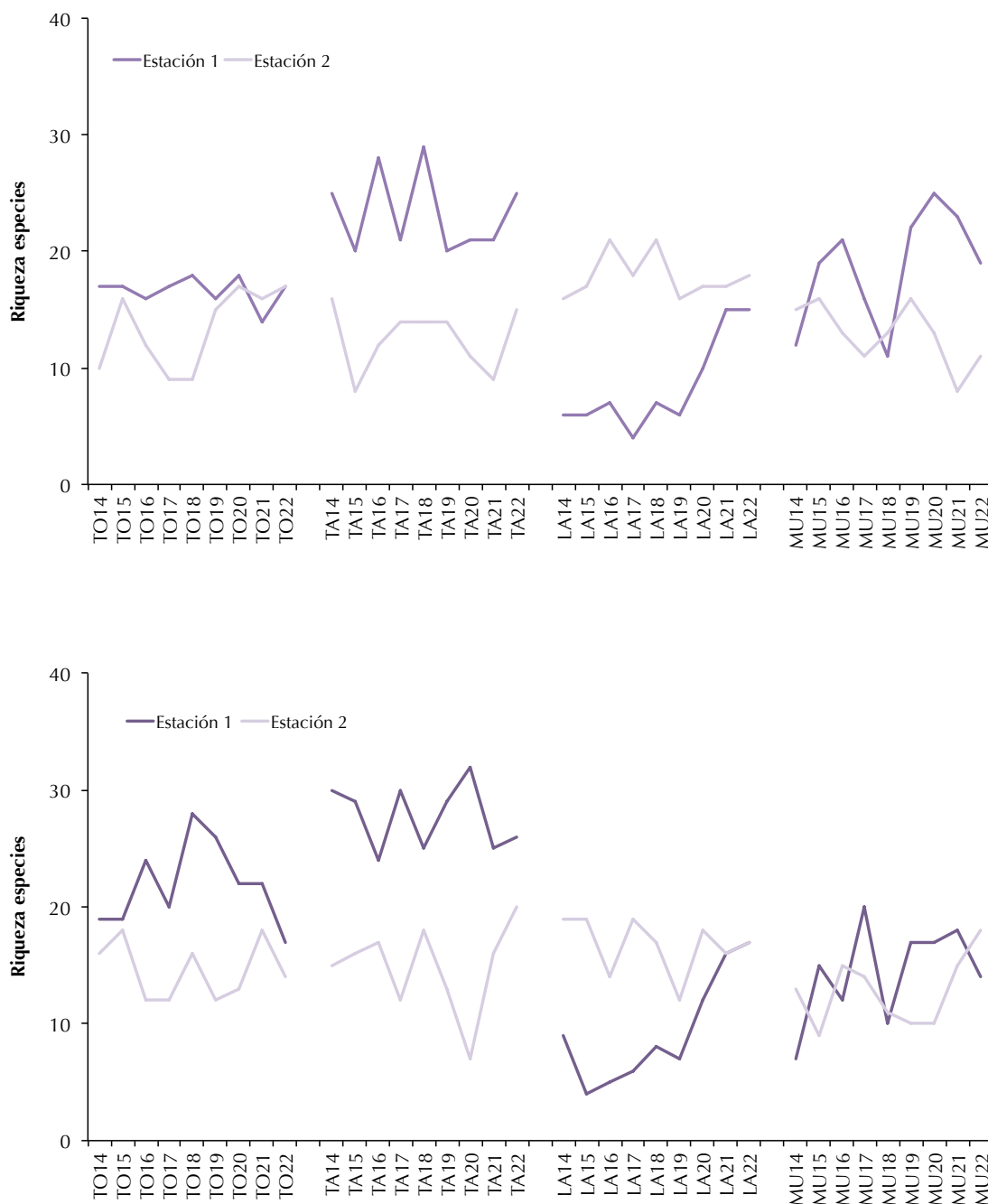


Figura 5.33. Número total de especies de invertebrados registrados en los niveles intermareales +1,2m (gráfico superior) e 0,75m (gráfico inferior) de las estaciones de los 4 sectores estudiados (Tonpoi; Talaipe; Lameropunte; Mundaka) durante el periodo 2014-2022. En 2014 los inventarios del nivel inferior de la Estación 1 fueron realizados a una altura de +0,60 m.

En cuanto a la densidad de especies de la fauna intermareal (número medio de especies por superficie de muestreo: 40 cm x 40 cm), la Estación 1 del Sector Lameropunte se caracterizó por presentar desde la Campaña 2014 los valores mínimos del área de estudio en los dos niveles de marea muestreados (Fig. 5.34). La densidad en esta estación presentó un rango pequeño de variación hasta 2019. Desde entonces y a pesar del leve retroceso de 2022, se registra un avance significativo en el nivel intermareal superior (2,6

vs 3,7 vs 7,0 vs 5,9, en 2019, 2020, 2021 y 2022, respectivamente) y en el inferior (2,9 vs 5,1 vs 6,6 vs 6,1). De forma general, destaca la alta variabilidad temporal registrada en la densidad de invertebrados en los dos niveles de marea de todas las estaciones. No obstante, desde 2019 destaca la Estación 1 del Sector Mundaka por presentar valores siempre superiores a los obtenidos al inicio del estudio (nivel superior: 5,8 vs 9,0, en 2014 y 2022 respectivamente; nivel inferior: 2,9 vs 5,8).

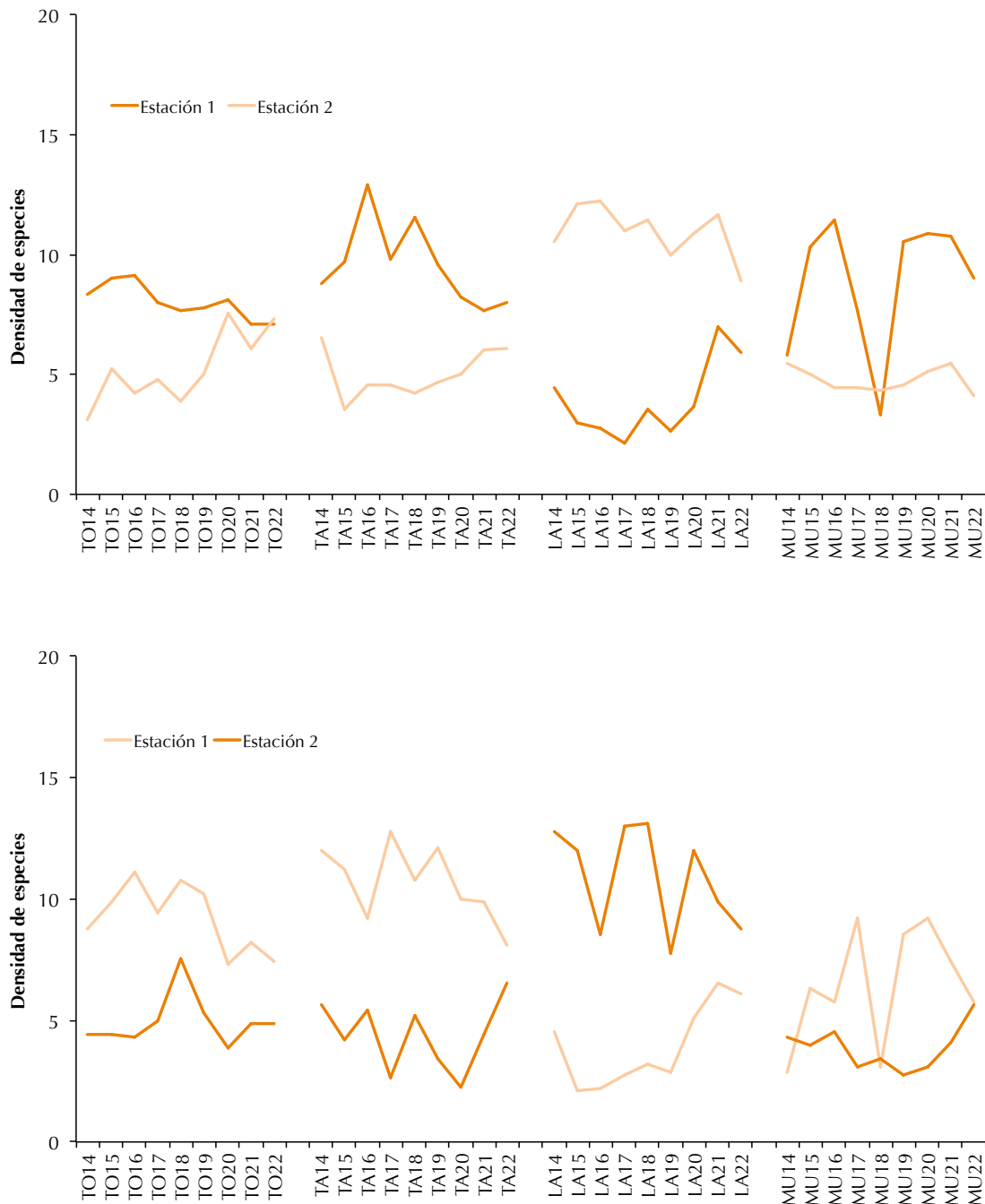


Figura 5.34. Densidad de especies de fauna (sup. 40x40cm) en los niveles intermareales +1,2m (gráfico superior) e 0,75m (gráfico inferior) de las estaciones de los 4 sectores estudiados (Tonpoi; Talaípe; Lameropunte; Mundaka) durante el periodo 2014-2022. En 2014 los inventarios del nivel inferior de la Estación 1 fueron realizados a una altura de +0,60 m.

Durante el periodo 2014-2022 la cobertura acumulada por el conjunto de invertebrados presentó valores y tendencias diferentes según el sector (Fig. 5.35). En el Sector Lameropunte se registraban los valores más altos del área de estudio en las campañas iniciales, especialmente en el nivel inferior de marea. En este sector se observa un patrón descendente, presentando valores cada vez más parecidos al resto de sectores. En los sectores de Tonpoi, Talaipe y Mundaka, la cobertura animal alcanzó valores intermedios a lo largo de las campañas realizadas, y los cambios fueron de menor magnitud.

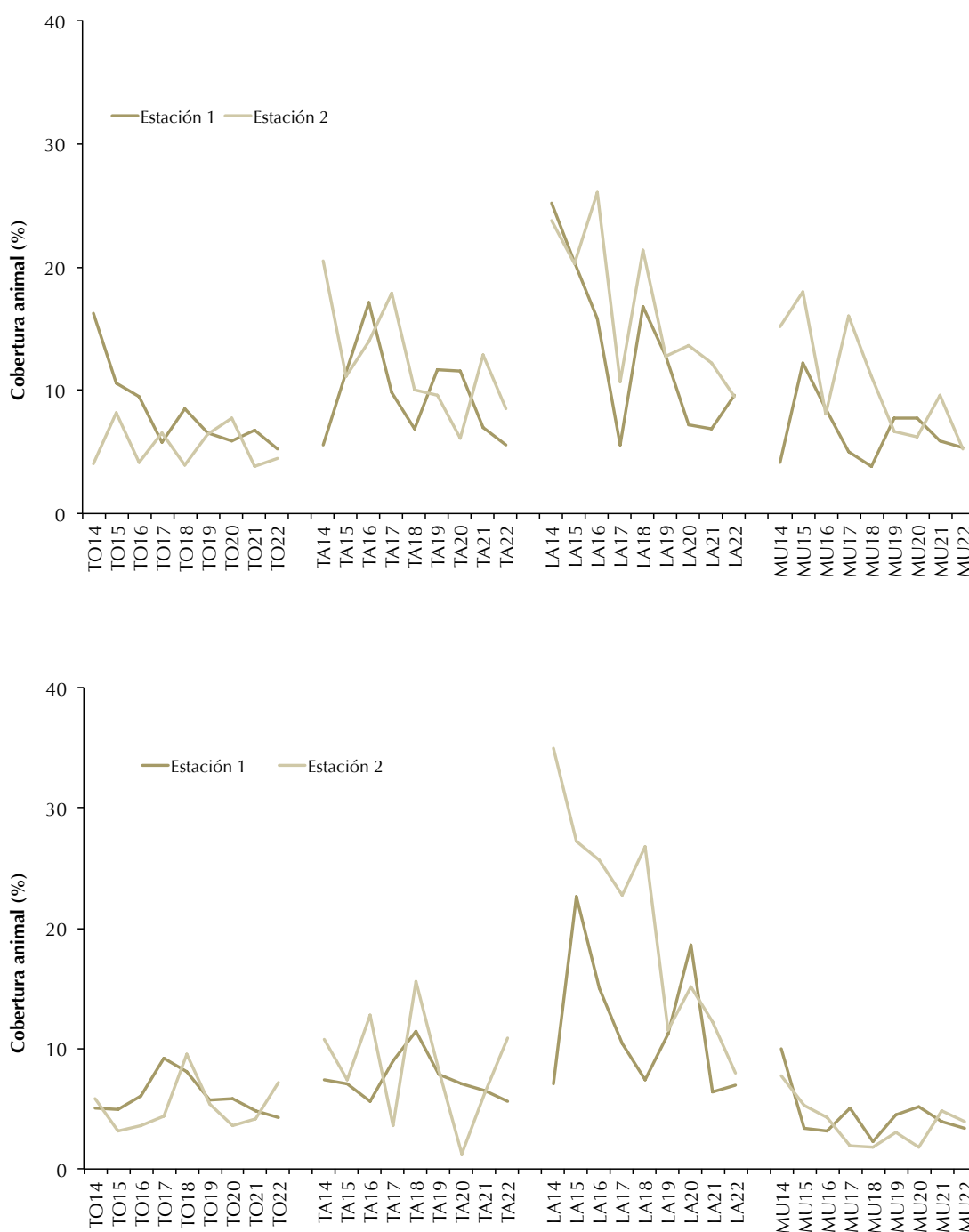


Figura 5.35. Promedio de la cobertura animal en los niveles intermareales +1,2m (gráfico superior) y 0,75m (gráfico inferior) de las estaciones de los 4 sectores estudiados (Tonpoi; Talaipe; Lameropunte; Mundaka) durante el periodo 2014-2022. En 2014 los inventarios del nivel inferior de la Estación 1 fueron realizados a una altura de +0,60 m.

Analizando los cambios de cobertura de las especies en función de su estrategia trófica, se observó que los animales suspensívoros y los de estrategia herbívora fueron los que presentaron los cambios más significativos. En cuanto a los suspensívoros, el Sector Tonpoi y el Sector Talaípe se mantuvieron relativamente estables (Fig. 5.36). Destaca el Sector Lameropunte caracterizado por presentar la mayor abundancia de suspensívoros y los cambios más notables de estos animales del área de estudio. No obstante, se observa una tendencia descendente a lo largo de los años, destacando su menor abundancia en los dos últimos años. Por otro lado, cabe mencionar el notable retroceso de la Estación 1 del Sector Mundaka que pasó de presentar coberturas de suspensívoros de 9,3 % en 2014 a mantener valores inferiores al 1 % en el resto de campañas realizadas.

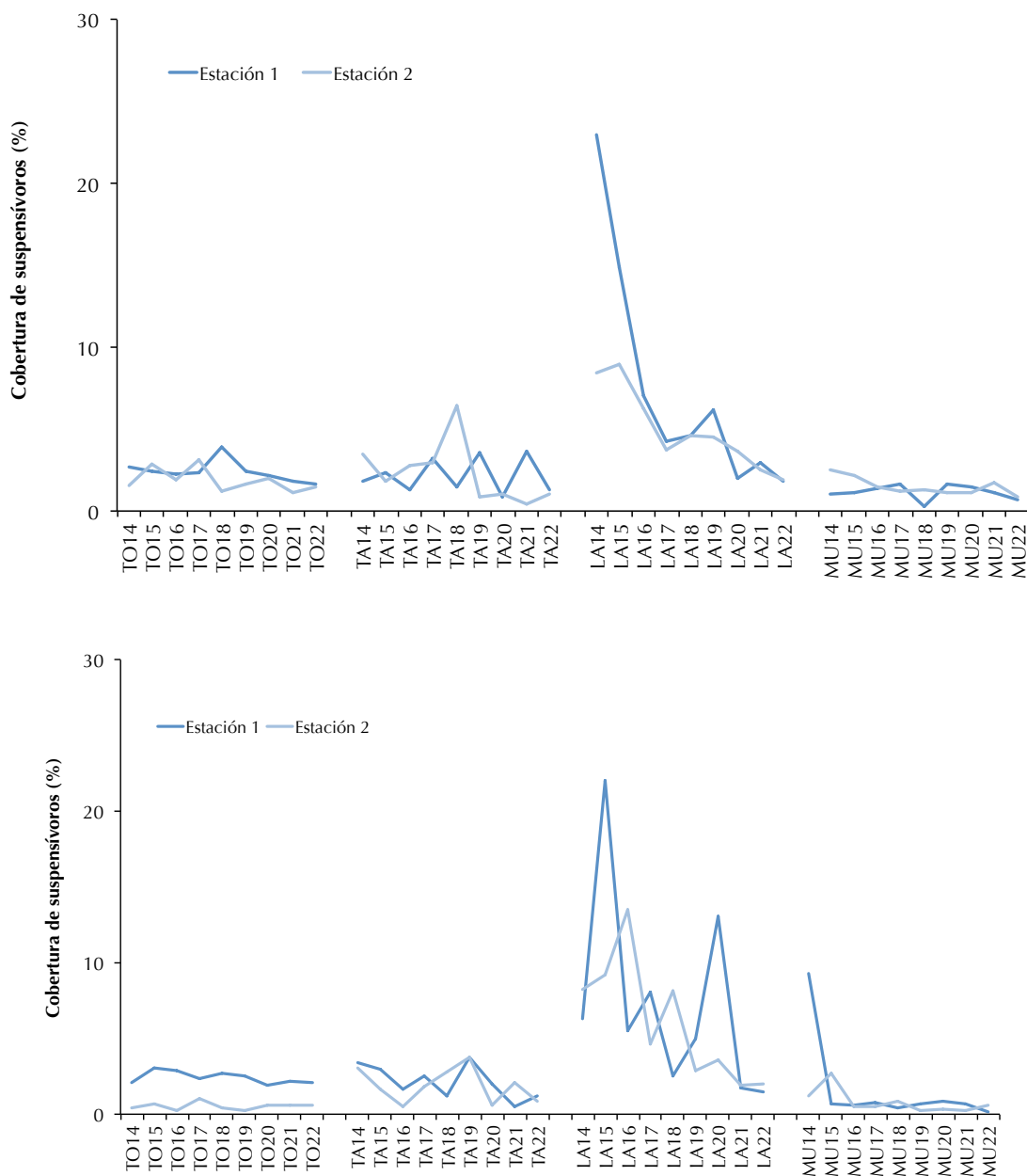


Figura 5.36. Promedio de la cobertura acumulada de animales con estrategia suspensívora en los niveles intermareales superior (A) e inferior (B) de las estaciones de los 4 sectores estudiados (Tonpoi; Talaípe; Lameropunte; Mundaka) durante el periodo 2014-2021. En 2014, los inventarios del nivel inferior de la Estación 1 fueron realizados a una altura de +0,60 m. En 2014 los inventarios del nivel inferior de la Estación 1 fueron realizados a una altura de +0,60 m.

Considerando el grupo de los animales herbívoros, resalta la elevada variabilidad temporal en el área de estudio, tanto en el nivel intermareal superior como en el inferior (Fig. 5.37). Cabe mencionar como dato positivo, el aumento de la presencia de fauna herbívora en los niveles inferiores de la Estación 1 del Sector Lameropunte y de la Estación 1 del Sector Mundaka, donde prácticamente estaba ausente en la primeras campañas realizadas durante los años 2014 y 2015.

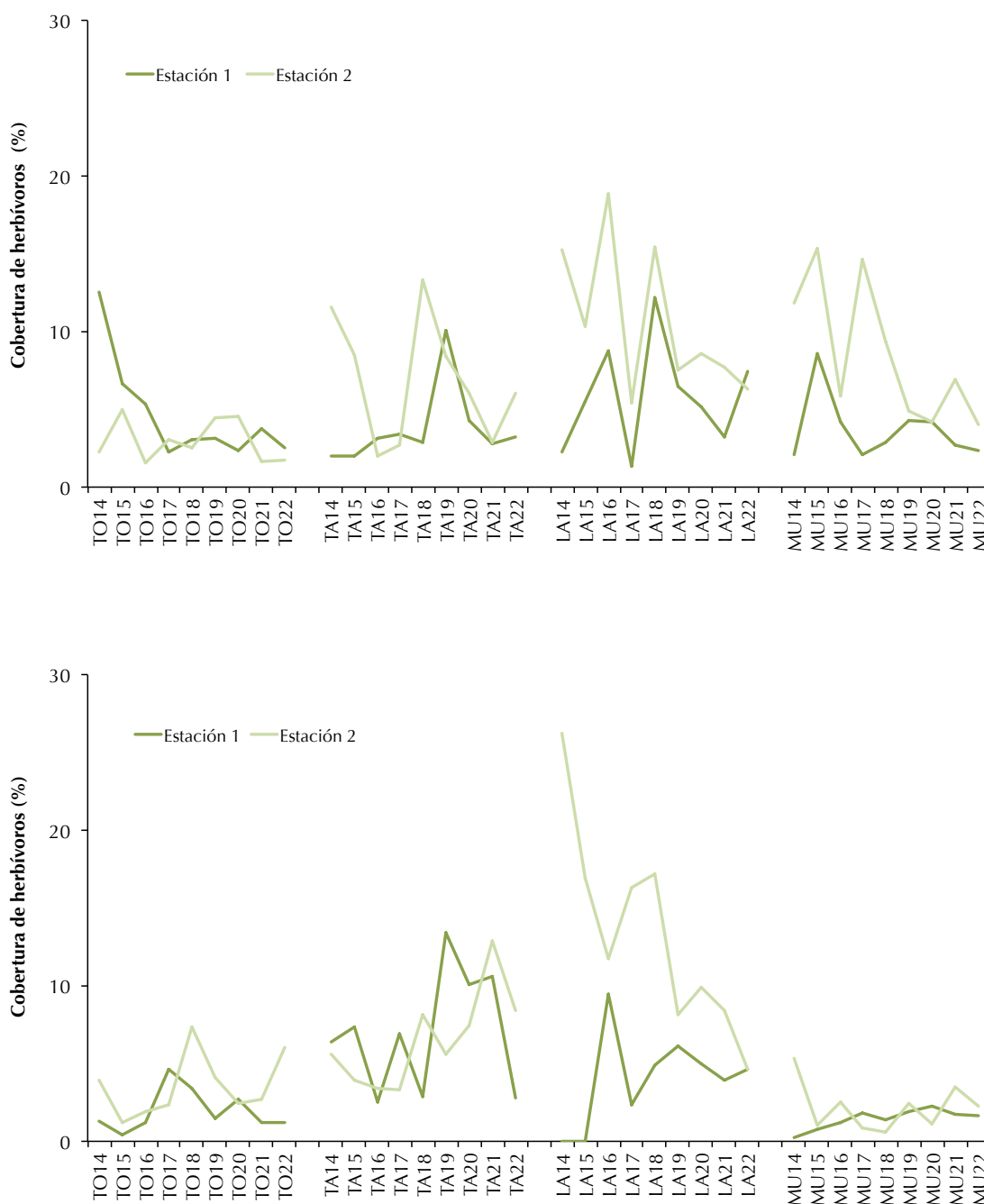


Figura 5.37. Promedio de la cobertura acumulada de animales con estrategia herbívora en los niveles intermareales superior (A) e inferior (B) de las estaciones de los 4 sectores estudiados (Tonpoi; Talaipe; Lameropunte; Mundaka) durante el periodo 2014-2021. En 2014, los inventarios del nivel inferior de la Estación 1 fueron realizados a una altura de +0,60 m. En 2014 los inventarios del nivel inferior de la Estación 1 fueron realizados a una altura de +0,60 m.

5.3.5.2. Similitud faunística entre estaciones del intermareal

La similitud entre los inventarios promedio para cada año, nivel intermareal y estación fue explorada mediante la aplicación de técnicas multivariantes. Con objeto de visualizar con más detalle las diferencias espacio-temporales de las comunidades, se realizaron análisis de ordenación con los dos niveles intermareales por separado (Figs. 5.38 y 5.39).

La fauna del nivel intermareal superior (Fig. 5.38) queda dividida en seis grupos que reúnen dentro de ellos inventarios con una similitud del 55 %. El grupo más numeroso, el Grupo A, reúne todos los inventarios del Sector Tonpoi, la práctica totalidad de los del Sector Talaípe junto con la campaña de 2016 y el periodo 2018-2022 de la Estación 1 del Sector Lameropunte. Todos los inventarios de la Estación 2 de Lameropunte quedan reunidos en el Grupo B. El Grupo C está formado por los inventarios de la Estación 1 del Sector Mundaka en los periodos 2015-2016 y 2019-2022 y las campañas 2014, 2018 y 2022 de la Estación 1 de Talaípe.

Según la prueba SIMPER, aunque los tres grupos poseen *Patella ulyssiponensis*, *Paracentrotus lividus* y *Perforatus perforatus* estos son más abundantes en el Grupo B, mientras *Polyopthalmus pictus*, *Tritia incrassata* y *Clibanarius erythropus* son característicos del Grupo C. Por otro lado, y de forma aislada aparecen las dos campañas iniciales de la estación 1 de Lameropunte (Grupo D), esta misma estación en 2017 (Grupo E) y la campaña inicial de la Estación 1 de Mundaka (Grupo F). Según la prueba SIMPER, el grupo D posee los valores de abundancia más elevados de los bivalvos *Mytilus galloprovincialis* y *Pholas dactylus*. El Grupo E y el Grupo F son los únicos en presentar los bioindicadores de contaminación *Polydora* spp., alcanzando estos invertebrados las máximas abundancias en el Grupo E.

En cuanto a la fauna del nivel inferior, queda dividida en tres grupos dentro de los cuales los inventarios comparten una similitud del 35 % (Fig. 5.39). Por un lado el Grupo A, que reúne los inventarios de la Estación 1 del Sector Lameropunte en las dos campañas iniciales (2014 y 2015) y en la campaña 2017 junto con el inventario inicial de la Estación 1 del Sector Mundaka (2014). El resto de los inventarios del Sector Mundaka, todos los de la Estación 1 de Tonpoi, la mayor parte de las campañas de la Estación 2 de Talaípe y alguno de la Estación 1 de Talaípe aparecen reunidos en el Grupo B. Por último, en el Grupo C aparecen los inventarios del resto de campañas del Sector Lameropunte, todos los de la Estación 1 de Tonpoi y la mayor parte de los de la Estación 1 de Talaípe (exceptuando las campañas de 2016 y 2022).

Según la prueba SIMPER, el Grupo A se diferencia del B y C por presentar una mayor abundancia del bioindicador de contaminación *Polydora* spp. y del bivalvo *Mytilus galloprovincialis* y carecer del erizo *Paracentrotus lividus*. A su vez, el erizo y la lapa *Patella ulyssiponensis* son más abundantes en el Grupo C, mientras que el Grupo B presenta las mayores coberturas del gasterópodo *Bittium reticulatum*.

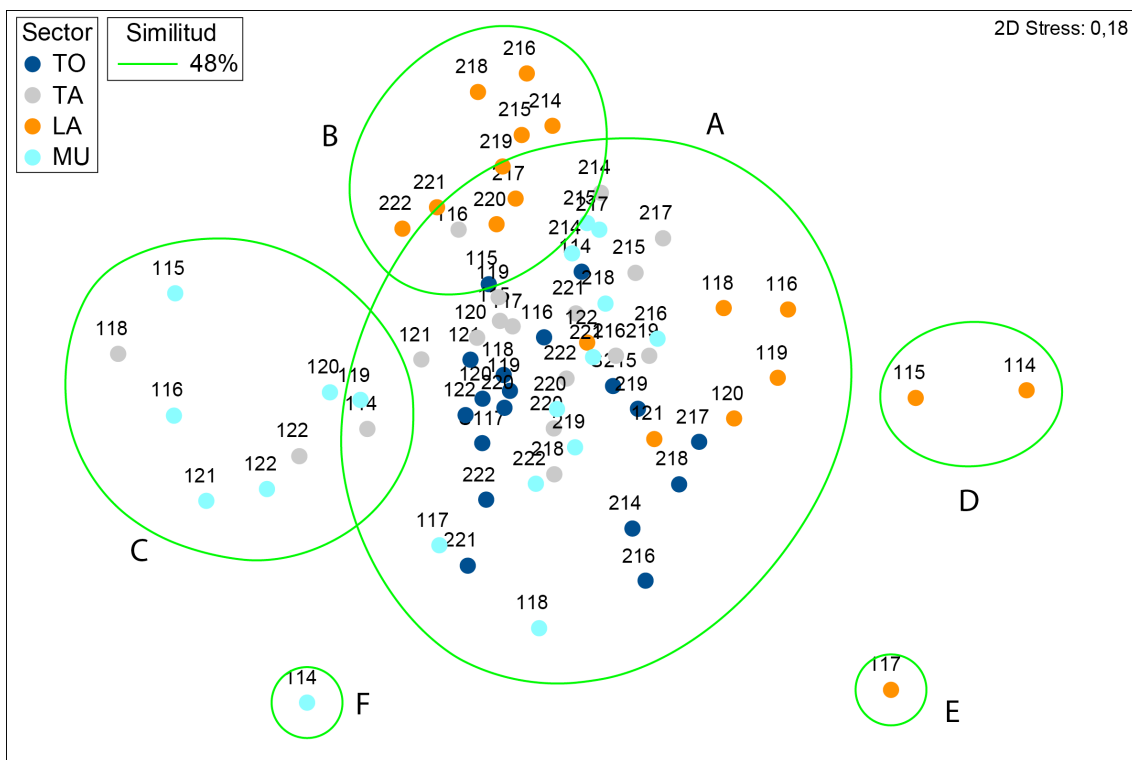


Figura 5.38. Análisis de ordenación MDS de los inventarios promedio de la fauna registrada en el periodo 2014-2022 en las estaciones de los 4 sectores estudiados (TO: Tonpoi; TA: Talaípe; LA: Lameropunte; MU: Mundaka). Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

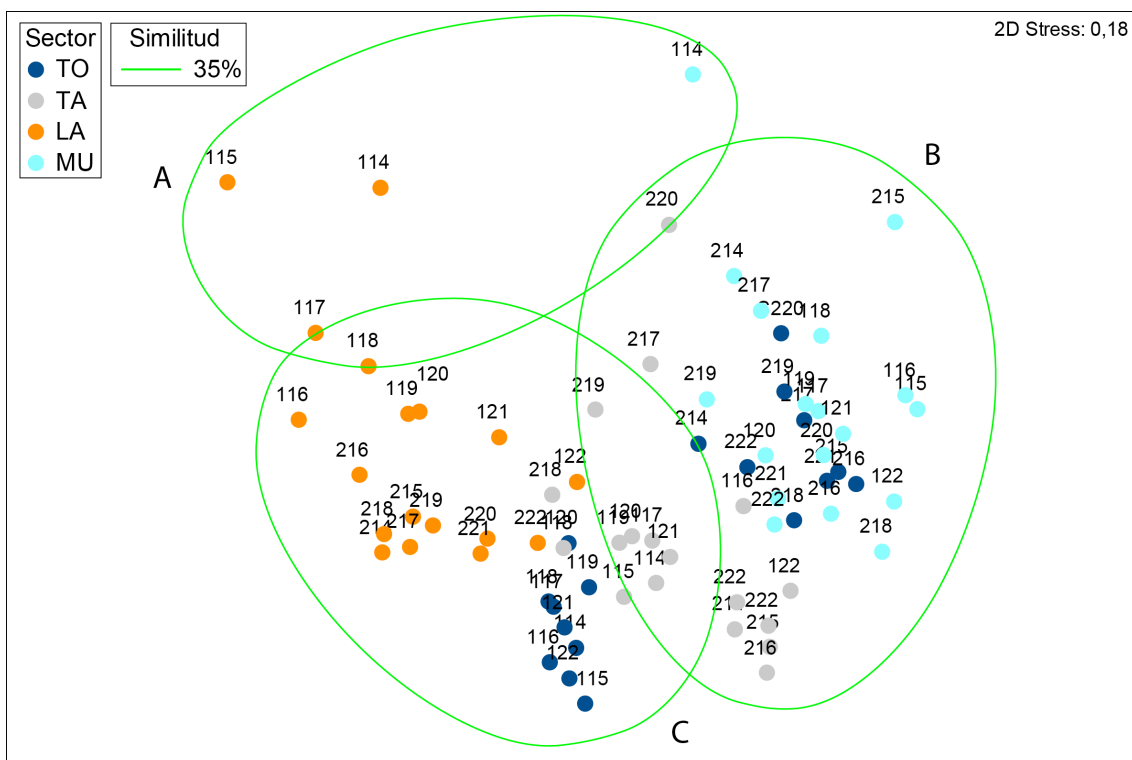


Figura 5.39. Análisis de ordenación MDS de los inventarios promedio de la fauna registrada en el periodo 2014-2022 en las estaciones de los 4 sectores estudiados (TO: Tonpoi; TA: Talaípe; LA: Lameropunte; MU: Mundaka). Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

5.3.5.3. Parámetros estructurales de la fauna submareal

Tanto la riqueza de especies (Fig. 5.40) como la densidad o media de especies por inventario (Fig. 5.41) registradas en el área de estudio presentaron diferencias espaciales y temporales notables. En cuanto a las diferencias espaciales, destacan las diferencias dentro de un mismo Sector. Este hecho es más acusado en el Sector Talaípe, donde en la Estación 2 se alcanzan a lo largo de la serie temporal los valores mínimos del área de estudio en ambos parámetros. Por el contrario, la Estación 2 de Lameropunte alcanza los valores máximos del área de estudio desde el inicio del estudio. En cuanto a la variabilidad temporal, destaca la tendencia ascendente de la riqueza de invertebrados en la Estación 2 de Tonpoi desde la Campaña 2019, mientras que en la Estación 1 de Talaípe se detecta un retroceso desde ese mismo año (Fig. 5.40). La densidad de invertebrados presenta las oscilaciones temporales más notables en el Sector Tonpoi y en la Estación 2 del Sector Lameropunte (Fig. 5.41).

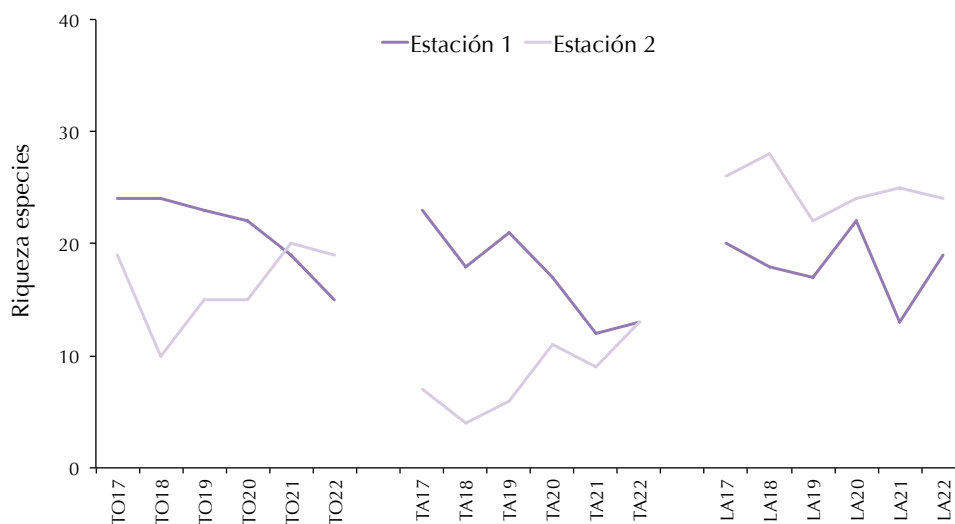


Figura 5.40. Número total de especies registradas en el zoobentos submareal de las estaciones de los 3 sectores estudiados (Tonpoi: TO; Talaípe: TA; Lameropunte: LA) en los veranos del periodo 2017-2022. Los valores de la Estación 1 de Tonpoi de los años 2021 y 2022 corresponden a la nueva estación: Estación 1N.

En cuanto a la cobertura promedio alcanzada por el conjunto de invertebrados destacan los bajos valores del área de estudio en general, siendo la Estación 2 del Sector Talaípe la que presenta los valores más bajos desde el inicio de estudio (Fig. 5.42). En cuanto a los cambios temporales, se registró un avance en la mayoría de las estaciones estudiadas durante las campañas de 2019 y 2020, siendo más significativo en la Estación 2 del Sector Tonpoi y Lameropunte. No obstante, en la Campaña 2021 se registró un retroceso generalizado de la cobertura animal en la totalidad de las estaciones que componen la red de estudio. En la última Campaña 2022 se registra un tímido avance, a excepción de la Estación 2 de Talaípe donde el valor de cobertura animal continua descendiendo.

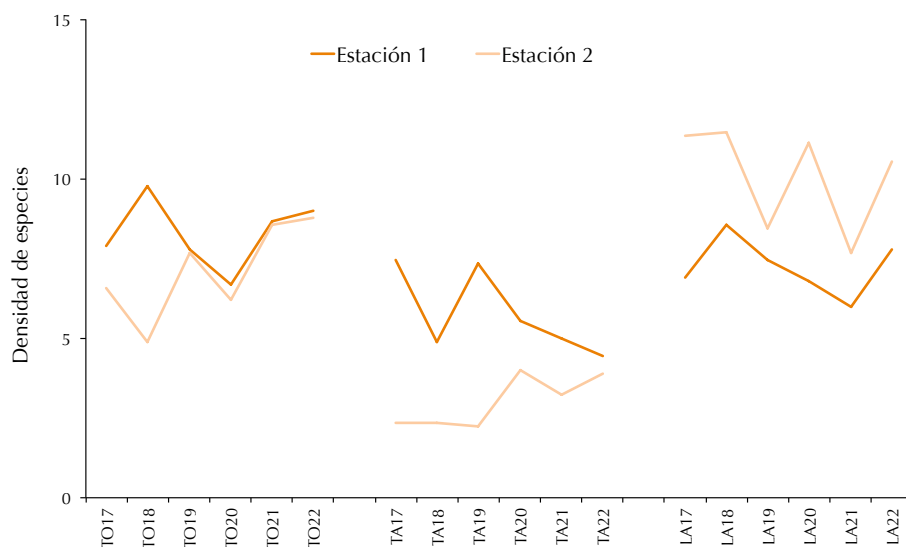


Figura 5.41. Densidad de especies de fauna (sup. 40x40cm) en el submareal de las estaciones de los 3 sectores estudiados (Tonpoi: TO; Talaípe: TA; Lameropunte: LA) en los veranos del periodo 2017-2022. Los valores de la Estación 1 de Tonpoi de los años 2021 y 2022 corresponden a la nueva estación: Estación 1N.

Realizando un análisis de la cobertura de las especies en función de si se asientan en el estrato basal (fauna basal) o bien tienen la capacidad de crecer encima de las algas (especies epífitas) se obtienen los resultados representados gráficamente en las Figuras 5.43 y 5.44.

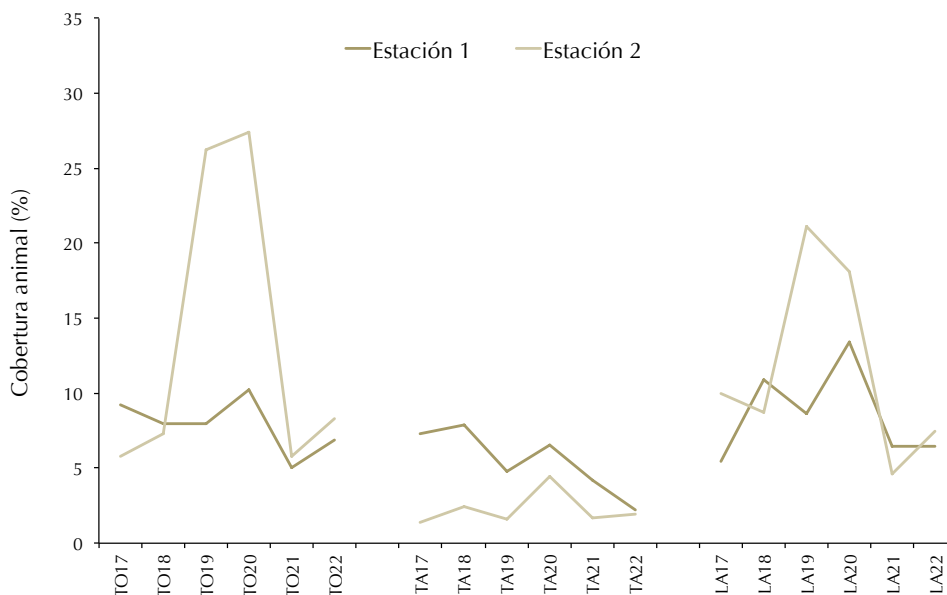


Figura 5.42. Promedio de la cobertura animal en el submareal de las estaciones de los 3 sectores estudiados (Tonpoi: TO; Talaípe: TA; Lameropunte: LA) en los veranos del periodo 2017-2022. Los valores de la Estación 1 de Tonpoi de los años 2021 y 2022 corresponden a la nueva estación: Estación 1N.

En estas gráficas se observa que, si bien los cambios más acusados se deben a variaciones en la fauna de estratégica epífitas, también las especies basales muestran variaciones

significativas a lo largo de los años. Se registran picos de abundancia en la fauna epífita, que en general es extraordinariamente escasa en el área de estudio, especialmente en la Estación 1 el Sector de Talaípe. En este sentido, en el periodo 2021-2022 destaca el retroceso del Sector Lameropunte. Cabe señalar que las especies catalogadas como epífitas en el presente estudio eran en su mayoría especies de hidrozoos que, si bien tienen la capacidad de vivir epífitas sobre algas de gran porte, en ausencia de éstas se encontraban formando parte del estrato basal.

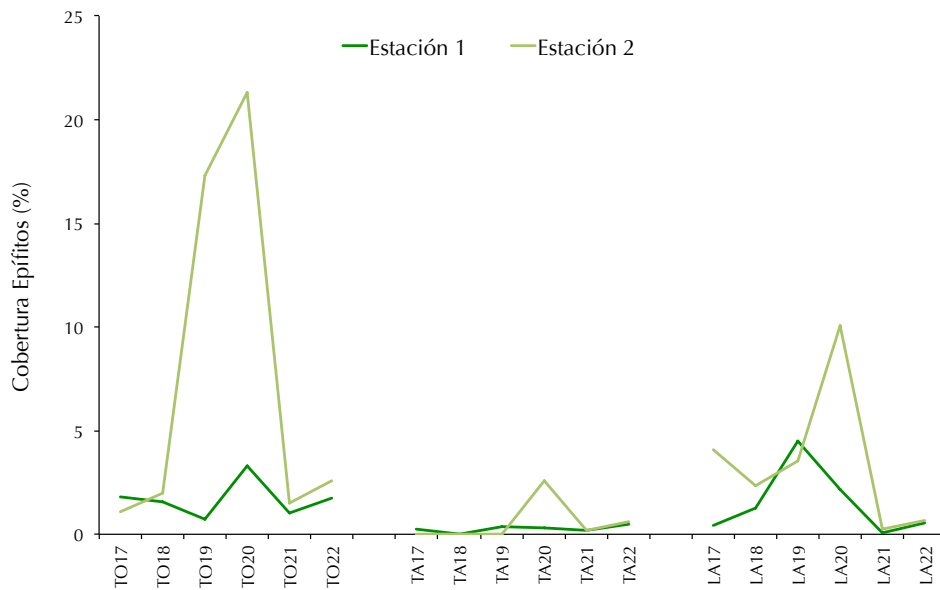


Figura 5.43. Promedio de la cobertura acumulada de fauna epífita en el submareal de las estaciones de los 3 sectores estudiados (Tonpoi: TO; Talaípe: TA; Lameropunte: LA) en los veranos del periodo 2017-2022. Los valores de la Estación 1 de Tonpoi de los años 2021 y 2022 corresponden a la nueva estación: Estación 1N.

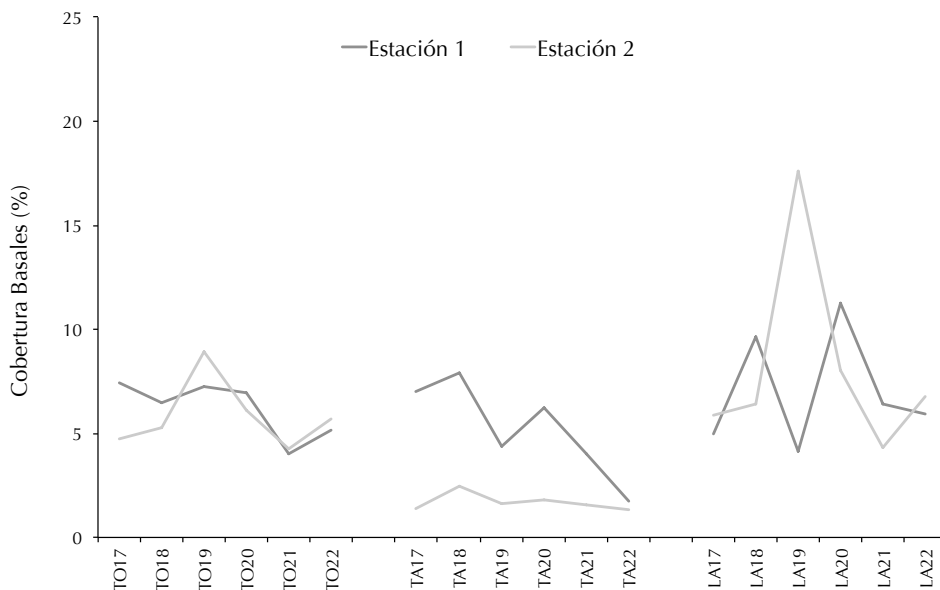


Figura 5.44. Promedio de la cobertura acumulada de fauna basal en el submareal de las estaciones de los 3 sectores estudiados (Tonpoi: TO; Talaípe: TA; Lameropunte: LA) en los veranos del periodo 2017-2022. Los valores de la Estación 1 de Tonpoi de los años 2021 y 2022 corresponden a la nueva estación: Estación 1N.

5.3.5.2. Similitud faunística entre estaciones del submareal

La similitud espacial y temporal entre los inventarios promedio de cada estación fue explorada mediante la aplicación de técnicas multivariantes. En el gráfico resultante del análisis de clasificación (Fig. 5.45), se identifican 4 grupos a un nivel de similitud de 40%. Por un lado, el Grupo A con un único inventario correspondiente a la Estación 1 del Sector Lameropunte el año 2020. Por otro lado, el Grupo B, con dos campañas de la Estación 2 del Sector Tonpoi (2019 y 2020). El Grupo C reúne la práctica totalidad de los inventarios del Sector Tonpoi y del Sector Lameropunte. En el Grupo D quedan clasificados casi todos los inventarios del Sector de Talaipe junto con los de la Estación 1 de Lameropunte de los años 2017, 2021 y 2022 y la Estación 2 de Tonpoi en 2017.

De acuerdo a la rutina SIMPER, la mayor abundancia del briozoo *Beania magellanica* caracteriza al Grupo A, mientras que el hidrozoo *Aglaophenia pluma*, el bivalvo perforante *Rocellaria dubia* y el porífero *Clathrina coriacea* son más abundantes en el Grupo B. Los grupos C y D presentan coberturas moderadas de estos invertebrados y tienen invertebrados distintivos como *Hymeniacion sanguinea* y *Anemonia viridis*. La diferencia entre los Grupos C y D en una mayor abundancia de *Bittium reticulatum* en el Grupo D, mientras que en el Grupo C el resto de las especies son en general más abundantes.

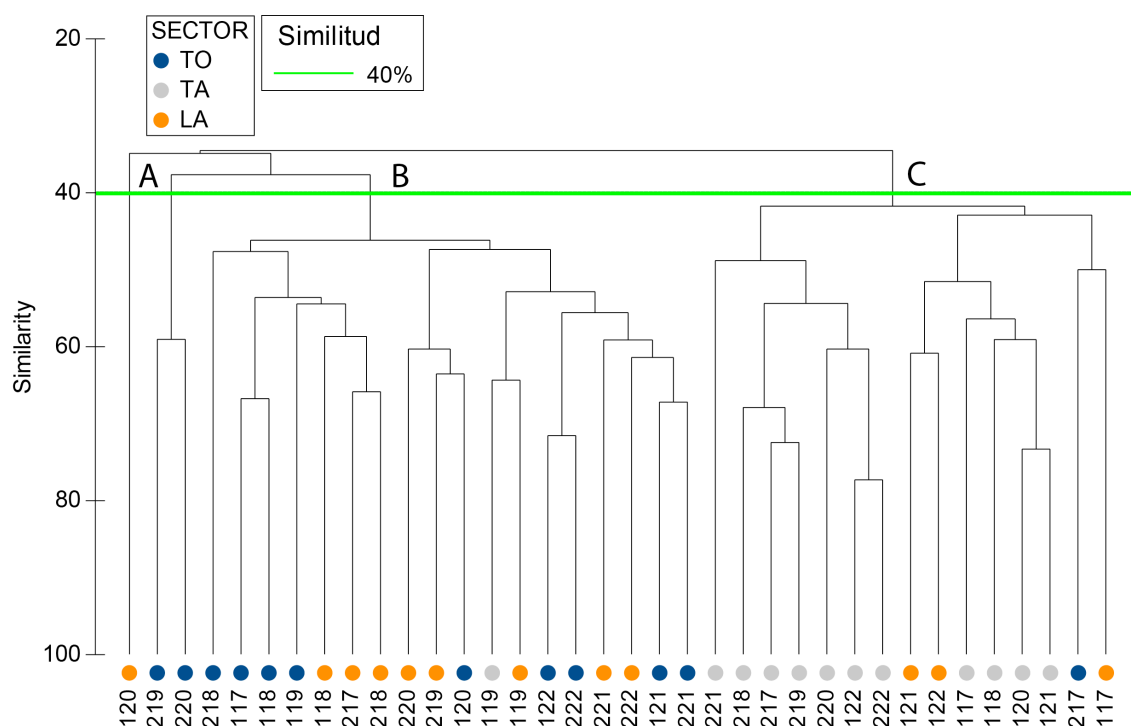


Figura 5.25. Análisis de clasificación de los inventarios promedio del zoobentos submareal registrado en 2017 (17), 2018 (18), 2019 (19), 2020 (20), 2021 (21) y 2022 (22) en las estaciones (1: Estación 1; 2: Estación 2) de los 3 sectores estudiados (TO: Tonpoi; TA: Talaipe; LA: Lameropunte). Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

5.3.6. Discusión

En cuanto a las comunidades faunísticas intermareales del área de estudio y tomando como referencia la información existente sobre el zoobentos rocoso intermareal de la costa vasca (Bustamante et al., 2010; Díez et al., 2012a) se puede concluir que éstas presentaban diferencias significativas en su estado de conservación, tanto a nivel espacial (entre sectores y dentro de un mismo sector) como a nivel temporal (a lo largo de los años estudiados).

El Sector Tonpoi, el Sector Talaípe y la estación 2 del Sector Mundaka, presentan comunidades con un estado de conservación similar a lo esperado en tramos de costa abierta con ausencia de especies indicadoras de contaminación, valores bajos de suspensívoros, fauna poco abundante el nivel inferior de marea y abundancias localmente altas de los herbívoros *Patella ulyssiponensis* y *Paracentrotus lividus* principalmente en el nivel superior de marea.

Las comunidades de invertebrados en los Sectores de Tonpoi, Talaípe y en la Estación 2 del Sector Mundaka han presentado cambios moderados a lo largo del estudio pero que no se asocian con la sucesión de las diferentes etapas del plan de saneamiento de la EDAR de Lamiaran. Los cambios más notables fueron las oscilaciones a lo largo de toda la serie temporal de la diversidad y de la abundancia de herbívoros y parecen estar asociados a la propia variabilidad natural de las comunidades faunísticas que habitan en el intermareal. En el último periodo 2021-2022 variaciones detectadas son leves y se dan en la cobertura de invertebrados que no poseen un carácter bioindicador destacado. Asimismo, durante el último periodo los cambios en la diversidad han sido en líneas generales de pequeña magnitud. Teniendo en cuenta que Talaípe es el Sector más próximo al área de descarga del emisario submareal de la EDAR de Lamiaran, un resultado positivo en la Campaña 2022 es que en este sector se dan los máximos de riqueza, densidad, cobertura de invertebrados y de herbívoros del área de estudio.

Por su parte, en el Sector de Lameropunte y en la Estación 1 del Sector Mundaka destacan ciertos resultados a lo largo del estudio que indican cambios positivos.

Desde la campaña inicial (año 2014), la zona intermareal donde se registró la mayor alteración corresponde a la Estación 1 del Sector Lameropunte. Esta zona se encuentra adyacente al puerto de Bermeo, y por consiguiente, ha recibido durante décadas las aguas residuales del municipio, así como la contaminación derivada de la actividad portuaria en sí. Hay que tener en cuenta que a esta contaminación de fondo, se añade el efecto directo del vertido de la empresa de harinas de pescado Barna S.A., con una elevada carga de materia orgánica y aporte de agua dulce. En el estudio inicial de referencia (2014) la fauna de los dos niveles de marea estudiados se caracterizaba por la dominancia del bivalvo *Mytilus galloprovincialis* (filtrador cuya abundancia elevada es característica de ambientes con elevados aportes de materia orgánica) y de los anélidos *Polydora* spp. (invertebrados oportunistas que indican un exceso en los niveles de sedimentación). Sin embargo, desde el año 2016 la menor abundancia del bivalvo *Mytilus galloprovincialis* y la aparición por primera vez de la lapa *Patella ulyssiponensis* en el nivel superior, junto con el retroceso (2018) y posterior desaparición (desde 2019) del poliqueto oportunista *Polydora* spp. en los dos niveles estudiados indican una mejora en las condiciones ambientales en esta zona.

En el periodo 2019-2022 se registra un nuevo resultado positivo en la Estación 1 del Sector Lameropunte con el notable avance de la riqueza y densidad de invertebrados, que indican unas condiciones ambientales más favorables. Por su parte, la Estación 2 de este Sector presentó desde el inicio del estudio un estado de conservación claramente mejor que el de la Estación 1. Sin embargo, también presentaba desde el inicio valores altos de fauna suspensiva (principalmente del bivalvo *Mytilus galloprovincialis*), indicando un exceso de materia orgánica. En el periodo 2014-2018 presentó oscilaciones significativas de suspensivos. Sin embargo, su menor abundancia en ambos niveles intermareales en el periodo 2019-2022 es un resultado positivo. Por otro lado, en la Campaña 2022 continúan manteniéndose diferencias entre las comunidades de las dos estaciones y la Estación 2 presenta abundancias superiores de ciertas especies de invertebrados características de costa abierta. Ante unas condiciones ambientales más favorables, cabría esperar que continúe el avance de especies típicas de costa abierta en la Estación 1 de manera que el zoobentos en el sector comparta una mayor similitud.

Otros resultados positivos en la zona intermareal se registraron en la Estación 1 del Sector Mundaka, que en 2014 presentaba claros signos de alteración ambiental. La desaparición de los poliquetos oportunistas *Polydora* spp. desde 2015, el aumento progresivo de la lapa *Patella ulyssiponensis* (periodo 2014-2019) y el aumento de la densidad y riqueza de invertebrados a partir de 2019 son síntomas que indicaban una mejora en las comunidades faunísticas. Desde 2018 se aprecia la presencia de especies de fauna herbívora típicas de costa abierta como *Bittium reticulatum* y *Gibbula umbilicalis*, lo cual es síntoma de unas condiciones ambientales favorables para la fauna. Ante unas condiciones ambientales más favorables, cabría esperar que continúe el avance de especies típicas de costa abierta de manera que el zoobentos en el sector comparta una mayor similitud entre las dos estaciones.

En cuanto a la zona submareal y tomando como referencia la información existente sobre el zoobentos rocoso submareal de la costa vasca (Bustamante et al., 2014; 2017), los resultados obtenidos en el presente estudio indican que las comunidades de invertebrados del área de estudio se caracterizan por presentar valores de recubrimiento bajos, en especial de especies con estrategia de crecimiento epífita. La explicación a la escasa ocupación animal parece estar en parte asociada a la ausencia de un estrato de copa de la vegetación que ofrezca el cobijo y soporte necesarios para el desarrollo de comunidades de invertebrados más desarrolladas. Sin embargo, se constatan ciertas diferencias a nivel espacial que apuntan hacia un mejor estado de conservación del zoobentos del Sector Tonpoi y del Sector Lameropunte. A lo largo de la serie temporal, en ambos sectores se alcanzan los rangos de cobertura, diversidad y abundancia de fauna más altos del área de estudio. Por el contrario, el Sector Talaípe es la zona más pobre desde el punto de vista faunístico, destacando la práctica ausencia de formas epífitas. El menor desarrollo de la fauna submareal de Talaípe, Sector más cercano al emisario submareal, podría estar en parte relacionado con su cercanía al puerto de Bermeo (área bajo la influencia de diversas actividades antrópicas y sus impactos potenciales desde hace décadas), las operaciones de construcción del emisario submarino y la posterior descarga de las aguas vertidas por éste.

El zoobentos submareal del área de estudio permaneció relativamente estable en el periodo 2017-2018. Durante el periodo 2018-2021 los cambios fueron más acusados, registrándose de forma simultánea en todos los sectores. Entre estos cambios destacó el avance (2018-2020) y posterior retroceso (2020-2021) de la cobertura faunística. En la

Campaña 2022, se registran tímidos avances de la fauna en los Sectores de Tonpoi y Lamiaran mientras que en el Sector de Talaípe continúa el retroceso. El retroceso de la abundancia animal se detecta en invertebrados epífitos y basales típicos de costa abierta como los hidrozooos *Aglaophenia pluma* y *Orthopyxis integra* y el porífero *Hymeniacion sanguinea*. Ya que ninguna de estas especies presenta un marcado carácter bioindicador los cambios registrados son entendidos como propios de la variabilidad natural de las especies que componen el zoobentos. No obstante, en el periodo 2020-2022 destaca el retroceso de la riqueza y densidad de invertebrados en la Estación 1 del Sector de Talaípe si lo comparamos con los datos obtenidos al inicio del estudio. Ya que este Sector es el más cercano al emisario submareal, será necesario comprobar en futuras campañas el avance de la diversidad. Por otro lado, en la Campañas de 2021 y 2022 es positivo el retroceso de *Beania magellanica* en la Estación 1 de Lameropunte, ya que este invertebrado prolifera en ambientes estresados. La evolución de las comunidades de invertebrados del Sector Lameropunte presenta especial interés debido a su proximidad con el efluente de aguas residuales que vierte en la zona intermareal.

5.4. EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS COMUNIDADES EN EL CONTEXTO DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA 2000/60/CE

En este apartado se exponen los resultados obtenidos al aplicar los procedimientos establecidos por la Directiva Marco del Agua 2000/60/CE (DMA) para evaluar el estado ecológico de las comunidades intermareales y submareales del tramo de costa comprendido entre Punta Tonpoi (Bermeo) y Punta Santa Catalina (Mundaka).

Se aplicó el índice RICQI (*Rocky Intertidal Community Quality Index*) a las comunidades bentónicas intermareales existentes en los cuatro sectores de estudio (Tonpoi, Talaípe, Lameropunte y Mundaka) en el año 2014 (situación previa a la entrada en funcionamiento de la EDAR de Lamiaran), año 2015 (periodo en el que el efluente proveniente de la EDAR era vertido en el arroyo Erroxape), y en el periodo 2016-2021 (después de la entrada en funcionamiento del emisario submarino).

En el caso de las comunidades submareales, no se ha desarrollado hasta la fecha ningún índice oficial para clasificar el estado ecológico en aguas del Mar Cantábrico. Siguiendo las indicaciones de la DMA, la clasificación de las comunidades submareales se ha realizado mediante el juicio de experto. Para ello, en la presente memoria, se ha tomado como información de referencia de las comunidades submareales no alteradas de la costa vasca los estudios realizados por Díez et al. (2014) y Bustamante et al. (2014) para las macroalgas e invertebrados, respectivamente.

En la Tabla 5.3 queda detallada la puntuación obtenida en la evaluación del estado ecológico de las comunidades intermareales (flora y fauna) de las dos estaciones de cada uno de los sectores estudiados a lo largo del estudio (2014-2022) según el índice RICQI.

De acuerdo a este índice, el Sector Tonpoi y el Sector Talaípe se mantuvieron estables sin experimentar cambios notables en su estado ecológico durante el periodo 2014-2022. Desde el inicio del estudio, en el Sector Tonpoi la Estación 1 se clasificó con estado ecológico de 'Bueno' y la Estación 2 con estado ecológico de 'Muy Bueno'. En el Sector Talaípe ambas estaciones quedan clasificadas a lo largo del estudio con estado ecológico

de 'Muy Bueno', a excepción de la Estación 2 que en 2020 que se clasificaba con estado ecológico de 'Bueno'. Por otro lado, la Estación 1 del Sector Lameropunte que se clasificó con el estado ecológico 'Deficiente' (años 2014, 2015 y 2017), en el periodo 2018-2021 se clasifica como 'Moderado' y en 2022 pasa a 'Bueno'. Por otro lado, la Estación 2 del Sector Lameropunte sólo en 2018 obtuvo el estado ecológico de 'Moderado', siendo la clasificación de 'Bueno' el resto de los años estudiados.

Localización vertido	Arroyo Errotxape		Emisario Submarino							Estado ecológico 2022
	No Tratamiento	Trat. 1rio, 2rio, 3rio	Trat. 1rio, 2rio, 3rio	Trat. 1rio, 2rio, 3rio	Trat. 1rio, 2rio, 3rio	Trat. 1rio, 2rio, 3rio	Trat. 1rio, 2rio, 3rio	Trat. 1rio, 2rio, 3rio	Trat. 1rio, 2rio, 3rio + Gernika	
EDAR LAMIARAN	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Tonpoi										
Estación 1	0,790	0,740	0,700	0,700	0,730	0,780	0,720	0,720	0,820	Bueno
Estación 2	0,860	0,920	0,860	0,900	0,970	0,920	0,870	0,930	0,870	Muy Bueno
Talaípe										
Estación 1	0,930	0,850	0,950	0,850	0,850	0,900	0,850	0,830	0,880	Muy Bueno
Estación 2	0,940	0,960	0,950	0,930	0,990	0,940	0,800	0,930	0,940	Muy Bueno
Lameropunte										
Estación 1	0,310	0,270	0,520	0,350	0,520	0,520	0,530	0,490	0,660	Bueno
Estación 2	0,670	0,690	0,670	0,690	0,560	0,710	0,650	0,620	0,620	Bueno
Mundaka										
Estación 1	0,440	0,690	0,500	0,620	0,530	0,620	0,630	0,680	0,670	Bueno
Estación 2	0,780	0,940	0,720	0,910	0,710	0,860	0,810	0,910	0,820	Bueno

Tabla 5.3. Puntuación obtenida (EQR: *Ecological Quality Ratio*) y clasificación del Estado Ecológico (EcoQ) de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio durante el periodo 2014 a 2022 mediante la aplicación del índice RICQI (Díez et al., 2012a). Límites de EQR que definen las clases de estado: Muy bueno/Bueno = 0,82; Bueno/Moderado = 0,60; Moderado/Deficiente = 0,40; Deficiente/Malo = 0,20. Colores que definen las clases de estado: Muy bueno=Azul; Bueno = Verde; Moderado = Naranja; Deficiente = Amarillo; Malo = Rojo.

Finalmente, cabe destacar las oscilaciones registradas en el periodo 2014-2019 en el progreso de las comunidades de las dos estaciones que componen el Sector Mundaka. Por un lado, en la Estación 1 se clasificaban con el estado ecológico 'Moderado' en 2014, 2016 y 2018, y con el estado ecológico 'Bueno' en 2015, 2017 y 2019. Por otro lado, en la Estación 2 se clasificaban con el estado ecológico 'Bueno' en 2014, 2016 y 2018, y con el estado ecológico 'Muy Bueno' en 2015, 2017 y 2019. Sin embargo, desde 2019 hasta la última campaña realizada en 2022 ambas estaciones del Sector mantienen una mayor estabilidad con un estado ecológico 'Bueno' en la Estación 1 y 'Muy Bueno' o 'Bueno', en la Estación 2.

La clasificación del estado ecológico de las comunidades de macroalgas e invertebrados submareales fue realizada mediante el juicio de experto y queda recogida en la Tabla 5.4. Para su valoración se ha tomado como referencia información sobre la estructura de las comunidades submareales de las macroalgas e invertebrados de tramos de la costa vasca no alterados por la contaminación (Bustamante et al., 2014; Díez et al., 2014).

De acuerdo a esta valoración, a lo largo de las campañas realizadas durante el periodo 2017-2022 las comunidades submareales del área de estudio no experimentan cambios notables en la clasificación obtenida de su estado ecológico.

La Estación 1 del Sector Tonpoi mantuvo el estado ecológico 'Moderado' desde el inicio del estudio (periodo 2017-2020) y la nueva Estación 1N mantiene esta clasificación en el periodo 2021-2022. Por su parte, la Estación 2 partió en 2017 de un estado ecológico

'Bueno', fundamentalmente por el buen estado de las macroalgas. Sin embargo, en el periodo 2017-2022 se observan variaciones de leves a moderadas en las variables de flora y fauna consideradas en el juicio de experto, pasando la comunidad en su conjunto a presentar un estado ecológico 'Moderado'.

Estado ecológico (EcoQ) del Bentos Submareal (Juicio de Experto)												
	Ca	MCA	CA	Ra*	Da*	Rf	Df	P-FLO	P-FA	Año	EQR-BENT	EcoQ
TONPOI												
Estación 1	145	21	77	19	9,7	24	7,9	0,42	0,52	2017	0,512	Moderado
	83	10	38	13	5,4	24	9,8	0,23	0,61	2018	0,443	Moderado
	92	16	41	10	5,1	23	7,8	0,27	0,51	2019	0,413	Moderado
	80	3	32	9	4,8	23	6,9	0,17	0,46	2020	0,329	Moderado
Estación 1N	138	33	40	26	12,0	19	8,7	0,47	0,53	2021	0,549	Moderado
	132	22	54	19	10,7	15	9,0	0,40	0,53	2022	0,500	Moderado
Estación 2	209	49	94	32	18,0	19	6,6	0,73	0,43	2017	0,652	Bueno
	139	24	47	20	12,0	10	4,9	0,42	0,30	2018	0,399	Moderado
	113	28	56	16	8,8	15	7,7	0,41	0,46	2019	0,474	Moderado
	96	27	30	16	8,7	15	6,2	0,35	0,39	2020	0,404	Moderado
	154	33	59	29	12,9	20	8,6	0,52	0,53	2021	0,578	Moderado
	112	17	41	18	9,4	19	8,8	0,33	0,53	2022	0,465	Moderado
TALAIPE												
Estación 1	204	21	146	13	8,8	23	7,4	0,54	0,49	2017	0,565	Moderado
	191	20	124	15	7,7	18	4,9	0,50	0,34	2018	0,465	Moderado
	184	16	135	15	7,6	21	7,3	0,47	0,47	2019	0,519	Moderado
	180	19	151	11	4,8	18	5,7	0,48	0,38	2020	0,478	Moderado
	207	29	145	15	8,4	12	5	0,59	0,31	2021	0,509	Moderado
	214	50	143	17	8,8	13	4,4	0,73	0,29	2022	0,579	Moderado
Estación 2	162	44	65	25	11,9	7	2,3	0,59	0,15	2017	0,428	Moderado
	180	16	105	16	11,0	4	2,3	0,46	0,14	2018	0,342	Moderado
	130	37	79	15	8,0	6	2,2	0,49	0,14	2019	0,366	Moderado
	148	67	67	16	8,7	11	4	0,69	0,26	2020	0,539	Moderado
	214	36	151	18	10,0	9	3,2	0,65	0,21	2021	0,495	Moderado
	224	45	154	17	8,8	13	3,9	0,72	0,26	2022	0,560	Moderado
LAMEROPUNTE												
Estación 1	136	27	74	12	8,4	20	6,9	0,43	0,45	2017	0,479	Moderado
	134	9	104	9	4,9	18	8,6	0,33	0,52	2018	0,458	Moderado
	139	33	80	14	6,4	17	7,4	0,47	0,46	2019	0,511	Moderado
	130	16	84	10	5,7	22	6,8	0,36	0,45	2020	0,438	Moderado
	171	24	111	12	8,4	13	6	0,48	0,37	2021	0,473	Moderado
	167	21	99	17	8,3	19	7,8	0,46	0,48	2022	0,516	Moderado
Estación 2	190	68	71	24	13,8	26	11,3	0,77	0,70	2017	0,811	Bueno
	169	41	71	17	11,3	28	11,4	0,57	0,71	2018	0,695	Bueno
	114	26	61	11	7,0	22	8,4	0,38	0,53	2019	0,492	Moderado
	141	62	61	13	7,2	26	11,2	0,63	0,69	2020	0,723	Bueno
	138	34	66	19	9,1	25	7,7	0,48	0,51	2021	0,546	Moderado
	130	25	60	17	8,6	24	10,6	0,41	0,65	2022	0,569	Moderado

Tabla 5.4. Puntuación obtenida en las variables biológicas consideradas en el juicio de experto para la clasificación del Estado Ecológico del bentos submareal presente en el medio receptor del vertido de aguas residuales proveniente de la EDAR de Lamiaran durante el periodo 2014 a 2022. Ca: cobertura algal; MCA: abundancia de algas complejas; CA: abundancia de algas calcáreas; Ra*: riqueza de especies de macroalgas con cobertura >1 %; Da*: densidad de especies de macroalgas con cobertura >1 %; Rf: riqueza de especies de invertebrados; Df: densidad de especies de invertebrados; P-FLO: ratio de calidad basado en la media ponderada de las variables relacionadas con la flora; P-FA: ratio de calidad basado en la media ponderada de las variables relacionadas con la fauna. EcoQ: estado ecológico de las comunidades. Límites de EQR que definen las clases de estado: Muy bueno/Bueno = 0,80; Bueno/Moderado = 0,60; Moderado/Deficiente = 0,30; Deficiente/Malo=0,15. Colores que definen las clases de estado: Muy bueno=Azul; Bueno=Verde; Moderado=Naranja; Deficiente=Amarillo; Malo=Rojo.

Por otro lado, el Sector Talaipe ha mantenido el estado ecológico 'Moderado' a lo largo de todas las campañas realizadas. Sin embargo, se observan variaciones en las variables biológicas consideradas y como consecuencia en los valores de EQR obtenidos.

Con respecto a la Estación I de Talaipe, la fauna experimentó un deterioro causado por el descenso de la diversidad en las campañas de 2018, 2020, 2021 y 2022. Por su parte, la flora, que en el periodo 2017-2020 mostró una degradación leve, en 2021 y 2022 se

recupera con el aumento de la diversidad y de la abundancia de especies con morfología compleja. En cuanto a la Estación 2, la flora partió en 2017 de un estado de conservación mejor que el de el zoobentos, que presentaba una estructura muy empobrecida. En el bienio 2018-2019 se detectaba un deterioro de la flora que en 2020 fue corregido, junto con la mejora del componente animal. En la Campaña 2021 las variables de flora y fauna analizadas mostraron un retroceso de la comunidad en su conjunto. En la última Campaña 2022, se registra una recuperación parcial tanto de la flora como de la fauna.

Finalmente, la Estación 1 del Sector Lameropunte, ha mostrado un estado ecológico 'Moderado' desde el comienzo del estudio. Los dos elementos de la comunidad se mantuvieron relativamente estables hasta la campaña de 2021, año en el que registró un retroceso moderado de la fauna. En la última campaña correspondiente a 2022, la flora se mantiene relativamente estable y la fauna experimenta un notable avance. La Estación 2 de este mismo sector, partió en 2017 de un estado ecológico 'Bueno', y en 2019 pasó a un estado ecológico 'Moderado', fundamentalmente como consecuencia del deterioro de la flora en 2018 y de la fauna en 2019. En 2020 se detectó una mejora notable de ambos componentes, alcanzando un estado ecológico 'Bueno'. Sin embargo, en la Campaña 2021 pasó a un estado ecológico 'Moderado', debido al retroceso de las algas de morfología compleja y de la densidad de invertebrados. En la última campaña correspondiente a 2022, continúa el retroceso de las variables indicadoras de la flora, mientras que las de la fauna se recuperan parcialmente.

6. DISCUSIÓN GENERAL

El presente estudio tiene como objetivo general conocer el impacto ambiental del vertido de la EDAR de Lamiaran sobre los principales componentes del ecosistema marino de su entorno receptor. La descarga de las aguas residuales tratadas se hace por medio de un emisario submarino y tiene lugar en una zona costera expuesta. Para cumplir dicho objetivo se han estudiado las condiciones fisicoquímicas de la columna del agua y el estado de conservación de las comunidades de macroalgas e invertebrados de sustrato duro del entorno de la descarga. Conforme a la Directiva 2000/60/CE (DMA) para la evaluación del estado ecológico de la masa de agua se han aplicado índices (PCQI: para la columna de agua; RICQI: para las comunidades intermareales) mientras que para las comunidades submareales, al no existir un índice oficial, se ha aplicado el juicio de experto.

Con respecto a las condiciones fisicoquímicas del agua, en 2022 la estratificación termohalina en el entorno del vertido de la EDAR fue muy marcada en verano y mucho menos intensa en primavera. Esto, que es similar a lo registrado en años anteriores, también se había observado en los estudios correspondientes a los planes de vigilancia de otras EDARs costeras de Bizkaia como Bakio, Lekeitio y Ondarroa (Revilla et al., 2014; 2015; 2016) y puede explicarse por la poca profundidad que presenta la zona de muestreo (normalmente inferior a 20 m), así como por su exposición al oleaje.

En la campaña de 2022, no se observaron diferencias relevantes en el porcentaje de agua dulce y tampoco en la temperatura entre las nueve estaciones del área de estudio. Solo en otoño se registró, en algunas estaciones y en superficie, un porcentaje de agua dulce cercano al 3 %. Este hecho indica que la influencia de los aportes de aguas continentales, generalmente más frías en invierno y más calientes en verano, fue, en general, baja, tal y como se viene registrando desde el comienzo de este seguimiento.

Respecto al pH, los valores registrados en el entorno de la EDAR de Lamiaran son los normales para zonas costeras, que suelen situarse en el rango entre 7,5 y 8,5 (Price and Harrison, 1987).

En cuanto a las condiciones de oxigenación, en las campañas de 2022 han sido buenas, siempre superiores al 85% y generalmente por encima del 95%. Esto también es lo habitual en zonas costeras abiertas, en las que, incluso si hay cierta afección por vertidos, las altas tasas de dilución de los aportes y de renovación de las masas de agua impiden situaciones de baja oxigenación del agua.

En la campaña de otoño de 2022 se midieron los valores más altos de turbidez y también se midieron valores altos de sólidos en suspensión, aunque la distribución espacial de ambas variables no siguió el mismo patrón. Por otra parte, en otoño de 2022 se registró la menor transparencia del agua mientras que la mayor transparencia del agua se obtuvo en verano. A parte de estas observaciones, no se obtuvieron relaciones claras en la variabilidad espacial y temporal de estos parámetros, ni tampoco una relación clara con las condiciones meteorológicas salvo la influencia de las precipitaciones en la transparencia en la campaña de otoño. En todo caso, en zonas someras, como es el área de estudio,

procesos como la resuspensión del sedimento por efecto del oleaje, que suele ser más intenso en invierno y otoño, pueden producir una alta variabilidad temporal, y de carácter imprevisible, en las variables asociadas a la calidad óptica del agua, así como generar patrones de distribución espacial de las mismas (tanto en el eje horizontal como en el vertical) muy heterogéneos.

Los resultados de las variables fisicoquímicas en el entorno de la EDAR se han comparado con las de la estación L-OK10 de la "Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco" que lleva a cabo URA. La estación L-OK10 se encuentra más alejada de la costa (a ~2,2 km de distancia) que las estaciones del presente plan de vigilancia y, por lo tanto, se asume que está sometida a una menor presión antrópica. La distancia entre la estación L-OK10 y la salida del emisario de la EDAR de Lamiaran es de unos 2 km. La salinidad fue muy similar en el entorno de la EDAR en comparación con la estación considerada como control, lo que indica que el contenido de agua dulce es comparable entre las dos zonas. Otras variables como temperatura, pH, oxígeno y turbidez mostraron también valores medios muy similares. Se observaron valores ligeramente más altos en el entorno de la EDAR en sólidos en suspensión y nutrientes, pero no para otras variables (turbidez, clorofila "a"). En todo caso, ni los valores medios en las estaciones del entorno de los vertidos de la EDAR ni los registrados en la estación L-OK10 son altos.

Con respecto a los nutrientes disueltos, en zonas costeras de Bizkaia se ha visto que las concentraciones de nutrientes inorgánicos suelen incrementarse durante los primeros meses del año, esto es, en el periodo en que el aporte de aguas continentales es mayor por efecto de la meteorología (Revilla et al., 2014; 2015; 2016). En las campañas de 2022 se han obtenido las concentraciones más elevadas de nitrato en otoño, mientras que para el amonio y el fosfato fueron más altas en verano. No obstante, los valores cumplen con los objetivos de calidad establecidos para la implementación de la DMA en las masas de agua costeras.

La concentración de clorofila "a" puede ser utilizada como aproximación a la biomasa fitoplanctónica y es un indicador adecuado de la respuesta del fitoplancton a la presión de eutrofización en medios que no presentan limitación por luz. En las campañas realizadas hasta ahora la capa fótica ha abarcado casi siempre la totalidad de la columna de agua y, por lo tanto, la transparencia de estas aguas se considera suficiente para mantener una producción primaria neta positiva incluso en el fondo. En el entorno de la EDAR de Lamiaran, la clorofila "a" presentó valores relativamente más altos en verano, a diferencia de los observado otros años, con los máximos en invierno o primavera, que corresponden al *bloom* de primavera (que se suele dar en marzo) siguiendo el ciclo típico de las aguas costeras del sudeste del Golfo de Vizcaya (p. e., Revilla et al., 2009; 2010). De acuerdo a la normativa vigente (BOE, 2015) el límite entre el estado 'Bueno' y el 'Moderado' se encuentra en 3 µg l⁻¹. Considerando todas las estaciones del entorno del vertido de la EDAR, los valores de clorofila se encuentran por debajo de este valor.

Finalmente, mediante la aplicación del índice PCQI, que utiliza datos de saturación de oxígeno, nutrientes y condiciones ópticas de las aguas de superficie, y que se emplea para la evaluación del estado de las masas de agua en el contexto de la Directiva Marco del Agua, se concluye que el estado fisicoquímico en todas las campañas y estaciones de muestreo fue 'Muy Bueno'.

Todo lo anterior indica que la hidrodinámica de la zona consigue diluir y dispersar el vertido de la EDAR, con lo cual, no se espera un impacto significativo de éste sobre la calidad del agua.

En relación a las comunidades biológicas de la zona intermareal del área de estudio, éstas presentan diferencias en su estado de conservación. Así, las comunidades del Sector Tonpoi, Sector Talaípe y de la Estación 2 del Sector Mundaka presentan un buen estado de conservación. La principal característica de su vegetación es la existencia de una marcada zonación vertical, es decir, las comunidades de ambos niveles de marea estudiados son diferentes. Además, en el nivel intermareal más bajo son abundantes macrófitos de gran porte (*Ericaria selaginoides*, *Bifurcaria bifurcata*, *Halopteris scoparia*) más sensibles a la contaminación que las especies cespitosas de pequeño tamaño. Asimismo, la fauna que se desarrolla en esta zona del área de estudio presenta un estado de conservación similar a lo esperado en tramos de costa abierta, con abundancias localmente altas de los herbívoros *Patella ulyssiponensis* y *Paracentrotus lividus* (principalmente en el nivel superior de marea) y valores de abundancia faunística bajos en el nivel inferior de marea.

Por otra parte, las comunidades de la Estación 1 del Sector Mundaka, que presentaba una fuerte alteración al comienzo del estudio (2014), han ido experimentando una notable recuperación. Su estructura en términos de composición y abundancia de las especies, presenta todavía en 2022 cierta alteración reflejada por la ausencia de *Ericaria selaginoides*, las bajas coberturas de *Bifurcaria bifurcata* y *Halopteris scoparia*, y una cobertura de herbívoros (*Patella ulyssiponensis*) inferior a la esperada.

La Estación 2 del Sector Lameropunte presenta unas comunidades con un estado de conservación intermedio desde el comienzo del estudio. Su vegetación no tiene una zonación vertical tan marcada como la de las estaciones anteriormente descritas, estando las comunidades de ambos niveles intermareales caracterizadas por presentar especies cespitosas, entre las cuales el alga calcárea *Ellisolandia elongata* es la dominante.

Las comunidades más degradadas del área de estudio son las existentes en la Estación 1 del Sector Lameropunte. Éstas han estado sometidas a un fuerte estrés ambiental como consecuencia de su mayor proximidad a la bocana del puerto de Bermeo y al impacto del vertido de una empresa manufacturera de harinas de pescado. No obstante, las comunidades están experimentando fuertes cambios positivos, siendo el más destacable la sustitución de algas filamentosas y clorófitos por algas calcáreas. La ausencia de especies de flora y fauna sensibles a la contaminación y la baja diversidad de especies de algas, son en 2022 los principales síntomas de alteración.

En cuanto a los cambios detectados entre 2021 y 2022, en el Sector Tonpoi, en el Sector Talaípe, y en la Estación 2 del Sector Mundaka, la mayoría de las especies de algas de la vegetación intermareal han experimentado cambios de cobertura de pequeña magnitud. Tanto la riqueza específica como la densidad de especies han aumentado levemente en la mayoría de los casos del Sector Tonpoi y Sector Talaípe, pero ha disminuido en Estación 2 del Sector Mundaka. Asimismo, la cobertura de algas de morfología compleja, un parámetro especialmente indicador de la madurez de la vegetación, ha disminuido en Tonpoi y Estación 2 de Mundaka, y ha aumentado en Talaípe. Dada su pequeña magnitud y al no ser generalizados, todos estos cambios pueden enmarcarse dentro de la variabilidad natural de las poblaciones. Con respecto a la fauna, los cambios moderados

detectados a lo largo del estudio en el Sector Tonpoi, Talaípe y Estación 2 Mundaka no guardan una correlación con la sucesión de las diferentes etapas del plan de saneamiento de la EDAR de Lamiaran. Los cambios más notables fueron las oscilaciones a lo largo de toda la serie temporal de la diversidad y de la abundancia de herbívoros y parecen estar asociados a la propia variabilidad natural de las comunidades faunísticas que habitan en el intermareal. En el último periodo 2021-2022, las variaciones detectadas son leves y se dan en la cobertura de invertebrados que no poseen un carácter bioindicador destacado.

La Estación 1 del Sector Mundaka presentaba en 2014 unas comunidades muy degradadas. Entre 2014 y 2015 se detectó una notable mejoría de la vegetación. Desde ese año se han registrado diversos retrocesos y avances en la cobertura de ciertas especies sensibles a la contaminación, que han sido asociados a la existencia de eventos puntuales de alteración ambiental generados por el caudal de un efluente de aguas residuales que de forma irregular ha vertido en la zona intermareal de la estación. En el último periodo 2021-2022, el aumento de algas de morfología compleja en el nivel intermareal inferior ha sido muy positivo desde el punto de vista de la madurez de la vegetación; no obstante, sus valores de cobertura están todavía por debajo de lo que cabe esperar en una comunidad de macroalgas no alterada. Asimismo, la fauna intermareal, que en 2014 presentaba claros signos de alteración ambiental, ha experimentado también cambios positivos a lo largo del estudio. La desaparición de los poliquetos oportunistas *Polydora* spp. desde 2015, el aumento progresivo de la lapa *Patella ulyssiponensis* (periodo 2014-2018) y la presencia desde 2018 de especies de fauna herbívora típicas de costa abierta como *Bittium reticulatum* y *Gibbula umbilicalis*, son síntomas de unas condiciones ambientales favorables para la fauna. Ante unas condiciones ambientales favorables y sostenidas en el tiempo, cabría esperar una mayor similitud entre las comunidades de las dos estaciones del Sector.

Los cambios registrados en la vegetación intermareal del Sector Lameropunte entre 2021 y 2022 son positivos, en concreto en la Estación 1. Al comienzo del estudio la vegetación de esta estación presentaba una fuerte alteración. Estaba compuesta fundamentalmente por ectocarpáceas (*Bachelotia antillarum*) y clorófitos, mientras que la presencia de algas calcáreas era testimonial. Hasta 2020 los valores de cobertura de la calcárea *Ellisolandia elongata* eran variables en el tiempo y se encontraban por debajo del 30 %. Sin embargo, desde ese año hasta 2022 *Ellisolandia elongata* ha experimentado un fuerte desarrollo y ha alcanzado una cobertura de 63 %. Este cambio es muy positivo desde el punto de vista ecológico ya que se trata de un cambio estructural en la vegetación e indica una mejora de la calidad ambiental del entorno de las comunidades. Asimismo, diversas especies como *Gelidium pulchellum*, *Caulacanthus ustulatus*, *Ceramium echionotum*, *Colpomenia peregrina*, *Lithophyllum incrustans* y *Chondracanthus acicularis*, con mayores requerimientos ambientales que las ectocarpáceas y los clorófitos presentes inicialmente, han aumentado. En el último bienio 2021-2022 también han aumentado la riqueza específica y la densidad de especies. La estructura de la vegetación de la Estación 2 se ha mantenido relativamente estable desde el comienzo del estudio y se mantiene con un estado de alteración moderado.

En cuanto al zoobentos del Sector de Lameropunte, destacan resultados que indican una mejora en las condiciones de la calidad de las aguas a lo largo del estudio. Por un lado, en la Estación 1 del Sector Lameropunte desde el año 2016 la menor abundancia del bivalvo *Mytilus galloprovincialis* y la aparición por primera vez de la lapa *Patella ulyssiponensis* en el nivel superior, junto con el retroceso (2018) y posterior desaparición (desde 2019) del

poliqueto oportunista *Polydora* spp. en los dos niveles estudiados indicaban una mejora en las condiciones ambientales en esta zona. Por su parte, en la Estación 2 de este Sector el retroceso desde 2021 de la fauna suspensívora indica un descenso de materia orgánica en la columna de agua, lo que constituye un resultado positivo. Ante unas condiciones ambientales más favorables, cabría esperar el avance de especies típicas de costa abierta en la Estación 2 y una mayor similitud entre las comunidades de las dos estaciones del Sector.

Con respecto a la zona submareal, cabe destacar que los resultados del estudio corresponden a un periodo posterior a la entrada en funcionamiento del emisario submarino (2017-2022). La principal característica de las comunidades bentónicas del área de estudio desde la campaña inicial 2017 es la ausencia de una copa de macrófitos perennes de gran tamaño (*Gongolaria baccata*, *Gelidium corneum*). Una posible explicación de esta alteración son las aguas residuales domésticas y las provenientes de las actividades portuarias e industriales existentes en la zona durante décadas. Los valores de cobertura de las algas formadoras de copa continúan siendo similares a los registrados en 2017. Como ha sido documentado en otros estudios (Díez et al., 2013; 2014), la recuperación de este tipo de algas es muy lenta aunque la calidad del agua haya mejorado tras la puesta en marcha de un plan de saneamiento integral.

Por otro lado, la ausencia de una copa de macroalgas de gran tamaño podría estar también en parte relacionada con el cambio climático. Las nuevas condiciones ambientales están desencadenando la pérdida de los bosques submareales en numerosas regiones templadas del planeta (Harley et al., 2012; Martínez et al., 2018). En esta línea, en la costa vasca se ha registrado el retroceso de macroalgas de gran porte en diversas localidades (Muguerza et al., 2017; 2020). No obstante, el Grupo de Bentos Marino de la UPV/EHU muestreó en 2021 la zona submareal de Gibelesko, un área situada a 3 km del área de estudio siguiendo la línea de costa en dirección oeste. En esta zona se conserva el bosque de *Gongolaria baccata* registrado desde 1991 (Díez et al., 2003; 2012b). Las poblaciones de *G. baccata* de Gibelesko podrían actuar durante el proceso de recuperación de las comunidades submareales del área de estudio como poblaciones madre, a partir de las cuales se vayan dispersando progresivamente los propágulos hasta alcanzar las proximidades del entorno costero de Bermeo.

A diferencia del anterior bienio 2020-2021, en el que se registraron leves cambios positivos en la vegetación submareal del área de estudio, en 2022 se han registrado cambios negativos, aunque de pequeña magnitud. En el Sector Tonpoi, se han detectado leves descensos de la riqueza específica y de la densidad de especies. Asimismo, la cobertura algal ha disminuido, tanto la correspondiente a las algas de morfología simple, como la de las complejas y calcáreas. Asimismo, los cambios detectados en Sector Talaípe son leves. La cobertura algal y la cobertura correspondiente a especies de morfología compleja han aumentado levemente; sin embargo, el macrófito bioindicador de aguas poco alteradas *Ericaria selaginoides* ha disminuido. La riqueza específica y la densidad de especies han permanecido prácticamente sin cambios. En el Sector Lameropunte, también la riqueza específica y la densidad de especies han permanecido relativamente estables. Las algas de morfología simple han aumentado levemente, mientras que las calcáreas y las de morfología compleja han mostrado un leve retroceso. Todos estos cambios registrados en el área de estudio en la última campaña correspondiente a 2022 no modifican la estructura de la vegetación submareal en cuanto a su madurez. Se trata de

cambios interpretables dentro de la propia variabilidad natural de las comunidades siempre que no se mantengan una tendencia a medio-largo plazo.

El zoobentos submareal del área de estudio permaneció relativamente estable en el periodo 2017-2018. Durante el periodo 2018-2021 los cambios fueron más acusados, registrándose de forma simultánea en todos los sectores. Entre estos cambios destacó el avance (2018-2020) y posterior retroceso (2020-2021) de la cobertura faunística. En la Campaña 2022, se registran tímidos avances de la fauna en los sectores de Tonpoi y Lamiaran mientras que en el Sector de Talaípe continúa el retroceso. El retroceso de la abundancia animal se detecta en invertebrados epífitos y basales típicos de costa abierta como los hidrozooos *Aglaophenia pluma* y *Orthopyxis integra* y el porífero *Hymeniacion sanguinea*. Ya que ninguna de estas especies presenta un marcado carácter bioindicador los cambios registrados son entendidos como propios de la variabilidad natural de las especies que componen el zoobentos. No obstante, en el periodo 2020-2022 destaca el retroceso de la riqueza y densidad de invertebrados en la Estación I del Sector Talaípe si lo comparamos con los datos obtenidos al inicio del estudio. Ya que este sector es el más cercano al emisario submareal, será necesario comprobar en futuras campañas el avance de la diversidad. Por otro lado, en las campañas de 2021 y 2022 es positivo el retroceso de *Beania magellanica* en la Estación I de Lameropunte, ya que este invertebrado prolifera en ambientes estresados. La evolución de las comunidades de invertebrados del Sector Lameropunte presenta especial interés debido a su proximidad con el efluente de aguas residuales que vierte en la zona intermareal.

En el contexto de la DMA, y según el índice RICQI que considera conjuntamente dos indicadores de calidad biológicos (macroalgas e invertebrados), las comunidades intermareales del Sector Tonpoi quedaron clasificadas en 2022 con estado ecológico 'Bueno' (Estación 1) y 'Muy Bueno' (Estación 2); mientras que en el Sector Talaípe alcanzaron el estado ecológico 'Muy Bueno' en ambas estaciones. Las comunidades de las estaciones del Sector Lameropunte y del Sector Mundaka quedaron clasificadas con estado ecológico 'Bueno'. Con ello se concluye que las comunidades intermareales del medio receptor del efluente de la EDAR de Lamiaran cumplen con los objetivos de la DMA en 2022. La evaluación del estado ecológico de las comunidades submareales se llevó a cabo mediante el juicio de experto y valorando de forma conjunta la flora y la fauna submareales. Para ello, se consideraron parámetros relacionados con el estado de madurez de las comunidades como son la riqueza y la densidad de especies de macroalgas e invertebrados y la abundancia de los diferentes tipos morfo-funcionales de algas. Tanto las comunidades submareales de Tonpoi, como Talaípe y Lameropunte quedaron clasificadas en 2022 con un estado ecológico 'Moderado', no alcanzando así los objetivos de la DMA.

7. CONCLUSIONES

En cuanto a la calidad de las aguas, a la vista de los resultados obtenidos en este informe, se puede concluir que en 2022 el medio receptor de la EDAR de Lamiaran cumple con los objetivos de la DMA. Las nueve estaciones muestreadas en el entorno de la EDAR han presentado un estado fisicoquímico 'Muy Bueno' según el índice PCQI. Además, en el área de estudio no se han observado situaciones de crecimientos masivos de microalgas que pudieran dar lugar a efectos nocivos sobre los ecosistemas.

Tampoco se han apreciado pautas claras en la distribución de las variables estudiadas entre estaciones, lo cual sugiere que los vertidos de la EDAR se diluyen y se mezclan en el medio sin que den lugar a la creación de masas de agua con clara carga de aportes de aguas residuales.

Estos resultados indican que el vertido de la EDAR de Lamiaran tiene un impacto asumible en el medio receptor. Dicho impacto no produce alteraciones relevantes en la calidad del agua en la masa de agua del entorno de la descarga.

En relación a las comunidades biológicas de la zona intermareal, se han detectado 4 niveles de conservación dentro del área de estudio:

1) La flora y fauna intermareales mejor conservadas corresponden al Sector Tonpoi, Sector Talaípe y la Estación 2 del Sector Mundaka, las cuales se caracterizan por presentar valores altos de riqueza y densidad de especies, coberturas elevadas de macrófitos de gran porte sensibles a la contaminación como *Ericaria selaginoides*, *Bifurcaria bifurcata* y *Halopteris scoparia*, así como una fauna herbívora abundante.

2) La Estación 1 del Sector Mundaka presenta tan solo cierta alteración reflejada por la ausencia de *Ericaria selaginoides*, las bajas coberturas de *Bifurcaria bifurcata* y *Halopteris scoparia*, y una cobertura de herbívoros (*Patella ulyssiponensis*) inferior a la esperada.

3) La Estación 2 del Sector Lameropunte tiene unas comunidades con un estado de alteración intermedio. La vegetación no presenta una zonación vertical marcada, y los 2 niveles intermareales están dominados por el alga calcárea *Ellisolandia elongata*.

4) Las comunidades de la Estación 1 del Sector Lameropunte debido a su mayor proximidad con la bocana del puerto de Bermeo y el vertido puntual de una empresa manufacturera de harinas de pescado presentan el nivel de alteración más elevado del área de estudio. Los principales síntomas que reflejan su deterioro son la ausencia de especies de flora y fauna sensibles a la contaminación y la baja diversidad de especies de algas.

En el último periodo 2021-2022 se han detectado cambios en las comunidades intermareales del área de estudio, pero la tendencia difiere entre sectores y estaciones.

En cuanto a los cambios detectados entre 2021 y 2022, en el Sector Tonpoi, en el Sector Talaípe, y en la Estación 2 del Sector Mundaka, los cambios de cobertura de la mayoría de

las especies de algas de la vegetación intermareal han sido de pequeña magnitud. La riqueza específica, la densidad de especies y la cobertura de las algas de los diferentes tipos morfológicos han mostrado también cambios leves sin presentar una tendencia generalizada para la zona; por lo tanto, pueden enmarcarse dentro de la variabilidad natural de las poblaciones. Con respecto a la fauna, las variaciones en la diversidad han sido en general de pequeña magnitud. Los cambios se dan en la cobertura de invertebrados que no poseen un carácter bioindicador destacado, por lo que parecen estar asociados a la propia variabilidad natural.

En la Estación I del Sector Mundaka destaca como cambio positivo el aumento de algas de morfología compleja en el nivel intermareal inferior; sin embargo, la densidad de especies algales en el nivel superior ha disminuido notablemente. Por su parte, la fauna permanece estable en el último periodo 2021-2022.

La estructura de la vegetación de la Estación 2 del Sector Lameropunte se ha mantenido relativamente estable desde el comienzo del estudio y se mantiene con el estado de alteración moderada inicial. Entre 2021 y 2022 la calcárea articulada *Ellisolandia elongata* ha disminuido y la calcárea incrustante *Lithophyllum incrustans* ha aumentado, lo cual no supone un cambio en el estado ecológico de la vegetación. Por su parte, el retroceso desde 2021 de la fauna suspensiva indica un descenso de materia orgánica en la columna de agua, lo que constituye un resultado positivo.

Los cambios registrados en el intermareal de la Estación I del Sector Lameropunte entre 2021-2022 son muy positivos. La riqueza y la densidad de especies de algas han aumentado, y la población del alga calcárea *Ellisolandia elongata* ha experimentado un notable desarrollo. Asimismo, otras especies con mayores requerimientos ambientales que las ectocarpáceas y los clorófitos presentes inicialmente, han aumentado. En cuanto al zoobentos éste permanece estable, destacando los bajos valores mantenidos desde campañas precedentes de fauna suspensiva lo que indica un descenso de materia orgánica en la columna de agua en el sector.

Ante unas condiciones ambientales más favorables y sostenidas en el tiempo, cabría esperar el avance de especies típicas de costa abierta en el intermareal de la Estación I de Mundaka y en ambas estaciones del Sector Lameropunte. Esta mejoría daría paso a una mayor similitud entre las comunidades de las dos estaciones del sector y el resto del área de estudio.

Con respecto a la zona submareal, la principal característica de las comunidades bentónicas del área de estudio desde la campaña inicial en 2017 es la ausencia de una copa de macrófitos perennes de gran tamaño (*Gongolaria baccata*, *Gelidium comeum*) y de la fauna asociada a ella. Una posible explicación de esta alteración es la contaminación a la que el área de estudio ha estado sometida. Debido a su proximidad al puerto de Bermeo, la zona submareal ha recibido el efecto crónico de las aguas residuales domésticas y de las provenientes de las actividades portuarias e industriales existentes en la zona durante décadas. Como ha sido documentado en otros estudios, la recuperación de algas formadoras de copa es muy lenta aunque la calidad del agua haya mejorado tras la puesta en marcha de un plan de saneamiento integral. Por otro lado, la ausencia de una copa de macrófitos y la escasa ocupación animal podría estar relacionado también con el retroceso de macroalgas de gran porte detectado en diversas localidades de la costa vasca como consecuencia del cambio climático. No obstante, en la zona submareal de

Gibelesko, un tramo de costa situado al oeste del área de estudio, se conserva un bosque de *Gongolaria baccata* desde 1991. Las poblaciones de *G. baccata* de Gibelesko podrían expandirse si la calidad del agua, entre otros factores, es óptima y colonizar paulatinamente los fondos submareales del área de estudio.

En cuanto a las comunidades submareales, los resultados de la Campaña 2022 reflejan cambios negativos de pequeña magnitud en la vegetación. En el Sector Tonpoi, se han detectado leves descensos de la riqueza específica y de la densidad de especies. Asimismo, la cobertura algal ha disminuido, tanto la correspondiente a las algas de morfología simple, como la de las complejas y calcáreas. Asimismo, los cambios detectados en Sector Talaípe son leves. La cobertura algal y la cobertura correspondiente a especies de morfología compleja han aumentado levemente; sin embargo, el macrófito bioindicador de aguas poco alteradas *Ericaria selaginoides* ha disminuido. En el Sector Lameropunte, las algas de morfología simple han aumentado levemente, mientras que las calcáreas y las de morfología compleja han mostrado un leve retroceso. Todos estos cambios registrados en el área de estudio en la última campaña no modifican la estructura de la vegetación submareal en cuanto a su madurez.

En el periodo 2021-2022 el zoobentos submareal del área de estudio ha permanecido relativamente estable. Únicamente destaca los bajos valores de la riqueza y densidad de invertebrados en la Estación I del Sector de Talaípe si lo comparamos con los datos obtenidos al inicio del estudio. Ya que este Sector es el más cercano al emisario submareal, será necesario comprobar en futuras campañas el avance de la diversidad.

En el contexto de la DMA y de acuerdo al índice RICQI, las diferentes comunidades intermareales del medio receptor del efluente de la EDAR de Lamiaran quedan clasificadas en 2022 con estado ecológico 'Bueno' o 'Muy Bueno', cumpliendo con los objetivos de la DMA. Sin embargo, las comunidades submareales del área de estudio quedan clasificadas con un estado ecológico 'Moderado' según el juicio de experto, y no alcanzarían así los objetivos de la DMA.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, M.J., Gorley, R.N., Clarke, K.R. 2008. PERMANOVA+ for PRIMER. PRIMER- E Ltd, Plymouth.
- Ardre, F. 1970. Contribution a l'etude des algues marines du Portugal. I. La Flore. Port. Acta Biol. sér. B: 1-423, 56 pls.
- Bald, J., Borja, A., Muxika, I., Franco, J., Valencia, V. 2005. Assessing reference conditions and physico-chemical status according to the European Water Framework Directive: a case-study from the Basque Country (Northern Spain). Mar. Pollut. Bull., 50(12): 1508-1522.
- BOE 2011. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas. Boletín Oficial del Estado Núm. 19, pp. 6854-6870.
- BOE 2015. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 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. Boletín Oficial del Estado Núm. 219, pp. 80582-80662.
- BOPV 2013. Disposiciones Generales. Decreto 459/2013, de 10 de diciembre, sobre los vertidos efectuados desde tierra al mar. Boletín Oficial del País Vasco Núm. 237. 2013/5406 (1-35).
- Borja, A. 1983. Sistemática de los moluscos marinos de la Costa Vasca. Sociedad Cultural INSUB, pub. nº 2. Donostia. 96 pp.
- Borja, A., J. Bald, M.J. Belzunce, J. Franco, J.M. Garmendia, J. Larreta, I. Menchaca, I. Muxika, M. Revilla, J.G. Rodríguez, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, I. Zorita, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, I. Cruz, A. Laza, M.A. Marquiegui, J. Martínez, E. Orive, J.M^a Ruiz, J.C. Sola, A. Manzanos. 2015. Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe de AZTI-Tecnalia para la Agencia Vasca del Agua, 651 pp.
- Burrows, E.M. 1991. Seaweeds of the British Isles. Vol. 2. Chlorophyta. British Museum (Natural History), London.
- Burton, M. 1963. A revision of the Classification of the Calcareous Sponges. British Museum (Natural History). London. 693 pp.
- Bustamante, M., Tajadura, J., Saiz-Salinas, J.I. 2010. Temporal and spatial variability on rocky intertidal macrofaunal assemblages affected by an oil spill (Basque coast, northern Spain). J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 90: 1305-1317.

- Bustamante, M., Tajadura, J., Gorostiaga, J.M., Saiz-Salinas, J.I. 2014. Response of rocky invertebrate diversity, structure and function to the vertical layering of vegetation. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 147: 148-155.
- Bustamante, M., Tajadura, J., Díez, I., Saiz-Salinas, J.I. 2017. The potential role of habitat-forming seaweeds in modeling benthic ecosystem properties. *J. Sea Res.*, 130: 123-133.
- Clarke, K.R., Gorley, R.N. 2006. *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E, Plymouth.
- Cloern, J. 2001. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 210: 223-253.
- Coppejans E. 1995. *Flore algologique des côtes du Nord de la France et de la Belgique*. Jardin Botanique National de Belgique, Meise.
- Cornelius, P.F.S. 1995. *Thecate Hydroids and their Medusae (Parts 1&2)*. Synopses of the British Fauna, N° 50. The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association. Shrewsbury. 732 pp.
- Devinny, J.S., Vorse, L.A. 1978. Effects of sediments on the development of *Macrocystis pyrifera* gametophytes. *Mar. Biol.*, 48: 343-348.
- Diario Oficial de la Unión Europea, L 47, 20 de febrero de 2018. Decisión de la Comisión, de 12 de febrero de 2018, por la que se fijan, de conformidad con la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, los valores de las clasificaciones de los sistemas de seguimiento de los Estados miembros a raíz del ejercicio de intercalibración, y por la que se deroga la Decisión 2013/480/UE [notificada con el número C(2018) 696].
- Díez, I., Santolaria, A., Gorostiaga, J.M., 2003. Relationships of environmental factors to the structure and distribution of subtidal seaweed vegetation of the western Basque coast (N. Spain). *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 56, 1041-1054
- Díez I., Bustamante, M., Santolaria, A., Tajadura, J., Muguerza, N., Borja, A., Muxika, I., Saiz-Salinas, J.I., Gorostiaga, J.M. 2012a. Development of a tool for assessing the ecological quality status of intertidal coastal rocky assemblages, within Atlantic Iberian coasts. *Ecol. Indic.* 12: 58-71.
- Díez I., Muguerza N., Santolaria A., Ganzedo U., Gorostiaga, J.M. 2012b. Seaweed assemblage changes on the eastern Cantabrian Sea and their potential relationship to climate change. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 99: 108-120.
- Díez, I., Santolaria, A., Muguerza, N., Gorostiaga, J.M. 2013. Measuring restoration in intertidal macrophyte assemblages following wastewater treatment upgrade. *Mar. Environ. Res.*, 84: 31-42.
- Díez, I., Santolaria, A., Muguerza, N., Gorostiaga, J.M. 2014. Capacity for recovery of rocky subtidal assemblages following pollution abatement in a scenario of global change. *Mar. Pollut. Bull.*, 86: 197-209.

- Dixon, P.S., Irvine, L.M. 1977. Seaweeds of the British Isles. Vol. I. Rhodophyta. Part I. Introduction, Nemaliales, Gigartinales. British Museum (Natural History), London.
- Eriksson, B.K., Johansson, G. 2003. Sedimentation reduces recruitment success of *Fucus vesiculosus* in the Baltic Sea. *Eur. J. Phycol.*, 38: 217-222.
- Eriksson, B.K., Johansson, G., Snoeijs, P. 1998. Long-term changes in the sublittoral zonation of brown algae in the southern Bothnian Sea. *Eur. J. Phycol.*, 33: 241-249.
- European Commission, 2018. Commission Decision of 12 February 2018, establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise (notified under document number C(2018) 696). *Official Journal of the European Union L 47/1*.
- Fairweather, P.G. 1990. Sewage and biota on seashores: assessment of impact in relation to natural variability. *Environ. Monit. Assess.*, 14: 197-210.
- Fauvel, P. 1969. Polychètes Sédentaires. Faune de France, 16. Paris. 493 pp.
- Feldmann-Mazoyer, G. 1940. Recherches sur les Cériamiacées de la Méditerranée, Alger. (Reprinted in 1977 by Otto Koeltz Science Publishers).
- Fletcher, R.L. 1987. Seaweeds of the British Isles. Vol. 3. Fucophyceae (Phaeophyceae). Part I. British Museum (Natural History), London.
- García-Soto, C., I. de Madariaga, F. Villate, E. Orive. 1990. Day-to-day variability in the plankton community of a coastal shallow embayment in response to changes in river runoff and water turbulence. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 31(3): 217-229.
- Gayral, P. 1958. Algues de la Côte Atlantique Marocaine. *La Nature of Maroc*, 11: 1-523, Rabat.
- Gayral, P. 1966. Les algues des côtes françaises (Manche et Atlantique). *Deren & Cie*, Paris. (Reprinted in 1982 by Otto Koeltz Science Publishers).
- Goikoetxea, N., Borja Á., Fontán, A., González, M., Valencia, V. 2009. Trends and anomalies of sea surface temperature during the last 60 years, within the southeastern Bay of Biscay. *Cont. Shelf Res.*, 29: 1060-1069.
- González, M., J. Mader, A. Fontán, A. Uriarte, L. Ferrer. 2008. Análisis de la tendencia de la temperatura superficial del agua en Donostia-San Sebastián, a partir del estudio de la serie del Aquarium (1946-2007). *RIM.*, 4: 7pp. <http://www.azti.es/rim>.
- Graham, A. 1988. (2^a ed.). Molluscs: Prosobranch and Pyramidellid Gastropods. *Synopses of the British fauna*, n^o 2. The Linnean Society of London and The Estuarine & Brackish-Water.
- Grasshoff, K., M. Ehrhardt, K. Kremling. 1983. *Methods in seawater analysis*. Weinheim, Verlag Chemie, Germany. 419 pp.

- Halpern, B., K. Selkoe, F. Micheli, C. Kappel, 2007. Evaluating and ranking the vulnerability of global marine ecosystems to anthropogenic threats. *Con. Biol.*, 21: 1301-1315.
- Harding L. 1994. Long term trends in the distribution of phytoplankton in Chesapeake Bay: roles of light, nutrients and streamflow. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 104: 267-291.
- Harley, C.D.G., Anderson, K.M., Demes, K.W., Jorve, J.P., Kordas, R.L., Coyle, T.A., Graham, M.H. 2012. Effects of climate change on global seaweed communities. *J. Phycol.*, 48: 1064-1078.
- Ingle, R. 1993. Hermit crabs of the Northeastern Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea. British Museum (Natural History). London. 495 pp.
- Irvine, L.M. 1983. Seaweeds of the British Isles. Vol. I. Rhodophyta. Part 2A. Cryptonemiales (sensu stricto), Palmariales, Rhodymeniales. British Museum (Natural History), London.
- Irvine, L.M., Chamberlain, Y.M. 1994. Seaweeds of the British Isles. Vol. I. Rhodophyta. Part 2B. Corallinales, Hildenbrandiales. HMSO, London.
- Kautsky, H., Kautsky, L., Kautsky, N., Kautsky, V., Lindblad, C. 1992. Studies on the *Fucus vesiculosus* community in the Baltic Sea. *Acta Phytogeogr. Suec.*, 78: 33-48.
- Kautsky, N., Kautsky, H., Kautsky, U., Waera, M. 1986. Decreased depth penetration of *Fucus vesiculosus* (L.) since the 1940's indicates eutrophication of the Baltic Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 28: 1-8.
- Kevekordes, K. 2001. Toxicity tests using developmental stages of *Hormosira banksii* (Phaeophyta) identify ammonium as a damaging component of secondary treated sewage effluent discharged into Bass Strait, Victoria, Australia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 219:139-148.
- Koeman, R.P.T. 1985. The taxonomy of *Ulva* Lannaeus, 1753, and *Enteromorpha* Link, 1820, (Chlorophyceae) in the Netherlands. Drukkerij van Denderen BV, Groningen.
- Lincoln, R.J. 1979. British Marine Amphipoda: Gammaridea. British Museum (Natural History). London. 658 pp.
- Madariaga, I. 1987. Variabilidad a pequeña escala temporal de la biomasa y de la producción primaria en el estuario de Gernika en julio de 1987. Tesis de Licenciatura, Universidad del País Vasco, Bilbao. 157 pp.
- Madariaga, I. 1989. Uhertasun-aldakuntzak Gernikako estuarioan. *Elhuyar* 15: 8-12.
- Madariaga, I., Orive E.. 1995. Variabilidad hidrográfica a pequeña escala espacio-temporal en el estuario de Gernika: apuntes para su modelización. En: Angulo, E. y Quincoces, I. (eds.). Reserva de la Biosfera de Urdaibai. Investigación Básica y Aplicada, 19-38. Gobierno Vasco, Vitoria-Gazteiz.

- Maggs, C., Hommersand, M.H. 1993. Seaweeds of the British Isles. Vol. I. Rhodophyta. Part 3A. Ceramiales. HMSO, London.
- Martínez, B., Radford, B., Thomsen, M.S., Connell, S.D., Carreño, F., Bradshaw, C.J.A., Fordham, D.A., Russell, B.D., Gurgel, C.F.D., Wernberg, T. 2018. Distribution models predict large contractions of habitat-forming seaweeds in response to ocean warming. *Divers Distrib.*, 24:1350–1366.
- Muguerza, N., Díez, I., Quintano, E., Bustamante, M., Gorostiaga, J.M. 2017. Structural impoverishment of the subtidal vegetation of southeastern Bay of Biscay from 1991 to 2013 in the context of climate change. *J. Sea Res.*, 130: 166-179.
- Muguerza, N., Bustamante, M., Díez, I., Quintano, E., Tajadura, J., Saiz-Salinas, I., Gorostiaga, J.M. 2020. Long-term surveys reveal abrupt canopy loss with immediate changes in diversity and functional traits. *Mar. Biol.*, 167: 166-175.
- Nizamuddin, M. 1991. The green marine algae of Libya. Bern.
- Price N.M., P.J. Harrison, 1987. Comparison of methods for the analysis of dissolved urea in seawater. *Mar. Biol.*, 94: 307-317.
- Revilla M., J. Franco, J. Bald, Á. Borja, A. Laza, S. Seoane, V. Valencia. 2009. Assessment of the phytoplankton ecological status in the Basque coast (northern Spain) according to the European Water Framework Directive. *J. Sea Res.*, 61: 60-67.
- Revilla, M., Borja, Á., Fontán, A., Franco, J., González, M., Valencia, V. 2010. A two-decade record of surface chlorophyll "a" and temperature in offshore waters of the Basque country (southeastern Bay of Biscay). *RIM.*, 17(2): 13–20. <http://www.azti.es/rim>.
- Revilla M., J. Franco, J. Bald, V. Valencia, J.G. Rodríguez, I. Muxika, A. Laza, E. Orive, I. Saiz, J.M. Gorostiaga, M. Bustamante, I. Díez, J. Tajadura, A. Santolaria, N. Muguerza. 2014. Plan de Vigilancia del Medio Receptor de la EDAR de Bakio - Año 2013. Informe elaborado por AZTI-Tecnalia para Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia. 91 pp + anexos.
- Revilla M., J. Franco, J. Bald, V. Valencia, I. Menchaca, I. Zorita, J.M. Garmendia, J.G. Rodríguez, I. Muxika, A. Laza-Martínez, E. Orive, 2015. Plan de Vigilancia del Medio Receptor de la EDAR de Bakio - Año 2014. Informe elaborado por AZTI-Tecnalia para Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia. 84 pp + anexos.
- Revilla, M., Franco, J., Garmendia, J.M., Muxika, I., Zorita, I., Valencia, V., Rodríguez, J.G., Laza-Martínez, A. 2016. Plan de Vigilancia del Medio Receptor de la EDAR de Bakio-Año 2015. Informe elaborado por AZTI-Tecnalia para Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia. 85 pp + anexos.
- Ryland, J.S., Hayward, P.J. 1977. British Anascan Bryozoans. Academic Press. London. 199 pp.
- Tebble, N. 1976. (2ª ed.). British Bivalve Shells. Royal Scottish Museum. Edinburgh. 212 pp.

URA 2015. Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico, Revisión 2015-2021. Parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental. MEMORIA - ANEJO VIII: Seguimiento y evaluación del estado. Octubre de 2015.

ANEXO

INVENTARIOS DE MACROALGAS

Tonpoi - Estación 1																			
Fecha: 2-5-2022																			
Nivel intermareal																			
Área	Superior (+ 1,25 m)									Inferior (+ 0,75 m)									
	1			2			3			1			2			3			
Especies / muestra	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	10	+	5	+	+	+			+	+	5	1	10	1	5	+		+	
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>	+																		
<i>Antithamnionella ternifolia</i>															+				
<i>Apoglossum ruscifolium</i>			+																
<i>Asparagopsis armata</i>											+								
<i>Bifurcaria bifurcata</i>	40	+	80	1	5			+		40	60	70	50		90		1		
<i>Bonnemaisiona hamifera</i>								+		1			5	1		1			
<i>Calliblepharis jubata</i>										5		5							
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	1	1		+	1	25	1	5	1								1	1	
<i>Ceramium botryocarpum</i>									+	1	+	+	+	+					
<i>Ceramium ciliatum</i>	1	+	+							10	5	5	1	5	+	15	5	1	
<i>Ceramium echinotum</i>	1	5	+	+	1	+	1	1	+	1	+	+	5	1		5	5	1	
<i>Ceramium secundatum</i>										+		1							
<i>Chaetomorpha ligustica</i>									+										
<i>Champia parvula</i>														+					
<i>Chondracanthus acicularis</i>				1	5	+			1		1	5				10	1	1	
<i>Chondracanthus teedei</i>					1					5	10	1	10	20	15			1	
<i>Chondria coerulescens</i>										+				1					
<i>Cladophora laetevirens</i>				+	+							+	+	+	+	+	+	+	
<i>Cladophora lehmanniana</i>		+	+	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Cladostephus spongiosus</i>										1	5	1	1	5	10				
<i>Codium adhaerens</i>	+	+							+	+								+	
<i>Colpomenia peregrina</i>	+	+	+	1	5	15	+	1	+			1		1		+	+		
<i>Cryptopleura ramosa</i>	10		5								5	1	1						
<i>Cutleria adspersa</i>										+			+	+					
<i>Dasya hutchinsiae</i>				+	+														
<i>Dictyota dichotoma</i>				+															
<i>Ellisolandia elongata</i>	70	85	65	95	90	70	85	80	90	55	60	50	30	40	25	80	90	85	
<i>Falkenbergia rufoflavosa</i>	+	1	+	+	+	1	+	+	+	+			1	1		+	+	1	
<i>Gastroclonium ovatum</i>										1									
<i>Gastroclonium reflexum</i>																	+	+	
<i>Gelidium attenuatum</i>																1			
<i>Gelidium corneum</i>											5								
<i>Gelidium pulchellum</i>	+	+						+											
<i>Gelidium spinosum</i>	1	1					1	+	+	1		10				1	+	1	
<i>Halopteris scoparia</i>				1						1			20	30	1	5			
<i>Halurus equisetifolius</i>			+							1	1	+		1	1				
<i>Jania rubens</i>										5	5	5	5	10	15		1	+	
<i>Laurencia obtusa</i>									1										
<i>Leptosiphonia fibrata</i>																+			
<i>Lithophyllum incrustans</i>							5	1	1	5								+	
<i>Lithophyllum tortuosum</i>						+													
<i>Lomentaria articulata</i>				+			+						1					+	
<i>Lychaete pellucida</i>			+																
<i>Meredithia microphylla</i>	+																		
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	1	1	+	1	1	1	1	1	5	5	1	1	1	1	5	1	5	1	
<i>Osmundea pinnatifida</i>		1		1	1	5	+	1	1							+	1	+	
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>										1	+			+	1				
<i>Placamium cartilagineum</i>									1	5	10	5	+		+				
<i>Pterosiphonia complanata</i>										1	10	15	15	1	+				
<i>Ralfsia verrucosa</i>	+	1				1		+	+									+	
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	+							+	+									+	
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	+	+		1	+	+	+	+	1					+				+	
<i>Sphacelaria rigidula</i>	1	1		1		+	1	+	+					+					
<i>Trailliella intricata</i>	+	+	1	+	+	+	+	+	1	+	+		+		+		+	+	
<i>Ulva rigida</i>	1	+	1	1	+	+	+	1	+	+	1		1	+		+	1	+	
<i>Xiphosiphonia pennata</i>												+		+					
<i>Zanardinia typus</i>										5	1	+		5	1				

Tabla 1. Inventarios de la flora intermareal de la Estación 1 del Sector Tonpoi. Campaña 2022.

Talaípe																			
Fecha: 6-7-2022																			
Site	Estación 1									Estación 2									
	- 5 m									- 5 m									
Nivel batimétrico	1			2			3			1			2			3			
Área	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Especies / muestra	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	+		+	+		+	+		+	+	1	1	+	+	+	+		+	
<i>Aglaothamnion byssoides</i>	1		+						1					5	1	1	1	1	
<i>Aglaothamnion cordatum</i>	15	5	5	1	1	1	5	10	5	1	5	5	10	10	5	15	10	5	
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>	+				+	+			+			+	1	+	+	+		+	
<i>Aphanocladia stichidiosa</i>	1				1			1	1							1	5	+	
<i>Asparagopsis armata</i>									+	1	1	+			+				
<i>Bonemaissonia asparagoides</i>	+	1		1	1	+	+	1		5	1	1			+		1	1	
<i>Bornetia secundiflora</i>														+	+			+	
<i>Bryopsis plumosa</i>	1			+		+		+	+										
<i>Ceramium echionotum</i>	1	1		1	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1		5	5	1	
<i>Champia parvula</i>		1		+				+	+	1	+	1	1	1	+	1	1	1	
<i>Chondracanthus acicularis</i>	5	15	10	10	5	10	25	1	5	20	35	30	40	30	30	1	1	5	
<i>Chondracanthus teedei</i>		1	1			1						1			1	1		1	
<i>Chondria coerulescens</i>			+	+				+	+				1					+	
<i>Chylocladia verticillata</i>				+				+				+				+			
<i>Cladostephus spongiosus</i>	1	5	1	10	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	1			1	
<i>Colpomenia peregrina</i>	+	+	+		+	+			+		+				+	+		+	
<i>Dasya rigidula</i>		+	+			+	1	+	+	+	+	+	1	5	+	1	1	+	
<i>Dictyopteris polypodiooides</i>				5	10	5				5		1	5		+				
<i>Dictyota dichotoma</i>	1	1	+	5	1	1	1	1	+	5	1	1	10	10	5	+	5	1	
<i>Dudresnaya verticillata</i>											1				+	1	5	1	
<i>Ellisolandia elongata</i>	90	90	80	90	70	60	60	90	80	90	95	70	50	70	60	100	85	70	
<i>Ericaria selaginoides</i>				5	15	10					15	10		15	10	1		1	
<i>Gastroclonium reflexum</i>													+						
<i>Gelidium corneum</i>		1				+		5	5										
<i>Gelidium spinosum</i>							1		+	+	+			+	+			+	
<i>Gongolaria baccata</i>					1														
<i>Halopithys incurva</i>											1	1			1		20	10	
<i>Halopteris filicina</i>	+						+	+	1	1	+	1	1		1	+		+	
<i>Halopteris scoparia</i>	5	15	10	25	45	40	1	5	5	5		5	5	5	5				
<i>Herposiphonia tenella</i>								1	+										
<i>Heterosiphonia plumosa</i>		+			5	+							1	+	+				
<i>Hypnea musciformis</i>	1	1	1	1		5													
<i>Jania rubens</i>	10	10	5	5	10	10	1	1	5	1	15	5	1	1	1	+	15	5	
<i>Liagora viscida</i>		1	+										1		+				
<i>Lithophyllum incrustans</i>		1					5	5	1	10		1	1	1	5		1	1	
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	65	70	50	55	45	40	65	65	50	60	80	60	65	80	60	70	95	60	
<i>Microcladia glandulosa</i>		1	1		1	1		5	1	1	1	1	1	+	+	1		1	
<i>Nitophyllum punctatum</i>		+				+			+				+		+	+			
<i>Padina pavonica</i>														1		+		+	
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>			1			+		+	+		+			1				+	
<i>Peyssonnelia squamaria</i>					1			1						1					
<i>Pterosiphonia complanata</i>		1	5	1		1		10	10		1		5	5		1	5		
<i>Sargassum vulgare</i>					15	1			+					1	1				
<i>Taonia atomaria</i>	+	1	+	15	20	15	1	+	+		5	+			+	+	+	+	
<i>Ulva rigida</i>	+	+	+	+	+	+		+	+	1	+	+	+	1	+	1	1	+	
<i>Xiphosiphonia ardreana</i>			+			+				+	1	1					+	1	
<i>Zanardinia typus</i>	5	5	5		5	5	30	5	10	5		5	5	5	5	5	1	1	

Tabla 6. Inventarios de la flora submareal del Sector Talaípe. Campaña 2022.

Lameropunte - Estación 1																		
Fecha: 18-5-2022																		
Nivel intermareal																		
Área	Superior (+ 1,25 m)									Inferior (+ 0,75 m)								
	1			2			3			1			2			3		
Especies / muestra	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Acrosorium ciliolatum</i>										+	+	+						
<i>Aglaothamnion gallicum</i>		1		+	+		1		+					5				1
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	1												+	1	1			
<i>Apoglossum ruscifolium</i>																1		
<i>Asparagopsis armata</i>													1		1			
<i>Bryopsis plumosa</i>										+	1	1	+	+	1			
<i>Callithamnion granulatum</i>	+	+	+															
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	10	5	5	5				10	10	10			1	1	5		+	1
<i>Ceramium botryocarpum</i>													1	+	1	+		
<i>Ceramium echinotum</i>	10	30	20	5	1	5	10	10	10	10			5	10	5	15	15	20
<i>Chaetomorpha linum</i>	+	+	+													+	1	1
<i>Chondracanthus acicularis</i>				+												5	5	10
<i>Cladophora coelothrix</i>																5	5	
<i>Cladophora lehmanniana</i>	+	+	1					+					+	+	+	+	+	+
<i>Codium adhaerens</i>																		5
<i>Codium fragile</i>						+												1
<i>Colpomenia peregrina</i>	+	1	1	5	+	5	+	5	1	1			5	1	+	25	10	20
<i>Cutleria adspersa</i>																+	+	
<i>Derbesia tenuissima</i>																+		
<i>Ectocarpus siliculosus</i>	1	1	+	1	1	1			+									
<i>Ellisolandia elongata</i>	80	80	60	40	45	35	60	80	80	80	75	65	50	50	60	70	50	65
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	+		+							+	+	+					+	
<i>Gastroclonium reflexum</i>	+			+				+						+	+	+	+	+
<i>Gayliella flaccida</i>																	+	1
<i>Gelidium pulchellum</i>	5	5	5	20	5	5	50	20	15	15			5	5	5	40	45	25
<i>Gelidium spinosum</i>														+	+	+		
<i>Jania rubens</i>	1	+	+	+				+		1	1	+	1	1	1			+
<i>Lithophyllum incrustans</i>	15	10	15	10	15	10	1	1	+	+	1	5	10	5	5	10	1	10
<i>Lychaete pellucida</i>																+		
<i>Mesophyllum lichenoides</i>																	5	1
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>										+	+	+				+		1
<i>Phymatolithon lenormandii</i>				+	+	5												1
<i>Polysiphonia atlantica</i>	1	1		+	+	+		+										1
<i>Ralfsia verrucosa</i>	+	1	+	10	+	1	1		+	+		+	+	+	1			+
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	+	+																
<i>Sphacelaria cirrosa</i>		+							+									+
<i>Sphacelaria rigidula</i>	1	+																+
<i>Trailiella intricata</i>	1	+	1					+		+	+	+					1	+
<i>Ulva prolifera</i>	+	+	+	5	5	5	+	+	+				+	+	+			+
<i>Ulva rigida</i>	+	+	+	+	+	+	5	5	10	10			+	+	+	+	+	5
<i>Ulvaria obscura</i>	+																	+

Tabla 7. Inventarios de la flora intermareal de la Estación 1 del Sector Lameropunte. Campaña 2022.

Lameropunte - Estación 2																		
Fecha: 18-5-2022																		
Nivel intermareal																		
Área	Superior (+ 1,25 m)									Inferior (+ 0,75 m)								
	1			2			3			1			2			3		
Especies / muestra	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Antithamnionella ternifolia</i>				+	+	+	1	+		+	1	1	+	1	+	+	5	5
<i>Apoglossum rusciifolium</i>									+									
<i>Asparagopsis armata</i>										1			5		5			10
<i>Callithamnion granulatum</i>													+					
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	+			1	+	1												
<i>Ceramium botryocarpum</i>							1	+		15	10	5	15	10	15	25	30	20
<i>Ceramium ciliatum</i>		+	1	1	1	+	10	5	10	10	5	5	10	1	5	1	1	5
<i>Ceramium echionotum</i>	5	5	15	20	10	25	5	5	1	5	10	5	10	15	10	5	1	5
<i>Chondracanthus acicularis</i>				1	+				1				1	+				
<i>Cladophora lehmanianna</i>	+	+	+	+	+		1	+	+	+			+					
<i>Codium adhaerens</i>		1	5															
<i>Colpomenia peregrina</i>	+	1	+	1	+	5	1		+		1	5	5	1		1	5	1
<i>Crouania attenuata</i>											+			+	+			
<i>Cutleria adspersa</i>							1	+	+	+	1	1	1	1	1	+	1	1
<i>Dictyota dichotoma</i>													+					
<i>Derbesia tenuissima</i>	+		+	+		+							+					+
<i>Ellisolandia elongata</i>	90	90	80	80	85	75	75	65	60	65	70	55	50	60	55	50	60	55
<i>Falkenbergia rufofanosa</i>		+	+	1	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+	+	+
<i>Gastroclonium reflexum</i>		1				+												
<i>Gayliella flaccida</i>					+	+	+			+		+		+				
<i>Gelidium pulchellum</i>	+	+	+			1												
<i>Gelidium spinosum</i>									+					1	1			+
<i>Jania rubens</i>		1						1	+		+	1		+				+
<i>Lychaete pellucida</i>	+																	+
<i>Lithophyllum incrustans</i>	5	5		10	10	15	20	30	35	20	15	30	30	25	20	10	20	25
<i>Mesophyllum lichenoides</i>		+	1			1	1		1	1	1	+	1	1	5	1		
<i>Polysiphonia atlantica</i>					+	+		+										1
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>																		
<i>Ralfsia verrucosa</i>	+	+	1			+												
<i>Sphacelaria cirrosa</i>		+	+						+									
<i>Sphacelaria rigidula</i>	+	1	+	1	5	1	1	+		1	+	5						+
<i>Trailliella intricata</i>					+		+	+	+	+	1	+	+	+	+			
<i>Ulva rigida</i>	1	5	1	+	+	1	+	+	+	+		+	1	+	+	+	+	+
<i>Zanardinia typus</i>		+	+			1	+			1				1	+			

Tabla 8. Inventarios de la flora intermareal de la Estación 2 del Sector Lameropunte. Campaña 2022.

Mundaka - Estación 1																		
Fecha: 15-5-2022																		
Nivel intermareal																		
Área	Superior (+ 1,25 m)									Inferior (+ 0,75 m)								
	1			2			3			1			2			3		
Especies / muestra	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Acrosorium ciliolatum</i>						+	+	+	+	+	+	+	+		1	1	+	+
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>		+			+		+				+	1		1	+		+	1
<i>Asparagopsis armata</i>													+	+	1			1
<i>Bifurcaria bifurcata</i>									1									
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>										+					1	+	+	+
<i>Calliblepharis jubata</i>										1	1			1				
<i>Caulacanthus ustulatus</i>			+	10	1	5	+	+	1									
<i>Ceramium botryocarpum</i>										+			+	+	+	+	+	+
<i>Ceramium ciliatum</i>	5	5	1	5	5	5	5	5	1	10	5	1	5	5	50	20	35	
<i>Ceramium echinotum</i>	+	+	+	1					+			+		1	1			
<i>Champia parvula</i>										5	5	1		+	+	+	+	
<i>Chondracanthus acicularis</i>	50	50	5	5	5	5	10	1	20	5	5	1	5	10	5	10	10	10
<i>Chondracanthus teedei</i>	1				1							1		5		+	1	
<i>Chylocladia verticillata</i>										5	1	1	+		1	1	+	+
<i>Cladophora lehmanniana</i>	+	+	+	+	+	+	5	1	1				+			+	1	+
<i>Cladostephus spongiosus</i>									+									
<i>Codium adhaerens</i>				1								5	10					
<i>Codium fragile</i>									+	+				+				
<i>Colpomenia peregrina</i>	1	1	15	+	+	+	1	1	+	1	1	1	+	1	+	1	1	+
<i>Dictyota dichotoma</i>													+					
<i>Ellisolandia elongata</i>	95	90	80	85	90	75	95	100	90	95	95	100	90	90	95	95	95	95
<i>Enteromorpha</i>	+		+			+	+											
<i>Falkenbergia rufo-lanosa</i>	1	+	+	1	5	5	15	1	5	1	1	1	+	+	1	10	1	1
<i>Gastroclonium ovatum</i>													+					+
<i>Gastroclonium reflexum</i>				+	+				+									
<i>Gelidium pulchellum</i>	1	+	1	1	5	5	+	+	+				1	+			1	1
<i>Gelidium spinosum</i>	+			1	5	+				5	1	5	5	1	1	1	+	+
<i>Haematocelis rubens</i>														1				
<i>Halopteris scoparia</i>							+	1		10	15	10	5	1				+
<i>Halurus equisetifolius</i>													+	1	1		+	+
<i>Herposiphonia tenella</i>				+				+										
<i>Hypnea musciformis</i>													+	1	1	+	+	+
<i>Jania rubens</i>										5	1			+	1			
<i>Laurencia obtusa</i>	5	20	10	5	1	5	+	1	1							1	+	
<i>Lithophyllum incrustans</i>	5	5	25	10	10	20	1	+	5	1	1	+	1	1	1	1	1	1
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	+	+			5	+	5	1	1	10	1	5	5	5	15	5	1	1
<i>Nitophyllum punctatum</i>													+	+	+	1	+	+
<i>Osmundea pinnatifida</i>	10	15	10	10	5	5	1	10	1							1	1	+
<i>Plocamium cartilagineum</i>											+			+	+			
<i>Pterocladia capillacea</i>										10	10	10	1	5	15			
<i>Ralfsia verrucosa</i>	+		+	+		+	+	+	+									
<i>Scytosiphon lomentaria</i>				+														
<i>Sphacelaria rigidula</i>	+		+				+	1	+									
<i>Thuretella schousboei</i>												+						
<i>Trailliella intricata</i>	+	+		+		1			+									
<i>Ulva rigida</i>	5	5	1	1	+	1	5	5	1	+	5	1	+		1	5	5	5
<i>Zanardinia typus</i>											+		+		1			

Tabla 10. Inventarios de la flora intermareal de la Estación 1 del Sector Mundaka. Campaña 2022.

Mundaka - Estación 2																			
Fecha: 15-5-2022																			
Nivel intermareal																			
Área	Superior (+ 1,25 m)						Inferior (+ 0,75 m)												
	1			2			3			1			2			3			
Especies / muestra	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Acrosorium ciliolatum</i>										+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>									+							+			
<i>Anotrichium furcellatum</i>												+						+	
<i>Apoglossum ruscifolium</i>																+			
<i>Asparagopsis armata</i>										5	10		10	5	20	5		1	
<i>Bifurcaria bifurcata</i>												10				10	5	10	
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>											1		1	+			1		
<i>Calliblepharis jubata</i>											1		1		1			+	
<i>Caulacanthus ustulatus</i>					1	5	1	+	1	+									
<i>Ceramium botryocarpum</i>												1							
<i>Ceramium ciliatum</i>								1	+	5	5	10	15	5	10	5	1	+	1
<i>Ceramium echinotum</i>	1	5	15	10	5	10	5	5	5	1	5	1	1	1	1	1		+	
<i>Ceramium secundatum</i>									1		5	1	1	+					
<i>Ceramium tenerrimum</i>								1		1									
<i>Chaetomorpha linum</i>					+	+													
<i>Champia parvula</i>																		+	
<i>Chondracanthus acicularis</i>	1	+		1	+	1	1	+	10		5	10	5			5		1	
<i>Chondracanthus teedei</i>										1									
<i>Chondria coerulescens</i>											+		1		1				
<i>Chylocladia verticillata</i>										1			+	1	1		5	1	
<i>Cladophora laetevirens</i>	+	+	1	+	+	+	+	+	+										
<i>Cladophora lehmanniana</i>											+	+							
<i>Cladostephus spongiosus</i>										1	+	+	1	15		5	1		
<i>Codium adhaerens</i>													5	10		15			
<i>Colpomenia peregrina</i>	50	30	25	5	10	5	20	40	5										
<i>Ellisolandia elongata</i>	85	90	80	85	75	70	85	75	70	60	50	40	50	65	60	40	65	15	
<i>Ericaria selaginoides</i>										20	10	10	15	10	1	10	25	40	
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>										+	1	1	1	1	+	+	+	1	
<i>Gayliella flaccida</i>											+	+		1	+				
<i>Gelidium pulchellum</i>		1	+		+														
<i>Gelidium spinosum</i>				1		1						1	1	1		1			
<i>Halopteris filicina</i>											+					1		+	
<i>Halopteris scoparia</i>										5	1	5	15	10	5	15	20	25	
<i>Halurus equisetifolius</i>																		1	
<i>Heterosiphonia japonica</i>													+	+		+	1	1	
<i>Jania rubens</i>	+	+		1	1	+	+			5	1	+	1	5	5	1	10	5	
<i>Laurencia obtusa</i>	1	5	1	5	10	5	5	1	1										
<i>Lithophyllum incrustans</i>			1				1		1				1			10	1		
<i>Lomentaria articulata</i>					1														
<i>Lychaete pellucida</i>													+					+	
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	1	+	+	5	1	5	1	+	+	+	+	5	1	+	1	5	1	+	
<i>Nitophyllum punctatum</i>													+	1	1				
<i>Osmundea pinnatifida</i>	5	10	10	15	30	20	25	10	50										
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>													1			1			
<i>Pterocladia capillacea</i>										20	15	1	10		5			1	
<i>Pterosiphonia complanata</i>										1	5	1	5	5	10	1	5	1	
<i>Ralfsia verrucosa</i>	1		+	1	1	+		1	+										
<i>Scinaia furcellata</i>													1				1		
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	+		+	1	+	1		+						1					
<i>Sphacelaria cirrosa</i>		+	+	+	+	+	+	+	+										
<i>Sphacelaria rigidula</i>	1	1	+	5	+	1	+	+	1										
<i>Trailliella intricata</i>	+	+							+	+		+	+	+	+				
<i>Ulva clathrata</i>					1	+		+	5	+									
<i>Ulva prolifera</i>				+	+	1	1	+	+										
<i>Ulva rigida</i>	1	+	1	5	5	5	+	1	5	5	1	5	+	+	+	1	+	5	
<i>Vertebrata fruticulosa</i>										+	1		1	5	+	5	1	15	
<i>Zanardinia typus</i>												1		+			1		

Tabla 11. Inventarios de la flora intermareal de la Estación 1 del Sector Mundaka. Campaña 2022.

INVENTARIOS DE FAUNA

Tonpoi - Estación 1																		
Fecha: 2-5-2022																		
Nivel intermareal																		
Área	Superior (+ 1,25 m)									Inferior (+ 0,75 m)								
	1			2			3			1			2			3		
Especies / muestra	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Aplysia</i> sp.												+	+					
<i>Apohyale perieri</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bittium reticulatum</i>		+																
<i>Caryophyllia smithii</i>			+										+					
<i>Chthamalus stellatus</i>	+	+				+	+			+			+	+				
<i>Clathrina coriacea</i>																+	+	
<i>Electra pilosa</i>														+				
<i>Eulalia viridis</i>								+				+						
<i>Gibbula umbilicalis</i>	+	+											+					
<i>Haliclona cinerea</i>																+		
Isopoda indet.					+													
<i>Leiosolenus aristatus</i>	+						1	+	+				+		+	+	+	
<i>Mytilus galloprovincialis</i>			+			+		+	+									
<i>Ocenebra erinaceus</i>												+	+					
<i>Ocinebrina aciculata</i>			+															
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>			+						+									
<i>Patella ulyssiponensis</i>	1	5	+	+	+	1	1	5	5	+	5			1	1	+	+	
<i>Polyophthalmus pictus</i>	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+				+	+	+
<i>Rocellaria dubia</i>	+	+						+		+	+	+	+		+	+	+	+
<i>Serpula concharum</i>	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Spirobranchus</i> spp.	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tritia incrassata</i>			+															
<i>Xantho</i> sp.													+					

Tabla 12. Inventarios de la fauna intermareal de la Estación 1 del Sector Tonpoi. Campaña 2022.

Tonpoi - Estación 2																		
Fecha: 2-5-2022																		
Nivel intermareal																		
Área	Superior (+ 1,25 m)									Inferior (+ 0,75 m)								
	1			2			3			1			2			3		
Especies / muestra	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Acanthochitona crinita</i>						+												
<i>Apohyale perieri</i>	+	+	+	+		+	+		+									
<i>Bittium reticulatum</i>			+					+	+	+	+					+	+	
<i>Chthamalus stellatus</i>	+	+		+	+	1	+	+	+									
<i>Clibanarius erythropus</i>	+	+	+													+	+	+
<i>Cliona celata</i>														+				+
<i>Dynamene bidentata</i>													+					+
<i>Gibbula umbilicalis</i>	+	+	+			+			+							+		+
<i>Janua heterostropha</i>										+		+						+
<i>Leiosolenus aristatus</i>					+	+												
<i>Mytilus galloprovincialis</i>		+	+	1	+	+	+	+	+									
<i>Ocenebra erinaceus</i>	+																	
<i>Ocinebrina aciculata</i>		+	+				+		+									+
<i>Paracentrotus lividus</i>						+						5	10	15	15			
<i>Patella ulyssiponensis</i>	1	1	+		5	1	1	+	+			+		+				+
<i>Polyophthalmus pictus</i>	+	+	+	+			+		+	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Rocellaria dubia</i>															+			+
<i>Serpula concharum</i>					+													
<i>Spirobranchus</i> spp.		+	+				+	+	+	+		+						+
<i>Talitrus saltator</i>					+	+												
<i>Tricolia pullus</i>															+			+
<i>Tritia incrassata</i>															+	+		
<i>Xantho</i> sp.		+																

Tabla 13. Inventarios de la fauna intermareal de la Estación 2 del Sector Tonpoi. Campaña 2022.

Tonpoi																				
Fecha: 8-7-2022																				
Site																				
Nivel batimétrico																				
Área																				
Especies / muestra																				
Estación 1N									Estación 2											
- 5 m									- 5 m											
1			2			3			1			2			3					
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
<i>Aaptos aaptos</i>																				
<i>Aglaophenia kirchenpaueri</i>																				
<i>Aglaophenia pluma</i>	1	1	1	+	+	+	+		+											
<i>Beania magellanica</i>																				
<i>Bittium reticulatum</i>	+	1	+	+	1	1	+	1	+											
<i>Calliostoma zizyphinum</i>	+		+	+		+	+													
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	+	+	+	+	+	+		+												
<i>Clathrina coriacea</i>																				
<i>Cliona celata</i>	1	5	1																	
<i>Clytia hemisphaerica</i>																				
<i>Hymeniacion sanguinea</i>					1	1	1		+											
<i>Hypselodoris cantabrica</i>						+		+	+	+										
<i>Marthasterias glacialis</i>						5														
<i>Obelia geniculata</i>																				
<i>Orthopyxis integra</i>									+		+									5
<i>Pachymatisma johnstonia</i>	+		+			1		+	+	+										
<i>Pisa sp.</i>																				
<i>Rocellaria dubia</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+											
<i>Sabellaridae indet.</i>		+		+	+	+	+	+	+											
<i>Sertularella gaudichaudi</i>	5		+	1		+		1	1											
<i>Tritia incrassata</i>	+	+	+					+	+	+										

Tabla 14. Inventarios de la fauna submareal del Sector Tonpoi. Campaña 2022.

Talaípe - Estación 1																		
Fecha: 30-4-2022																		
Nivel intermareal																		
Área	Superior (+ 1,25 m)									Inferior (+ 0,75 m)								
	1			2			3			1			2			3		
Especies / muestra	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Aaptos aaptos</i>						+									+			
<i>Aplysia</i> sp.									+									
<i>Apohyale perieri</i>	+			+		+		+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>Beania magellanica</i>						+							+	+	+			
<i>Bittium reticulatum</i>					+	+	+	+	+						+	+	+	+
<i>Caprella penantis</i>											+	+			+			
<i>Caryophyllia smithii</i>									+	+				+	+			
<i>Cereus pedunculatus</i>	+		+									+			+			
<i>Chthamalus stellatus</i>	+	+	+															
<i>Clathrina coriacea</i>										+	+				+			
<i>Clibanarius erythropus</i>																		+
<i>Cliona celata</i>	+				+					+								
<i>Dynamene bidentata</i>															+			
<i>Eulalia viridis</i>						+												
Gastropoda indet.									+			+			+			
<i>Gibbula umbilicalis</i>									+	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Haliclona cinerea</i>										+					+			
<i>Leiosolenus aristatus</i>	+	+	+															
<i>Mytilus galloprovincialis</i>			+						+									
Nereididae indet.												+						
<i>Ocenebra erinaceus</i>									+			+						
<i>Ocinebrina aciculata</i>						+			+									
<i>Paracentrotus lividus</i>									+	5		10						+
<i>Patella ulyssiponensis</i>	5	5				+						+						
<i>Perforatus perforatus</i>	+		+															
<i>Pisa</i> sp.																		+
<i>Polyophthalmus pictus</i>	+	+		+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rocellaria dubia</i>																		+
<i>Serpula concharum</i>	+	+	+	+		+				+	+				+			
<i>Sertularella gaudichaudi</i>												+			+			
<i>Spirobranchus</i> spp.	+	+	+			+												
<i>Tricolia pullus</i>						+	+	+	+						+	+	+	+
<i>Tritia incrassata</i>						+			+						+			+
<i>Turbicellepora magnicostata</i>										+					+			+
<i>Xantho</i> sp.						+									+	+	+	+

Tabla 15. Inventarios de la fauna intermareal de la Estación 1 del Sector Talaípe. Campaña 2022.

Talaípe - Estación 2																		
Fecha: 30-4-2022																		
Nivel intermareal																		
Área	Superior (+ 1,25 m)									Inferior (+ 0,75 m)								
	1			2			3			1			2			3		
Especies / muestra	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Aptos aaptos</i>												+						
<i>Apohyale perieri</i>	+			+				+	+			+		+			+	
<i>Asterina gibbosa</i>												+					+	
<i>Beania magellanica</i>												+		+				
<i>Bittium reticulatum</i>						+		+									+	+
<i>Chthamalus stellatus</i>	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+								
<i>Eriphia verrucosa</i>		+	+					+		+		+	+	+				+
<i>Eulalia viridis</i>		+																
<i>Gibbula umbilicalis</i>												+	+			+	+	+
<i>Jassa falcata</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+
<i>Leiosolenus aristatus</i>	+	+							+									
<i>Mytilus galloprovincialis</i>				+		+		+					+			+		
Nereididae indet.												+						
<i>Obelia geniculata</i>												+	+	+				
<i>Ocinebrina aciculata</i>													+	+				
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>			+															
<i>Paracentrotus lividus</i>						5								20	20		15	15
<i>Patella ulyssiponensis</i>	1	5	5	10	10	10	+	1	5	+								
<i>Polyophthalmus pictus</i>	+	+	1	+	+	+	+	1	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rocellaria dubia</i>		+																
<i>Serpula concharum</i>			+										+	+				
<i>Spirobranchus</i> spp.								+	+		+					+	+	
<i>Tricolia pullus</i>																	+	+
<i>Tritia incrassata</i>												+						

Tabla 16. Inventarios de la fauna intermareal de la Estación 2 del Sector Talaípe. Campaña 2022.

Talaípe																			
Fecha: 6-7-2022																			
Site																			
Nivel batimétrico																			
Área	Estación 1									Estación 2									
	- 5 m									- 5 m									
Especies / muestra	1			2			3			1			2			3			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Aptos aaptos</i>								+	+									+	
<i>Aetea anguina</i>																		1	+
<i>Aglaophenia pluma</i>		+																	
<i>Beania magellanica</i>		+		+		+	1		+										
<i>Bittium reticulatum</i>	+	1	+	+	+	+	+	10	5	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Calliostoma zizyphinum</i>					+	+				+				+					
<i>Clathrina coriacea</i>	+		+	+	+												+		+
<i>Crisia denticulata</i>							+		+										
<i>Chaetopterus variopedatus</i>			+																
<i>Hymeniacion sanguinea</i>		+			+													+	
<i>Nassarius incrassatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rocellaria dubia</i>	+	+					+	+	+								+		
<i>Salacia desmoides</i>																		+	+
<i>Terebella lapidaria</i>		+	+																

Tabla 17. Inventarios de la fauna submareal del Sector Talapípe. Campaña 2022.

Lameropunte - Estación 1																		
Fecha: 18-5-2022																		
Nivel intermareal																		
Área	Superior (+ 1,25 m)									Inferior (+ 0,75 m)								
	1			2			3			1			2			3		
Especies / muestra	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Amphipoda indet.									+									
<i>Bittium reticulatum</i>						+									+			+
<i>Chthamalus stellatus</i>	+	+	+	+	+	+				+								
<i>Eriphia verrucosa</i>											+							
<i>Gibbula umbilicalis</i>	+	+													+			
<i>Janua heterostropha</i>										+		+	+					
<i>Leiosolenus aristatus</i>			+	+		+				+		+						
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	+	+	+	+	1	1			+	1	+	+		+	+			
<i>Ocenebra erinaceus</i>									+									
<i>Ocinebrina aciculata</i>									+						+			+
<i>Paracentrotus lividus</i>	+		1			+				1	+	5	1					
<i>Patella ulyssiponensis</i>	15	10	1	5	20	10	1	+	+	15	+	10	5	1				
<i>Perforatus perforatus</i>	+	+				+				+								
<i>Polyophthalmus pictus</i>									+	+	+					+	+	+
<i>Serpula concharum</i>					+				+	+					+	+	+	+
<i>Spirobranchus</i> spp.		+	+		+	+	+	+	+		+	+		+	+	+	+	+
<i>Styela plicata</i>																		
<i>Tanais dulongii</i>										+	+	+	+					+
<i>Tritia incrassata</i>									+								+	+

Tabla 18. Inventarios de la fauna intermareal de la Estación 1 del Sector Lameropunte. Campaña 2022.

Lameropunte - Estación 2																		
Fecha: 18-5-2022																		
Nivel intermareal																		
Área	Superior (+ 1,25 m)									Inferior (+ 0,75 m)								
	1			2			3			1			2			3		
Especies / muestra	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Amphipoda indet.	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bittium reticulatum</i>						+												+
<i>Caprella penantis</i>									+									
<i>Cereus pedunculatus</i>	+	+		+		+	+	+	+			+	+	+	+			+
<i>Chthamalus stellatus</i>			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+				+
<i>Dynamene bidentata</i>						+			+									
<i>Eulalia viridis</i>										+								
<i>Janua heterostropha</i>															+			
<i>Leiosolenus aristatus</i>	+	+	+		+	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+	+
<i>Mytilus galloprovincialis</i>			+	+						+								
Nereididae indet.									+									
<i>Ocenebra erinaceus</i>			+												+			
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>												+						+
<i>Paracentrotus lividus</i>	1	5	1	1	5	1	5	5	10	1		1	5	1	5	1	5	5
<i>Patella ulyssiponensis</i>	1	5	5	+	1	5	1	1	1	1	1	1	5	1	5	1	1	5
<i>Perforatus perforatus</i>	+			+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Polyophthalmus pictus</i>	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Serpula concharum</i>		+		+			+	+	+	+			+	+	+	+	+	+
<i>Spirobranchus</i> spp.	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Styela plicata</i>																		+
<i>Tritia incrassata</i>	+																	
<i>Xantho</i> sp.					+					+				+				

Tabla 19. Inventarios de la fauna intermareal de la Estación 2 del Sector Lameropunte. Campaña 2022.

Lameropunte																		
Fecha: 7-7-2022																		
Site	Estación 1									Estación 2								
	- 5 m									- 5 m								
	1			2			3			1			2			3		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Aptos aaptos</i>	1	1	5			1			1									
<i>Aglaophenia pluma</i>													+	+	1		+	
<i>Aiptasia mutabilis</i>																	+	
<i>Anemonia viridis</i>	1	+	5										10	1		5	1	
<i>Beania magellanica</i>				+	+		+	1	+	5						+	+	+
<i>Bittium reticulatum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Calliostoma zizyphinum</i>													+	+	+	+	+	
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	+		+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+
Chorizoporidae indet.						1												
<i>Clathrina coriacea</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	1
<i>Cliona celata</i>			+				+	+										
<i>Corynactis viridis</i>															+			
<i>Crisia aculeata</i>							+	+										
<i>Dendrodoa grossularia</i>													+					
<i>Doriopsilla miniata</i>													+				+	
<i>Electra pilosa</i>							+	+										
<i>Holothuria forskali</i>						5												
<i>Hymeniacidon sanguinea</i>	+		+						+						1	1	1	+
<i>Hypselodoris cantabrica</i>															+		+	+
<i>Lissoclinum perforatum</i>																		+
Nereididae indet.													+					
<i>Obelia geniculata</i>									+				+	+		+		
<i>Orthopyxis integra</i>							1	+					+	+	1			+
<i>Pachymatisma johnstonia</i>													+		1	1	+	+
<i>Phorbas fictitius</i>			+		+													

Tabla 20. Inventarios de la fauna submareal del Sector Lameropunte. Campaña 2022.

Mundaka - Estación 1																											
Fecha: 15-5-2022																											
Nivel intermareal																											
Área	Superior (+ 1,25 m)									Inferior (+ 0,75 m)																	
	1			2			3			1			2			3											
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3									
Amphipoda indet.	+																										
<i>Aplysia</i> sp.	+																										
<i>Apohyale perieri</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+									
<i>Bittium reticulatum</i>	+		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+									
<i>Carcinus maenas</i>	+																										
<i>Cereus pedunculatus</i>	+				+										+												
<i>Clathrina coriacea</i>	+																										
<i>Clibanarius erythropus</i>	+	+		+	1	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+									
<i>Crassostrea</i> sp.	+																										
<i>Eulalia viridis</i>				+	+													+	+								
<i>Gibbula umbilicalis</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+									
<i>Haliclona cinerea</i>	+																										
<i>Janua heterostropha</i>				+																							
Nereididae indet.	+																										
<i>Ocenebra erinaceus</i>		+	+	+																							
<i>Ocinebrina aciculata</i>	+	+	+																								
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	+	+				+							+														
<i>Paracentrotus lividus</i>	1	1	5													5											
<i>Patella ulyssiponensis</i>	+	+	+	1	1	1	+																				
<i>Polyopthalmus pictus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+									
<i>Serpula concharum</i>	+				+	+	+	+																			
<i>Spirobranchus</i> spp.	+	+				+	+	+	+																		
<i>Tritia incrassata</i>		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+									
<i>Xantho</i> sp.	+																										

Tabla 21. Inventarios de la fauna intermareal de la Estación 1 del Sector Mundaka. Campaña 2022.

Mundaka - Estación 2																										
Fecha: 15-5-2022																										
Nivel intermareal																										
Área	Superior (+ 1,25 m)									Inferior (+ 0,75 m)																
	1			2			3			1			2			3										
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3								
<i>Apohyale perieri</i>	+																									
<i>Bittium reticulatum</i>		+															+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Caprella penantis</i>	+																									
<i>Cereus pedunculatus</i>	+																									
<i>Chthamalus stellatus</i>	+	+	+	+		+		1			+															
<i>Clibanarius erythropus</i>	+	+	+	+	+				+										+	+						
<i>Cliona celata</i>		+																			+					
<i>Conopeum seurati</i>	+																									
<i>Eriphia verrucosa</i>	+																									
<i>Eulalia viridis</i>	+	+															+									
<i>Gibbula umbilicalis</i>	+																									
<i>Janua heterostropha</i>	+																									
<i>Leiosolenus aristatus</i>	+																									
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	+		+						+																	
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	+																									
<i>Paracentrotus lividus</i>	5		1						5	5	1	5	1								+					
<i>Patella ulyssiponensis</i>	1	5	5	1	+	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5								
<i>Polyopthalmus pictus</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+								
<i>Serpula concharum</i>	+																									
<i>Spirobranchus</i> spp.	+																									
<i>Tricolia pullus</i>	+																									
<i>Tritia incrassata</i>	+																									

Tabla 22. Inventarios de la fauna intermareal de la Estación 2 del Sector Mundaka. Campaña 2022.

TABLAS DE COBERTURA

SECTOR TONPOI - Vegetación Intermareal

	ESTACIÓN 1				ESTACIÓN 2			
	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	2,9	0,1	0,1	2,3	0,3	0,3	0,2	0,2
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>	0,1	-	-	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>Anthamionella ternifolia</i>	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	-	-
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	0,2	-	-	0,0	0,2	-	0,1	0,1
<i>Asparagopsis armata</i>	0,1	-	-	0,0	0,7	0,1	1,6	0,1
<i>Bifurcaria bifurcata</i>	28,7	29,0	27,9	24,3	13,2	14,0	8,1	4,1
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	-	-	-	0,5	0,0	0,6	0,0	0,5
<i>Bryopsis pennata</i>	-	-	-	-	-	-	0,3	0,1
<i>Bryopsis plumosa</i>	0,3	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Calliblepharis jubata</i>	-	-	-	0,6	-	-	-	0,1
<i>Callithamnion granulatum</i>	0,0	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calosiphonia vermicularis</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,3
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	1,9	2,1	1,6	2,1	1,4	0,8	4,4	1,5
<i>Centroceras clavulatum</i>	-	1,5	-	-	-	-	0,3	-
<i>Ceramium botryocarpum</i>	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	2,7	0,4
<i>Ceramium ciliatum</i>	0,6	2,4	3,8	2,8	2,4	0,3	10,1	2,3
<i>Ceramium echionotum</i>	5,1	2,1	1,4	1,7	3,4	9,1	3,6	2,4
<i>Ceramium secundatum</i>	-	-	1,5	0,1	0,2	-	-	0,2
<i>Ceramium tenerimum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetomorpha ligustica</i>	-	-	-	0,0	-	-	-	-
<i>Chaetomorpha linum</i>	0,0	0,0	-	-	0,2	-	0,2	0,4
<i>Champia parvula</i>	-	0,1	-	0,0	0,1	-	0,1	0,2
<i>Chondracanthus acicularis</i>	4,6	2,8	4,0	1,4	2,7	7,3	3,5	4,3
<i>Chondracanthus teedei</i>	1,7	0,6	0,4	3,5	1,7	0,7	4,2	3,4
<i>Chondria coerulescens</i>	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	-	-
<i>Chylocladia verticillata</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Cladophora coelothrix</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Cladophora laetevirens</i>	0,3	-	-	0,2	1,9	0,3	1,8	0,5
<i>Cladophora lehmanniana</i>	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,2	0,4	2,8
<i>Cladophora prolifera</i>	0,2	0,1	0,0	-	-	1,2	-	0,0
<i>Cladostephus spongiosus</i>	1,9	1,8	0,6	1,3	5,6	8,9	4,8	2,5
<i>Codium adhaerens</i>	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	2,1	0,3	1,4
<i>Codium fragile</i>	0,4	0,1	0,1	-	0,9	0,1	0,2	0,1
<i>Colpomenia peregrina</i>	6,3	0,6	1,2	1,5	10,2	5,5	6,9	6,9
<i>Cryptopleura ramosa</i>	2,1	3,1	3,6	1,2	-	0,1	-	-
<i>Cutleria adspersa</i>	-	-	0,1	0,1	-	-	0,2	-
<i>Dasya hutchinsiae</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Dasya rigidula</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Dasysiphonia japonica</i>	-	-	-	-	-	0,2	-	-
<i>Derbesia tenuissima</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	0,0	-	-	-	-	-	0,1	0,0
<i>Dictyota dichotoma</i>	-	0,1	-	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Ectocarpus siliculosus</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Ellisolandia elongata</i>	66,4	85,3	91,1	69,2	52,5	60,6	56,4	67,5
<i>Ericaria selaginoides</i>	-	-	-	-	16,9	9,3	18,4	17,0
<i>Erythrogllossum laciniatum</i>	-	-	-	-	-	-	0,6	0,1
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	1,3	0,6	0,4	0,6	0,3	1,1	0,3	0,2
<i>Gastroclonium ovatum</i>	-	-	-	0,1	-	-	0,0	0,0
<i>Gastroclonium reflexum</i>	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	-	-
<i>Gayliella flaccida</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Gelidium attenuatum</i>	0,6	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	0,1

Tabla 23. Cobertura media de las especies registradas en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Tonpoi durante el periodo 2019-2022.

SECTOR TONPOI - Vegetación Intermareal

	ESTACIÓN 1				ESTACIÓN 2			
	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Celidium corneum</i>	0,3	-	-	0,3	-	-	-	-
<i>Gelidium pulchellum</i>	0,2	0,2	0,3	0,1	1,0	-	0,0	0,8
<i>Gelidium pusillum</i>	0,4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gelidium spinosum</i>	0,7	0,2	0,4	1,0	0,4	0,4	0,5	0,2
<i>Gigartina pistillata</i>	-	-	-	-	-	-	0,0	0,1
<i>Gymnogongrus crenulatus</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Haematocelis rubens</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halicystis parvula</i>	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-
<i>Halopteris filicina</i>	-	-	-	-	0,7	0,1	2,0	0,8
<i>Halopteris scoparia</i>	3,4	0,9	1,2	3,2	11,7	0,4	5,6	7,7
<i>Halurus equisetifolius</i>	1,3	0,3	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Halurus flosculosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Herposiphonia tenella</i>	0,1	0,1	-	-	0,1	-	-	-
<i>Heterosiphonia japonica</i>	-	-	-	-	-	-	0,5	1,2
<i>Hildenbrandia rubra</i>	0,3	0,0	-	-	0,2	-	-	-
<i>Hincksia granulosa</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Hypnea musciformis</i>	-	-	-	-	0,3	0,8	0,1	0,0
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	-	-	-	-	0,1	-	0,0	0,1
<i>Jania rubens</i>	3,9	1,1	0,9	2,6	2,8	1,5	0,9	2,4
<i>Laurencia obtusa</i>	0,3	0,7	3,2	0,1	5,6	5,9	4,9	1,1
<i>Leptosiphonia fibrata</i>	-	-	-	0,0	-	-	0,0	0,1
<i>Liagora viscida</i>	-	-	-	-	0,0	0,1	0,1	-
<i>Lithophyllum incrustans</i>	3,1	2,4	1,0	0,7	1,6	1,0	1,5	3,1
<i>Lithophyllum tortuosum</i>	-	-	-	0,0	-	-	-	-
<i>Lomentaria articulata</i>	0,6	0,1	0,5	0,1	-	-	-	-
<i>Lychaete pellucida</i>	-	0,0	0,2	0,0	0,1	0,7	-	-
<i>Meredithia microphylla</i>	-	-	-	0,0	-	-	-	-
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	6,0	1,0	2,6	1,9	0,8	7,1	1,0	3,6
<i>Nitophyllum punctatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Osmundea pinnatifida</i>	0,9	2,9	1,2	0,7	0,1	0,5	1,8	5,9
<i>Petalonia fascia</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,0
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>	1,7	-	-	0,2	-	0,3	0,0	0,1
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	0,1	-	-	-	0,1	-	0,1	0,3
<i>Plocamium cartilagineum</i>	0,6	0,4	1,1	1,2	0,1	-	-	-
<i>Pterocladia capillacea</i>	0,1	0,9	1,2	-	0,1	0,3	0,4	0,6
<i>Pterosiphonia complanata</i>	3,6	4,2	4,7	2,4	1,8	0,1	1,3	1,0
<i>Pterothamnion crispum</i>	-	-	0,1	-	0,0	-	-	-
<i>Ralfsia verrucosa</i>	0,8	0,3	0,1	0,2	1,6	0,3	0,7	1,4
<i>Rhodothamniella floridula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhodomenia pseudopalmata</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Scinaia furcellata</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	-	-	0,0	0,1	-	-	-	0,5
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	0,1	-	-	0,3	0,1	0,0	1,4	1,1
<i>Sphacelaria rigidula</i>	0,6	0,3	0,2	0,3	1,3	1,1	3,8	3,5
<i>Sphondylothamnion multifidum</i>	-	-	-	-	-	-	0,0	-
<i>Tenarea tortuosa</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thuretella schousboei</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Thuretella schousboei</i>	-	-	-	-	-	2,8	0,0	-
<i>Trailiella intricata</i>	0,3	-	-	0,5	0,1	0,6	0,2	0,3
<i>Ulva clathrata</i>	1,9	-	-	-	0,4	2,6	3,9	0,2
<i>Ulva prolifera</i>	-	-	0,0	-	-	-	1,1	1,2
<i>Ulva rigida</i>	1,6	0,4	0,9	0,9	0,8	3,1	3,1	4,8
<i>Ulva sp.</i>	-	-	-	-	0,1	1,8	-	-
<i>Vertebrata fruticulosa</i>	0,1	-	0,1	-	-	0,2	2,9	5,1
<i>Xiphosiphonia ardreana</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Xiphosiphonia pennata</i>	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Zanardinia typus</i>	2,5	0,1	0,2	0,7	0,3	0,7	1,9	1,1

Tabla 23. Cont. Cobertura media de las especies registradas en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Tonpoi durante el periodo 2019-2022.

SECTOR TONPOI - Vegetación Intermareal																
	ESTACIÓN 1							ESTACIÓN 2								
	NIVEL 1,2 m				NIVEL 0,75 m			NIVEL 1,2 m				NIVEL 0,75 m				
	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	0,1	-	-	1,9	5,8	0,2	0,3	2,6	-	-	-	-	0,6	0,5	0,4	0,4
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	0,1	0,3
<i>Anthamnionella ternifolia</i>	-	-	-	-	0,3	0,2	0,3	0,1	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-
<i>Apoglossum ruscolium</i>	-	-	-	0,1	0,4	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	0,3	0,2
<i>Asparagopsis armata</i>	-	-	-	-	0,2	-	-	0,1	-	-	-	-	1,4	0,1	3,2	0,3
<i>Bifurcaria bifurcata</i>	6,2	4,1	0,7	14,1	51,1	53,9	55,0	34,6	0,1	4,1	0,7	0,2	26,2	23,9	15,6	7,9
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	0,9	-	-	-	0,1	0,1	1,1	0,1	1,0
<i>Bryopsis pennata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,1
<i>Bryopsis plumosa</i>	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Calliblepharis jubata</i>	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Callithamnion granulatum</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calosiphonia vermicularis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	3,8	4,1	3,2	3,9	-	-	-	0,2	2,9	1,6	8,7	3,0	-	-	-	-
<i>Centroceras clavulatum</i>	-	2,1	-	-	-	0,9	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-
<i>Ceramium botryocarpum</i>	0,1	0,2	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,3	-	-	5,3	0,6	0,1	0,2	0,1	0,1
<i>Ceramium ciliatum</i>	0,2	2,8	6,9	0,2	1,0	1,9	0,6	5,3	4,6	-	16,1	-	0,2	0,5	4,1	4,5
<i>Ceramium echinotum</i>	8,1	2,0	2,2	1,2	2,2	2,3	0,5	2,1	5,7	12,2	3,0	3,6	1,1	5,9	4,2	1,3
<i>Ceramium secundatum</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	2,9	0,2	-	-	-	-	0,3	-	0,3
<i>Chaetomorpha ligustica</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetomorpha linum</i>	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,2	0,4	0,1	-	0,2	0,4
<i>Champia parvula</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	0,2	-	0,2	0,4
<i>Chondracanthus acicularis</i>	5,7	2,0	4,7	0,8	3,5	3,6	3,2	2,0	0,8	3,6	5,1	4,0	4,6	11,1	1,9	4,7
<i>Chondracanthus teedei</i>	-	-	-	0,1	3,3	1,2	0,9	6,9	0,1	-	-	0,1	3,3	1,4	8,4	6,8
<i>Chondria coerulescens</i>	-	0,2	0,1	-	0,7	0,1	0,1	0,2	-	-	-	-	0,1	0,7	-	-
<i>Chylocladia verticillata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Cladophora coelothrix</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-
<i>Cladophora laetevirens</i>	0,4	-	-	0,1	0,2	-	-	0,3	3,2	0,6	3,3	1,0	0,7	0,1	0,2	0,1
<i>Cladophora lehmanniana</i>	0,4	0,6	0,7	0,6	0,6	0,3	0,2	0,4	0,3	-	0,3	5,1	0,5	0,4	0,6	0,6
<i>Cladophora prolifera</i>	-	-	-	-	0,4	0,1	0,1	-	-	0,4	-	-	-	2,1	-	0,1
<i>Cladostephus spongiosus</i>	-	-	-	-	3,9	3,6	1,2	2,6	-	-	0,1	-	11,3	17,8	9,6	5,0
<i>Codium adhaerens</i>	0,9	0,1	0,2	0,2	0,4	0,1	-	0,1	0,1	-	-	0,6	0,1	4,1	0,6	2,3
<i>Codium fragile</i>	0,1	0,1	0,2	-	0,6	0,2	-	-	-	-	0,1	-	1,8	0,1	0,3	0,2
<i>Colpomenia peregrina</i>	12,3	1,1	2,1	2,7	0,3	0,2	0,3	0,3	20,1	7,4	13,4	13,4	0,3	3,6	0,4	0,4
<i>Cryptopleura ramosa</i>	-	0,1	-	1,7	4,3	6,2	7,2	0,8	-	-	-	-	-	0,2	-	-
<i>Cutleria adspersa</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	0,4	-
<i>Dasya hutchinsiae</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dasya rigidula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-
<i>Dasysiphonia japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-
<i>Derbesia tenuissima</i>	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1
<i>Dictyota dichotoma</i>	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	-	0,1	0,2	0,2	0,1	-	-	-	0,1
<i>Ectocarpaceae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ellisolandia elongata</i>	83,3	92,8	95,6	81,1	49,4	77,8	86,7	57,2	82,2	78,3	69,4	86,1	22,8	42,8	43,3	48,9
<i>Ericaria selaginoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	33,9	18,6	36,7	33,9
<i>ErythroGLOSSUM laciniatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	0,2
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	0,4	0,7	0,2	0,6	2,1	0,4	0,5	0,5	0,2	1,7	0,3	-	0,5	0,6	0,2	0,4
<i>Gastroclonium ovatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1
<i>Gastroclonium reflexum</i>	0,2	0,2	0,3	-	0,1	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Gayliella flaccida</i>	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gelidium attenuatum</i>	-	-	-	-	1,2	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-	0,2	0,2	0,3
<i>Gelidium comeum</i>	-	-	-	-	0,7	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 24. Cobertura media de las especies registradas en 2 niveles batimétricos (+1,2 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Tonpoi durante el periodo 2019-2022.

	SECTOR TONPOI - Vegetación Intermareal															
	ESTACIÓN 1								ESTACIÓN 2							
	NIVEL 1,2 m				NIVEL 0,75 m				NIVEL 1,2 m			NIVEL 0,75 m				
	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Gelidium pulchellum</i>	0,4	0,4	0,4	0,2	-	0,1	0,1	-	2,0	-	0,1	1,5	-	-	-	-
<i>Gelidium pusillum</i>	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gelidium spinosum</i>	-	0,1	0,3	0,4	1,4	0,3	0,4	1,5	0,1	-	-	-	0,7	0,8	1,0	0,4
<i>Gigartina pistillata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2
<i>Gymnogongrus crenulatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Haematocelis rubens</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halicystis parvula</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Halopteris filicina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	0,1	4,0	1,6
<i>Halopteris scoparia</i>	1,3	-	-	0,1	5,6	1,8	2,3	6,3	0,6	0,7	2,2	1,9	22,8	0,1	8,9	13,4
<i>Halurus equisetifolius</i>	-	-	-	0,1	2,7	0,6	0,9	0,5	-	-	-	-	0,1	0,1	0,2	0,2
<i>Herposiphonia tenella</i>	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-
<i>Heterosiphonia japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,9	2,4
<i>Hildenbrandia rubra</i>	0,6	0,1	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hincksia granulosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
<i>Hypnea musciformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	1,7	0,2	0,1
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	0,1	0,2
<i>Jania rubens</i>	1,1	0,4	0,2	-	6,8	1,9	1,7	5,2	-	1,1	0,1	-	5,6	2,0	1,7	4,9
<i>Laurencia obtusa</i>	0,6	1,4	6,3	0,1	-	-	-	-	11,3	11,8	9,7	2,1	-	-	0,1	0,1
<i>Leptosiphonia fibrata</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,2	-	-	0,1	0,1
<i>Liagora viscida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	-
<i>Lithophyllum incrustans</i>	0,3	0,5	0,4	0,8	5,8	4,3	1,7	0,6	0,9	0,7	0,9	3,7	2,2	1,2	2,1	2,6
<i>Lithophyllum tortuosum</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lomentaria articulata</i>	-	-	-	0,1	1,2	0,1	1,0	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lychaete pellucida</i>	-	-	-	0,1	-	0,1	0,4	-	-	-	-	-	0,1	1,4	-	-
<i>Mastocarpus stellatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Meredithia microphylla</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	1,4	0,4	1,1	1,4	10,7	1,6	4,0	2,3	0,1	4,7	0,3	0,3	1,4	9,6	1,7	6,9
<i>Nitophyllum punctatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4
<i>Osmundea pinnatifida</i>	1,7	5,8	2,1	1,2	0,2	-	0,2	0,2	0,1	0,9	3,7	11,8	-	-	-	-
<i>Petalonia fascia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>	-	-	-	-	3,4	-	-	0,3	-	-	-	-	-	0,6	0,1	0,3
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,3	0,6	-	-	-	-
<i>Plocamium cartilagineum</i>	0,1	-	-	0,1	1,1	0,8	2,2	2,3	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Pterocladia capillacea</i>	-	-	-	-	0,2	1,8	2,3	-	-	-	-	-	0,3	0,7	0,8	1,2
<i>Pterosiphonia complanata</i>	-	-	-	-	7,2	8,4	9,4	4,7	-	-	-	-	3,5	0,2	2,7	2,0
<i>Pterothamnion crispum</i>	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Ralfsia verrucosa</i>	1,6	0,6	0,2	0,4	-	-	-	0,1	3,1	0,6	1,3	2,8	0,2	0,1	-	-
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	-	-	0,1	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scinaia furcellata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	0,2	-	-	0,6	-	-	-	0,1	0,1	0,1	2,7	2,1	-	-	0,1	0,1
<i>Sphacelaria rigidula</i>	1,1	0,5	0,4	0,6	0,2	0,1	-	0,1	2,5	0,4	6,4	6,8	-	1,8	1,1	0,1
<i>Sphondylothamnion multifidum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Tenarea tortuosa</i>	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thuretella schousboei</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Thuretella schousboei</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,7	0,1	-
<i>Tralliella intricata</i>	0,3	-	-	0,6	0,4	-	-	0,3	0,1	1,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,5
<i>Ulva clathrata</i>	3,8	-	-	-	-	-	-	-	0,8	5,3	7,8	0,4	-	-	-	-
<i>Ulva prolifera</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	2,1	2,2	-	-	0,1	0,2
<i>Ulva rigida</i>	2,6	0,4	0,8	0,7	0,7	0,4	0,9	1,1	0,9	5,0	5,1	8,4	0,7	1,2	1,1	1,1
<i>Ulva sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,4	-	-	-	3,1	-	-
<i>Vertebrata fruticulosa</i>	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	5,8	10,1
<i>Xiphosiphonia ardreaana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-
<i>Xiphosiphonia pennata</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Zanardinia typus</i>	-	-	-	-	5,0	0,2	0,3	1,4	-	-	-	-	0,7	1,4	3,7	2,2

Tabla 24. Cont. Cobertura media de las especies registradas en 2 niveles batimétricos (+1,2 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Tonpoi durante el periodo 2019-2022.

SECTOR TONPOI - Flora Submareal

ESPECIES	ESTACIÓN 1		ESTACIÓN 1N		ESTACIÓN 2			
	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	1,2	2,6	0,6	0,3	3,2	3,2	1,1	0,3
<i>Aglaothamnion cordatum</i>	1,7	1,4	5,2	0,1	1,2	-	0,7	-
<i>Aglaothamnion tenuissimum</i>	-	0,1	2,9	0,1	-	-	3,4	-
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>	-	0,2	-	-	0,1	0,1	-	-
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	-	-	-	0,1	0,4	-	0,1	-
<i>Aphanocladia stichidiosa</i>	3,1	0,7	2,8	10,1	4,7	4,7	4,3	5,8
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	-	0,2	-	-	-	0,7	-	-
<i>Asparagopsis armata</i>	-	-	2,3	0,1	-	-	2,1	2,7
<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>	-	-	0,4	0,2	-	-	0,1	0,8
<i>Bornetia secundiflora</i>	0,4	0,2	0,2	0,1	1,6	0,1	-	0,1
<i>Bryopsis hypnoides</i>	-	-	0,3	-	1,0	0,2	-	0,1
<i>Bryopsis plumosa</i>	0,1	0,2	1,9	0,2	2,2	1,1	0,1	-
<i>Ceramium botryocarpum</i>	-	-	1,2	0,1	0,1	1,0	1,3	0,1
<i>Ceramium ciliatum</i>	-	-	1,8	11,8	0,1	-	12,3	12,8
<i>Ceramium echionotum</i>	-	0,1	0,1	-	0,2	4,8	-	-
<i>Ceramium secundatum</i>	-	-	0,3	-	-	-	3,5	0,2
<i>Champia parvula</i>	0,1	0,1	0,6	1,2	0,1	0,8	2,2	1,0
<i>Chondracanthus acicularis</i>	1,4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chondracanthus teedei</i>	0,1	-	-	-	1,1	-	2,3	-
<i>Chondria coerulescens</i>	22,9	8,3	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Chrysomenia ventricosa</i>	-	-	0,8	-	-	-	-	-
<i>Chylocladia verticillata</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	0,1
<i>Cladophora laetevirens</i>	-	-	0,4	-	-	-	0,3	0,1
<i>Cladophora lehmanniana</i>	-	-	-	0,3	0,2	-	-	0,3
<i>Cladostephus spongiosus</i>	1,9	0,7	1,2	-	-	0,1	1,2	0,9
<i>Codium adhaerens</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Codium decorticatum</i>	-	-	1,7	6,1	-	-	2,8	10,6
<i>Codium fragile</i>	0,1	0,1	2,9	-	6,3	0,2	2,6	-
<i>Codium vermilara</i>	-	0,6	3,3	1,1	0,3	0,2	1,7	1,2
<i>Colpomenia peregrina</i>	-	-	0,5	0,7	0,1	3,2	0,3	0,8
<i>Crouania attenuata</i>	-	-	0,1	-	0,5	-	0,8	-
<i>Cutleria adpersa</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	0,2
<i>Cyanophyta</i>	-	-	0,1	-	-	2,3	-	0,1
<i>Dasya rigidula</i>	0,8	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Derbesia tenuissima</i>	0,3	0,1	0,1	-	0,6	3,8	-	0,1
<i>Desmarestia ligulata</i>	-	-	-	5,0	-	-	2,2	3,3
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Dictyota cyanoloma</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Dictyota dichotoma</i>	0,5	2,1	0,1	2,4	0,3	0,4	0,1	0,6
<i>Ellisolandia elongata</i>	0,3	0,3	13,0	27,8	17,2	8,6	37,2	21,8
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	0,1	-	12,8	2,7	-	-	5,6	2,8
<i>Gastroclonium reflexum</i>	-	0,9	-	-	0,1	2,2	-	0,1
<i>Gayliella flaccida</i>	-	-	4,2	3,1	0,5	1,8	2,3	1,8
<i>Gelidium attenuatum</i>	-	-	-	-	0,6	-	-	-
<i>Gelidium corneum</i>	0,6	-	0,1	-	7,2	0,6	1,7	1,1

Tabla 25. Cobertura media (C%) de las especies de macroalgas registradas en 2019, 2020, 2021 y 2022 en la zona submareal (-5 m) de las estaciones de muestreo del Sector Tonpoi.

SECTOR TONPOI - Flora Submareal

ESPECIES	ESTACIÓN 1		ESTACIÓN 1N		ESTACIÓN 2			
	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Gelidium spinosum</i>	-	-	2,1	0,6	1,5	20,6	7,3	0,2
<i>Halicystis parvula</i>	-	-	0,2	0,1	0,1	-	-	-
<i>Halopithys incurva</i>	-	-	-	0,6	2,8	-	-	-
<i>Halopteris filicina</i>	-	3,9	0,7	-	1,8	-	0,1	-
<i>Halurus equisetifolius</i>	-	-	-	0,6	0,2	-	-	-
<i>Herposiphonia tenella</i>	-	0,1	1,2	0,2	0,2	-	0,1	0,2
<i>Heterosiphonia japonica</i>	0,2	-	7,2	3,2	0,3	0,4	6,2	1,0
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	0,6	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Jania rubens</i>	0,1	0,1	3,2	4,0	2,3	1,1	1,3	2,8
<i>Lithophyllum incrustans</i>	16,7	0,3	0,7	8,1	11,1	1,5	2,4	2,0
<i>Lychaete pellucida</i>	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	23,9	31,3	23,3	13,9	25,6	18,9	18,3	14,4
<i>Microcladia glandulosa</i>	0,8	15,7	1,7	2,7	0,3	6,3	0,3	0,6
<i>Nitophyllum punctatum</i>	0,1	0,1	2,7	0,4	0,3	0,2	1,8	0,6
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>	0,1	0,1	0,2	0,6	0,8	0,1	0,7	0,3
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	0,1	-	3,9	2,3	0,1	-	3,3	1,9
<i>Plocamium cartilagineum</i>	1,9	-	0,2	-	0,1	-	-	-
<i>Plocamium raphelisianum</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Polysiphonia atlantica</i>	-	-	0,1	0,1	-	0,2	-	-
<i>Pterosiphonia complanata</i>	0,8	0,1	2,5	0,8	0,8	-	1,9	0,3
<i>Rhodomenia pseudopalmata</i>	0,9	0,2	-	-	-	-	-	-
<i>Sargassum vulgare</i>	-	-	-	10,6	-	-	-	2,2
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	-	-	2,2	-	-	-	-	-
<i>Symphyocladia parasitica</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Taonia atomaria</i>	0,9	7,4	2,3	0,9	-	0,6	1,2	2,9
<i>Thuretella schousboei</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulva pseudocurvata</i>	0,3	0,3	0,6	1,9	0,6	0,2	2,2	2,7
<i>Ulvaria obscura</i>	-	-	0,2	-	0,9	0,3	-	0,1
<i>Xiphosiphonia pennata</i>	0,9	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Zanardinia typus</i>	7,9	1,3	20,0	6,3	13,3	5,2	14,4	10,0

Tabla 25. Cont. Cobertura media (C%) de las especies de macroalgas registradas en 2019, 2020, 2021 y 2022 en la zona submareal (-5m) de las estaciones de muestreo del Sector Tonpoi.

SECTOR TALAÍPE - Vegetación Intermareal

	ESTACIÓN 1				ESTACIÓN 2			
	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	0,2	-	0,1	0,3	0,1	0,2	0,3	0,4
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>	-	-	0,2	0,1	-	-	-	-
<i>Anotrichium furcellatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,0
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Aphanocladia stichidiosa</i>	0,1	0,0	-	-	-	0,0	-	0,0
<i>Apoglossum rusciifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Asparagopsis armata</i>	0,3	0,3	0,4	0,6	-	-	0,1	0,2
<i>Bifurcaria bifurcata</i>	1,1	0,6	1,2	0,9	4,5	5,0	8,1	5,3
<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>	-	-	-	-	-	0,0	0,1	-
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	-	-	-	0,3	-	-	-	0,3
<i>Bryopsis plumosa</i>	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-
<i>Calliblepharis ciliata</i>	-	-	-	-	0,0	-	-	-
<i>Calliblepharis jubata</i>	-	-	0,1	0,8	-	-	-	1,5
<i>Callithamnion granulatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	0,7	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,5
<i>Centroceras clavulatum</i>	-	-	0,2	-	-	-	0,1	0,1
<i>Ceramium botryocarpum</i>	0,2	0,3	0,1	0,5	-	0,0	1,8	0,2
<i>Ceramium ciliatum</i>	0,5	5,4	2,1	0,3	0,1	0,4	1,3	3,4
<i>Ceramium echionotum</i>	7,0	4,3	8,2	7,5	3,3	3,1	3,6	3,8
<i>Ceramium secundatum</i>	0,1	-	0,8	0,7	0,1	-	0,9	1,4
<i>Chaetomorpha linum</i>	-	0,1	0,1	0,1	-	0,1	0,0	0,1
<i>Champia parvula</i>	0,2	0,1	0,1	0,3	-	0,0	0,1	1,8
<i>Chondracanthus acicularis</i>	1,4	0,1	0,8	3,3	2,1	2,3	5,2	8,2
<i>Chondracanthus teedei</i>	-	-	-	0,1	-	-	0,1	1,0
<i>Chylocladia verticillata</i>	-	-	-	0,1	-	-	0,1	0,6
<i>Cladophora albida</i>	-	-	-	-	-	-	0,4	-
<i>Cladophora laetevirens</i>	2,6	0,2	-	0,1	1,1	0,6	0,1	0,1
<i>Cladophora lehmanniana</i>	1,6	0,5	0,7	0,2	0,0	0,4	0,2	0,3
<i>Cladophora prolifera</i>	0,1	0,0	0,0	0,0	-	0,1	-	-
<i>Cladostephus spongiosus</i>	0,1	0,1	0,2	-	0,5	0,1	0,1	-
<i>Codium adhaerens</i>	0,1	0,2	0,1	0,1	0,4	0,3	0,3	0,6
<i>Codium fragile</i>	1,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,5	0,2	0,1
<i>Colpomenia peregrina</i>	5,2	0,4	0,4	0,5	3,9	1,0	1,0	1,1
<i>Cryptopleura ramosa</i>	-	-	0,0	0,2	-	-	0,1	0,1
<i>Cutleria adspersa</i>	-	-	0,0	0,0	-	-	0,1	0,6
<i>Dasysiphonia japonica</i>	0,1	-	-	-	0,0	-	-	-
<i>Derbesia tenuissima</i>	0,0	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dictyota dichotoma</i>	-	-	-	0,0	-	-	-	-
<i>Dudresnaya verticillata</i>	-	-	-	-	-	-	0,3	-
<i>Ectocarpus siliculosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,5
<i>Ellisolandia elongata</i>	82,8	91,1	92,8	84,2	69,4	84,2	71,4	74,2
<i>Enteromorpha prolifera</i>	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-
<i>Ericaria selaginoides</i>	14,5	8,1	15,3	19,8	22,3	12,1	20,4	22,9
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	1,8	0,8	0,4	0,4	1,3	0,9	0,3	1,4
<i>Gaillona gallica</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2
<i>Gastroclonium ovatum</i>	0,0	0,1	0,1	0,3	-	0,0	0,4	0,1
<i>Gastroclonium reflexum</i>	0,6	0,1	0,2	0,1	-	0,7	-	-
<i>Gayliella flaccida</i>	0,1	0,2	-	0,1	-	0,3	0,1	0,0
<i>Gelidium attenuatum</i>	0,3	-	-	0,1	0,4	0,7	0,1	0,4
<i>Gelidium pulchellum</i>	0,3	0,4	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,7
<i>Gelidium spinosum</i>	0,8	0,9	0,4	0,5	0,4	0,2	1,0	0,4

Tabla 26. Cobertura media de las especies registradas en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Talaípe durante el periodo 2019-2022.

SECTOR TALAÍPE - Vegetación Intermareal

	ESTACIÓN 1				ESTACIÓN 2			
	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Gigartina pistillata</i>	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Haematocelis rubens</i>	0,0	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halopteris filicina</i>	0,1	-	-	-	-	0,0	0,5	0,0
<i>Halopteris scoparia</i>	4,2	1,1	2,6	2,9	2,9	1,9	1,6	0,9
<i>Halurus equisetifolius</i>	-	0,1	0,1	-	-	-	0,1	-
<i>Halurus flosculosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Herposiphonia tenella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Heterosiphonia japonica</i>	-	-	-	0,1	-	-	0,1	0,5
<i>Hildenbrandia rubra</i>	-	0,1	-	-	0,4	0,1	0,1	-
<i>Hinckesia granulosa</i>	-	-	-	-	0,4	-	-	-
<i>Hypnea musciformis</i>	0,5	0,7	5,1	-	1,3	1,2	0,0	-
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Jania rubens</i>	1,1	2,9	0,8	0,7	1,4	2,0	1,2	1,6
<i>Laurencia obtusa</i>	2,3	2,3	2,2	0,1	2,1	0,9	6,2	1,2
<i>Laurencia pyramidalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Leptosiphonia fibrata</i>	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,6
<i>Lithophyllum incrustans</i>	2,1	1,3	3,2	2,5	0,7	0,3	0,3	0,7
<i>Lomentaria articulata</i>	-	0,0	-	-	-	-	-	-
<i>Lychaete pellucida</i>	-	-	0,1	0,1	-	-	0,1	-
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	5,6	8,5	17,9	10,3	5,2	5,5	4,3	4,9
<i>Nitophyllum punctatum</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1
<i>Osmundea pinnatifida</i>	-	-	0,6	0,1	0,1	0,0	0,2	0,5
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>	0,0	-	-	0,1	-	0,2	0,1	0,1
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Plocamium cartilagineum</i>	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Pterocladia capillacea</i>	0,1	0,4	0,4	1,9	0,1	-	-	1,0
<i>Pterosiphonia complanata</i>	0,7	-	0,4	1,6	0,1	0,1	0,2	0,3
<i>Pterothamnion crispum</i>	0,1	-	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Ralfsia verrucosa</i>	0,9	1,3	0,2	0,2	1,9	0,2	2,0	1,8
<i>Schizymeria dubyi</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1
<i>Scinaia furcellata</i>	-	-	-	0,0	-	-	-	-
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	-	-	-	0,1	-	-	0,1	0,2
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	-	0,1	-	-	-	0,1	0,3	0,5
<i>Sphacelaria rigidula</i>	0,8	0,3	0,8	0,3	1,1	0,1	3,3	1,0
<i>Taonia atomaria</i>	-	-	-	-	-	-	0,0	-
<i>Thuretella schousboei</i>	-	-	-	0,0	-	-	-	-
<i>Thuretella schousboei</i>	-	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-
<i>Trailiella intricata</i>	0,1	-	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Ulva clathrata</i>	-	-	-	0,2	0,1	-	0,4	0,1
<i>Ulva prolifera</i>	-	-	0,3	0,1	-	-	0,7	0,6
<i>Ulva rigida</i>	2,4	0,4	0,5	1,6	1,0	0,6	0,8	2,9
<i>Ulva sp.</i>	-	-	-	-	0,4	0,2	-	-
<i>Zanardinia typus</i>	1,3	0,2	0,2	0,1	1,5	0,9	1,5	0,6

Tabla 26. Cont. Cobertura media de las especies registradas en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Talaípe durante el periodo 2019-2022.

SECTOR TALAIFE - Vegetación Intermareal																
	ESTACIÓN 1								ESTACIÓN 2							
	NIVEL 1,2 m				NIVEL 0,75 m				NIVEL 1,2 m				NIVEL 0,75 m			
	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	-	-	0,1	0,2	0,4	-	0,1	0,5	0,1	-	-	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>	-	-	0,1	-	-	-	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anotrichium furcellatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	-	-	-	0,1	0,2	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aphanocladia stichidiosa</i>	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,1
<i>Apoglossum ruscolifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Asparagopsis armata</i>	0,3	-	0,1	-	0,3	0,6	0,7	1,3	-	-	-	-	-	-	0,1	0,4
<i>Bifurcaria bifurcata</i>	-	-	1,2	1,3	2,2	1,2	1,2	0,6	0,1	0,6	-	-	8,9	9,4	16,1	10,6
<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	-	-	-	0,2	-	-	-	0,4	-	-	-	0,2	-	-	-	0,4
<i>Bryopsis plumosa</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calliblepharis ciliata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Calliblepharis jubata</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	1,6	-	-	-	-	-	-	-	3,1
<i>Callithamnion granulatatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	1,4	0,4	0,1	0,4	-	-	-	-	0,4	0,4	0,3	0,9	-	-	-	-
<i>Centroceras clavulatum</i>	-	-	0,1	-	-	-	0,4	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-
<i>Ceramium botryocarpum</i>	-	0,2	0,1	0,1	0,3	0,4	0,1	0,9	-	0,1	3,0	-	-	-	0,7	0,4
<i>Ceramium ciliatum</i>	0,2	9,2	2,3	0,3	0,7	1,6	1,9	0,3	0,2	0,4	2,7	2,9	-	0,3	-	4,0
<i>Ceramium echinotum</i>	8,3	7,9	11,1	10,2	5,7	0,6	5,3	4,8	5,2	4,8	3,7	4,4	1,4	1,3	3,6	3,1
<i>Ceramium secundatum</i>	-	-	-	-	0,2	-	1,6	1,4	-	-	-	-	0,2	-	1,8	2,8
<i>Chaetomorpha linum</i>	-	0,2	0,1	0,2	-	-	-	-	-	0,2	0,1	0,2	-	-	-	-
<i>Champia parvula</i>	-	0,2	0,1	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	-	0,1	-	0,3	-	-	0,2	3,3
<i>Chondracanthus acicularis</i>	-	0,1	0,1	2,9	2,8	0,2	1,5	3,7	1,2	0,9	0,9	3,0	3,0	3,6	9,4	13,4
<i>Chondracanthus teedei</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,2	1,9
<i>Chylocladia verticillata</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	0,2	-	-	0,1	0,2	-	-	0,1	1,1
<i>Cladophora albida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-
<i>Cladophora laetevirens</i>	4,9	0,3	-	0,1	0,2	-	-	-	2,1	0,6	0,2	0,1	0,1	0,6	0,1	0,1
<i>Cladophora lehmanniana</i>	2,6	0,7	1,2	0,3	0,6	0,3	0,2	0,1	-	0,5	0,2	0,3	0,1	0,4	0,2	0,3
<i>Cladophora prolifera</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Cladostephus spongiosus</i>	-	-	-	-	0,2	0,2	0,3	-	-	0,1	0,1	-	1,0	0,2	0,1	-
<i>Codium adhaerens</i>	0,2	0,3	0,2	0,1	-	-	0,1	0,1	0,8	0,4	0,7	0,6	-	0,2	-	0,6
<i>Codium fragile</i>	0,1	0,5	0,3	0,1	2,3	0,2	0,2	-	0,2	0,5	0,2	0,2	0,1	0,5	0,2	-
<i>Colpomenia peregrina</i>	9,3	0,6	0,3	0,6	1,1	0,2	0,5	0,4	7,5	1,3	2,1	1,9	0,3	0,6	-	0,3
<i>Cryptopleura ramosa</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	0,3	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2
<i>Cutleria adspersa</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	0,2	1,2
<i>Dasysiphonia japonica</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Derbesia tenuissima</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dictyota dichotoma</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dudresnaya verticillata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,6	-
<i>Ectocarpus siliculosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	-	-	-	-	0,2
<i>Ellisolandia elongata</i>	82,2	88,3	92,2	87,8	83,3	93,9	93,3	80,6	80,6	91,1	84,4	81,7	58,3	77,2	58,3	66,7
<i>Enteromorpha prolifera</i>	0,1	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ericaria selaginoides</i>	0,1	-	0,1	0,2	28,9	16,3	30,6	39,4	0,2	0,2	0,2	0,3	44,4	23,9	40,6	45,6
<i>Erythroglossum laciniatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	1,3	1,0	0,3	0,4	2,2	0,5	0,6	0,5	1,6	1,0	0,3	0,4	1,1	0,7	0,4	2,4
<i>Gaillona gallica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2	-	-	0,1	0,2
<i>Gastroclonium ovatum</i>	-	-	-	0,2	0,1	0,2	0,2	0,4	-	-	-	-	-	0,1	0,7	0,1
<i>Gastroclonium reflexum</i>	1,2	0,2	0,4	0,2	-	-	-	0,1	-	0,2	-	-	-	1,1	-	-
<i>Gayliella flaccida</i>	-	0,2	-	-	0,3	0,1	-	0,1	-	0,4	-	-	-	0,2	0,1	0,1
<i>Gelidium attenuatum</i>	-	-	-	-	0,7	-	-	0,2	0,2	0,1	-	0,2	0,6	1,3	0,1	0,7
<i>Gelidium pulchellum</i>	0,6	0,8	0,3	0,1	-	-	-	0,1	0,2	0,4	0,3	1,4	-	-	-	-
<i>Gelidium spinosum</i>	0,2	0,1	0,2	0,3	1,5	1,7	0,6	0,7	-	0,2	0,1	-	0,8	0,2	1,9	0,8
<i>Gigartina pistillata</i>	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Haematocelis rubens</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halopteris filicina</i>	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	1,0	0,1
<i>Halopteris scoparia</i>	0,6	0,1	3,5	4,0	7,8	2,1	1,6	1,8	0,3	0,2	-	-	5,6	3,6	3,1	1,9

Tabla 27. Cobertura media de las especies registradas en 2 niveles batimétricos (+1,2 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Talaife durante el periodo 2019-2022.

	SECTOR TALAÍPE - Vegetación Intermareal															
	ESTACIÓN 1								ESTACIÓN 2							
	NIVEL 1,2 m				NIVEL 0,75 m				NIVEL 1,2 m				NIVEL 0,75 m			
	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Halurus equisetifolius</i>	-	-	-	-	-	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Halurus flosculosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Heterosiphonia japonica</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,2	1,1
<i>Hildenbrandia rubra</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hincksia granulosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypnea musciformis</i>	0,2	0,4	0,2	-	0,8	1,0	10,1	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	2,6	2,3
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4
<i>Jania rubens</i>	0,2	1,1	0,3	0,2	2,1	4,8	1,2	1,3	-	-	-	0,2	0,7	0,2	0,1	2,6
<i>Laurencia obtusa</i>	4,7	4,7	4,3	0,2	-	-	0,1	-	-	-	-	4,1	1,7	12,3	2,3	0,1
<i>Laurencia pyramidalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,2
<i>Leptosiphonia fibrata</i>	-	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	-	-	-	-	0,3	0,1	0,2	0,7	0,1
<i>Lithophyllum incrustans</i>	2,1	1,3	4,8	4,8	2,1	1,3	1,6	0,2	-	-	-	0,8	0,6	0,3	1,0	0,6
<i>Lomentaria articulata</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lychaete pellucida</i>	-	-	0,1	0,1	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	0,1	0,8	9,1	2,7	11,1	16,2	26,8	17,9	-	-	-	1,5	6,2	0,3	1,6	8,9
<i>Nitophyllum punctatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Osmundea pinnatifida</i>	-	-	1,2	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	0,2	0,1	0,3	0,8	-
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>	-	-	-	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,2
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-
<i>Plocamium cartilagineum</i>	-	-	-	-	-	-	0,2	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pterocladia capillacea</i>	-	-	-	-	0,1	0,7	0,9	3,7	-	-	-	-	-	-	0,2	-
<i>Pterosiphonia complanata</i>	-	-	-	-	1,3	-	0,8	3,2	-	-	-	-	-	-	0,2	0,1
<i>Pterothamnion crispum</i>	-	-	0,1	0,1	0,1	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ralfsia verrucosa</i>	1,8	2,6	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	3,9	0,3	3,3	2,7	0,7
<i>Schizymenia dubyi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-
<i>Scinaia furcellata</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,2	0,4	-
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,5	-	0,1
<i>Sphacelaria rigidula</i>	0,2	0,4	0,3	0,5	1,4	0,2	1,3	-	-	-	-	1,5	0,1	5,4	1,8	0,6
<i>Taonia atomaria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Thuretella schousboei</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thuretella schousboei</i>	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1
<i>Trailiella intricata</i>	-	-	0,1	0,2	0,2	-	0,1	0,4	-	-	-	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
<i>Ulva clathrata</i>	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,8	0,2	-
<i>Ulva prolifera</i>	-	-	0,4	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	1,2	1,0	-
<i>Ulva rigida</i>	3,7	0,7	0,4	2,6	1,2	0,1	0,7	0,7	-	-	-	1,1	0,7	1,3	5,2	0,9
<i>Ulva sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,4	-	-	-
<i>Zanardinia typus</i>	-	0,2	-	0,1	2,5	0,2	0,4	0,2	-	-	-	-	0,2	-	-	3,1

Tabla 27. Cont. Cobertura media de las especies registradas en 2 niveles batimétricos (+1,2 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Talaípe durante el periodo 2019-2022.

SECTOR TALAÍPE - Flora Submareal

ESPECIES	ESTACIÓN 1				ESTACIÓN 2			
	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	0,2	0,3	-	0,3	0,6	0,6	0,4	0,6
<i>Aglaothamnion cordatum</i>	2,1	0,5	6,1	5,3	0,1	-	7,2	7,3
<i>Aglaothamnion tenuissimum</i>	-	0,2	1,0	0,3	-	-	-	1,0
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>	-	-	0,3	0,2	0,1	-	0,2	0,4
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	-	-	-	-	0,1	0,2	-	-
<i>Aphanocladia stichidiosa</i>	4,3	1,4	2,4	0,4	1,0	-	-	0,7
<i>Apoglossum ruscolium</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Asparagopsis armata</i>	-	-	1,2	0,1	-	-	0,2	0,3
<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>	-	-	0,4	0,6	1,9	-	1,3	1,1
<i>Bornetia secundiflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Bryopsis plumosa</i>	0,1	0,1	-	0,3	-	0,1	-	-
<i>Centroceras clavulatum</i>	-	-	0,4	-	-	-	0,9	-
<i>Ceramium botryocarpum</i>	-	-	1,9	-	-	-	-	-
<i>Ceramium echionotum</i>	0,2	0,3	8,3	0,8	-	-	2,3	1,8
<i>Ceramium secundatum</i>	-	-	0,6	-	-	-	-	-
<i>Champia parvula</i>	-	0,2	2,7	0,3	-	-	0,4	0,9
<i>Chondracanthus acicularis</i>	0,2	6,3	8,9	9,6	10,1	29,6	3,3	21,3
<i>Chondracanthus teedei</i>	-	-	-	0,3	-	-	-	0,4
<i>Chondria coerulescens</i>	-	-	-	0,2	-	0,1	-	0,2
<i>Chylocladia verticillata</i>	-	-	0,1	0,1	-	-	0,1	0,1
<i>Cladophora lehmanniana</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Cladostephus spongiosus</i>	2,0	1,9	1,5	2,9	10,6	16,7	5,6	3,0
<i>Codium decorticatum</i>	0,6	-	-	-	-	-	-	-
<i>Codium fragile</i>	4,4	0,1	-	-	0,1	-	0,7	-
<i>Codium vermilara</i>	2,8	3,3	0,2	-	-	-	-	-
<i>Colpomenia peregrina</i>	0,2	0,1	-	0,3	0,2	0,1	-	0,2
<i>Cryptopleura ramosa</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Cyanophyta</i>	11,1	0,1	-	-	-	0,1	-	-
<i>Dasya rigidula</i>	-	0,2	0,1	0,4	-	0,1	0,1	1,2
<i>Derbesia tenuissima</i>	0,3	0,1	0,3	-	0,2	-	0,2	-
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	-	-	-	2,2	-	-	0,7	1,3
<i>Dictyota dichotoma</i>	0,1	0,2	0,1	1,3	0,3	2,6	0,3	4,3
<i>Dudresnaya verticillata</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	0,9
<i>Ellisolandia elongata</i>	56,1	68,3	68,3	78,9	21,1	28,3	76,7	76,7
<i>Ericaria selaginoides</i>	-	-	-	3,3	-	3,3	8,9	5,8
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	-	-	0,3	-	0,3	-	0,6	-
<i>Gastroclonium reflexum</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Gayliella flaccida</i>	-	-	-	-	-	1,3	-	-
<i>Gelidium corneum</i>	0,1	0,2	1,3	1,3	-	-	1,1	-
<i>Gelidium spinosum</i>	0,7	0,2	0,1	0,2	-	0,1	0,2	0,3
<i>Gongolaria baccata</i>	0,1	-	-	0,1	-	1,1	-	-
<i>Halopithys incurva</i>	1,9	-	0,8	-	2,9	1,7	-	3,7
<i>Halopteris filicina</i>	0,2	0,3	0,3	0,3	-	4,2	2,6	0,6
<i>Halopteris scoparia</i>	-	-	-	16,8	-	-	1,9	2,8
<i>Halurus equisetifolius</i>	-	-	0,2	-	-	-	0,6	-
<i>Herposiphonia tenella</i>	2,2	0,4	0,3	0,2	3,7	0,8	0,3	-

Tabla 28. Cobertura media (C%) de las especies de macroalgas registradas en 2019, 2020, 2021 y 2022 en la zona submareal (-5m) de las estaciones de muestreo del Sector Talaípe.

SECTOR TALAÍPE - Flora Submareal

ESPECIES	ESTACIÓN 1				ESTACIÓN 2			
	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Heterosiphonia japonica</i>	0,3	-	0,8	-	0,4	0,5	0,6	-
<i>Heterosiphonia plumosa</i>	-	-	-	0,7	-	-	-	0,2
<i>Hypnea musciformis</i>	-	0,2	0,1	1,0	1,3	-	6,1	-
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	-	-	-	-	0,3	0,1	-	-
<i>Jania rubens</i>	2,2	1,5	0,7	6,3	5,8	3,2	5,7	4,9
<i>Liagora viscida</i>	-	-	0,1	0,2	-	0,1	-	0,2
<i>Lithophyllum incrustans</i>	5,2	1,5	0,2	1,3	16,7	7,2	2,7	2,2
<i>Lychaete pellucida</i>	0,3	0,4	0,3	-	-	0,1	0,2	-
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	71,7	80,0	75,6	56,1	35,6	28,3	66,1	70,0
<i>Microcladia glandulosa</i>	2,4	0,1	0,2	1,1	-	-	0,3	0,8
<i>Nitophyllum punctatum</i>	0,2	0,3	2,3	0,2	0,1	0,4	1,3	0,2
<i>Osmundea pinnatifida</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Padina pavonica</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	0,2
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>	0,3	0,3	0,2	0,3	1,9	2,4	0,4	0,2
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	3,1	1,7	5,1	0,2	0,7	-	0,2	0,1
<i>Plocamium cartilagineum</i>	-	-	0,1	-	-	-	0,2	-
<i>Pterocliadiella capillacea</i>	-	-	-	-	-	0,6	-	-
<i>Pterosiphonia complanata</i>	0,2	0,2	0,2	3,1	0,1	0,1	0,5	1,9
<i>Pterothamnion crispum</i>	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-
<i>Sargassum vulgare</i>	-	-	-	1,8	2,8	4,0	1,7	0,2
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	0,2	2,2	3,3	-	1,7	3,9	3,4	-
<i>Symphyocladia parasitica</i>	-	-	-	-	-	0,2	0,1	-
<i>Taonia atomaria</i>	0,6	0,9	0,6	6,0	-	0,9	-	0,8
<i>Thuretella schousboei</i>	0,1	-	0,8	-	-	-	0,2	-
<i>Trailliella intricata</i>	-	-	-	-	2,7	0,3	-	-
<i>Ulva pseudocurvata</i>	0,2	0,2	0,5	-	0,1	0,8	0,4	-
<i>Ulva rigida</i>	-	-	-	0,4	-	-	-	0,7
<i>Xiphosiphonia ardreana</i>	0,3	-	-	0,1	0,4	-	-	0,4
<i>Xiphosiphonia pennata</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Zanardinia typus</i>	6,9	5,8	7,3	7,8	6,2	4,0	7,2	3,6

Tabla 28. Cont. Cobertura media (C%) de las especies de macroalgas registradas en 2019, 2020, 2021 y 2022 en la zona submareal (-5m) de las estaciones de muestreo del Sector Talaípe.

SECTOR LAMEROPUNTE - Vegetación Intermareal

	ESTACIÓN 1				ESTACIÓN 2			
	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	-	-	-
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	0,1	0,7	0,1	0,2	0,5	0,3	0,3	1,0
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	0,0
<i>Asparagopsis armata</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	1,2
<i>Bachelotia antillarum</i>	22,4	15,9	2,1	-	-	-	-	-
<i>Bryopsis plumosa</i>	-	-	0,1	0,3	0,1	0,0	0,1	-
<i>Callithamnion granulatum</i>	0,1	-	-	0,1	-	-	-	0,0
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	8,9	6,4	6,2	3,8	5,6	0,8	0,6	0,2
<i>Ceramium botryocarpum</i>	0,3	0,0	0,4	0,3	2,1	3,4	11,1	8,1
<i>Ceramium ciliatum</i>	-	0,2	-	-	0,1	0,6	0,4	4,0
<i>Ceramium echionotum</i>	-	0,4	3,9	11,2	5,0	7,1	9,2	8,7
<i>Ceramium secundatum</i>	0,6	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Chaetomorpha linum</i>	0,1	-	0,2	0,2	-	-	0,1	-
<i>Champia parvula</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Chondracanthus acicularis</i>	0,1	0,8	1,9	2,5	0,1	0,1	0,3	0,2
<i>Chondria coerulescens</i>	-	0,3	-	-	-	-	-	-
<i>Cladophora coelothrix</i>	-	-	-	0,6	-	-	-	-
<i>Cladophora laetevirens</i>	0,4	0,0	-	-	0,2	-	-	-
<i>Cladophora lehmanniana</i>	4,3	0,6	0,3	0,3	0,6	0,3	0,2	0,3
<i>Cladophora prolifera</i>	-	-	-	-	0,0	-	-	-
<i>Codium adhaerens</i>	1,7	1,4	0,8	0,4	0,4	0,1	0,3	0,3
<i>Codium fragile</i>	3,1	0,1	0,1	0,0	0,5	0,1	0,3	-
<i>Colpomenia peregrina</i>	0,1	0,1	0,5	6,2	0,1	0,3	0,3	1,6
<i>Crouania attenuata</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Cutleria adspersa</i>	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	0,6
<i>Derbesia tenuissima</i>	0,4	0,1	0,1	0,0	0,2	-	-	0,2
<i>Dictyota dichotoma</i>	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0
<i>Ectocarpus siliculosus</i>	-	-	-	0,3	-	-	-	-
<i>Ellisolandia elongata</i>	29,5	41,7	53,9	62,5	83,1	86,1	83,6	67,8
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	-	-	0,2	0,2	0,3	0,3	0,7	0,4
<i>Gaillona gallica</i>	-	-	-	0,6	0,0	-	-	-
<i>Gastroclonium reflexum</i>	0,1	0,0	0,5	0,2	0,7	0,1	0,2	0,1
<i>Gayliella flaccida</i>	-	0,2	0,1	0,1	0,1	-	0,3	0,2
<i>Gelidium pulchellum</i>	-	-	1,2	14,3	1,3	0,7	0,2	0,1
<i>Gelidium pusillum</i>	21,1	10,8	18,6	-	0,9	0,2	0,6	-
<i>Gelidium spinosum</i>	-	-	-	0,1	1,0	0,1	0,4	0,2
<i>Gymnogongrus crenulatus</i>	-	0,0	-	-	-	-	-	-
<i>Halicystis parvula</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Herposiphonia tenella</i>	-	-	-	-	0,0	0,1	-	-
<i>Hildenbrandia rubra</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Jania rubens</i>	0,1	1,5	0,8	0,5	0,4	0,3	0,2	0,3
<i>Leptosiphonia fibrata</i>	-	-	-	-	0,0	0,1	0,0	-
<i>Lithophyllum incrustans</i>	6,4	4,5	4,4	6,9	7,7	9,8	11,8	18,1
<i>Lychaete pellucida</i>	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	-	0,1
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	-	1,1	0,9	0,7	10,0	2,3	1,3	0,8
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>	-	0,1	0,1	0,2	-	-	-	-
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	-	-	-	0,4	-	-	-	-
<i>Polysiphonia atlantica</i>	-	-	-	0,3	0,1	-	-	0,1
<i>Ralfsia verrucosa</i>	1,6	0,0	0,7	1,0	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1
<i>Sphacelaria rigidula</i>	0,1	-	-	0,1	1,0	0,2	1,3	1,0
<i>Symphyocladia parasitica</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Tiffaniella capitata</i>	1,4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trailiella intricata</i>	0,0	0,3	0,2	0,3	0,3	-	0,8	0,3
<i>Ulva prolifera</i>	-	-	-	1,1	-	-	-	-
<i>Ulva rigida</i>	17,3	1,1	0,8	2,1	1,4	0,3	0,5	0,8
<i>Ulva sp.</i>	17,8	13,9	7,8	-	-	-	-	-
<i>Ulvaria obscura</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Zanardinia typus</i>	-	-	-	-	0,4	0,0	0,2	0,3

Tabla 29. Cobertura media de las especies registradas en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Lameropunte durante el periodo 2019-2022.

	SECTOR LAMEROPUNTE - Vegetación Intermareal															
	ESTACIÓN 1						ESTACIÓN 2									
	NIVEL 1,2 m			NIVEL 0,75 m			NIVEL 1,2 m			NIVEL 0,75 m						
	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22				
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	-	-	-	-	0,1	0,1	0,3	0,2	-	-	-	0,1	-	-	-	
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	-	1,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1	0,3	0,7	0,4	0,4	1,7
<i>Aphanocladia stichidiosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Asparagopsis armata</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	2,3
<i>Bachelotia antillarum</i>	30,1	25,6	2,9	-	14,7	6,1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bryopsis plumosa</i>	-	-	-	-	-	-	0,2	0,5	-	-	0,1	-	0,1	0,1	0,1	-
<i>Callithamnion granulatum</i>	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	15,1	11,7	8,0	6,1	2,8	1,2	4,4	1,5	11,2	1,6	1,0	0,3	-	-	0,2	-
<i>Ceramium botryocarpum</i>	0,1	-	0,3	0,1	0,4	0,1	0,5	0,6	1,1	2,1	7,8	0,2	3,1	4,7	14,4	16,1
<i>Ceramium ciliatum</i>	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	0,7	0,1	3,2	0,3	0,4	0,8	4,8
<i>Ceramium echinotum</i>	-	-	2,6	11,2	-	0,8	5,2	11,1	6,8	5,7	10,0	10,1	3,2	8,4	8,3	7,3
<i>Ceramium secundatum</i>	0,1	-	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-
<i>Chaetomorpha linum</i>	0,1	-	0,2	0,2	0,2	-	0,2	0,3	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Champia parvula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chondracanthus acicularis</i>	-	0,2	1,4	0,1	0,2	1,4	2,3	5,0	0,2	0,1	0,4	0,3	-	-	0,1	0,2
<i>Chondria coerulescens</i>	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladophora coelothrix</i>	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladophora laetevirens</i>	0,7	-	-	-	0,1	0,1	-	-	0,2	-	-	-	0,2	-	-	-
<i>Cladophora lehmanniana</i>	3,5	0,1	0,2	0,3	5,1	1,1	0,3	0,4	0,6	0,4	0,3	0,5	0,6	0,2	0,1	0,1
<i>Cladophora prolifera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Codium adhaerens</i>	0,7	1,9	0,8	-	2,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,1	0,2	0,7	0,1	0,1	0,4	-
<i>Codium fragile</i>	0,8	-	0,2	0,1	5,3	0,3	0,1	-	0,2	0,2	0,1	-	0,9	0,1	0,5	-
<i>Colpomenia peregrina</i>	0,2	-	0,3	2,2	0,1	0,1	0,8	10,3	0,2	0,3	0,4	1,1	0,1	0,2	0,2	2,1
<i>Crouania attenuata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Cutleria adspersa</i>	-	-	-	-	0,2	-	-	0,1	-	-	0,1	0,2	-	-	0,1	0,9
<i>Derbesia tenuissima</i>	0,7	-	-	-	0,2	0,2	0,2	0,1	-	-	-	0,2	0,4	-	-	0,1
<i>Dictyota dichotoma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1
<i>Ectocarpus siliculosus</i>	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ellisolandia elongata</i>	25,6	19,0	39,6	62,2	33,3	64,4	68,3	62,8	85,0	93,9	89,4	77,8	81,1	78,3	77,8	57,8
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	-	-	-	0,1	-	-	0,4	0,2	0,1	0,2	0,7	0,5	0,4	0,3	0,7	0,3
<i>Gaillona gallica</i>	-	-	-	0,4	-	-	-	0,7	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gastroclonium reflexum</i>	-	-	0,3	0,2	0,2	0,1	0,7	0,2	1,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	-
<i>Gayliella flaccida</i>	-	-	-	-	-	0,4	0,1	0,2	-	-	0,2	0,2	0,3	-	0,4	0,2
<i>Gelidium pulchellum</i>	-	-	1,2	14,4	-	-	1,1	14,1	1,8	1,1	0,3	0,3	0,8	0,3	0,2	-
<i>Gelidium pusillum</i>	22,2	13,9	24,4	-	20,0	7,8	12,8	-	1,7	0,4	0,1	-	-	-	1,0	-
<i>Gelidium spinosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,3	0,1	0,4	0,1	1,7	0,2	0,3	0,3
<i>Gymnogongrus crenulatus</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halicystis parvula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-
<i>Herposiphonia tenella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Hildenbrandia rubra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Jania rubens</i>	-	0,4	0,8	0,3	0,3	2,7	0,7	0,7	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,1	0,3
<i>Leptosiphonia fibrata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	-	-	0,1	-	-
<i>Lithophyllum incrustans</i>	5,1	3,4	1,3	8,6	7,8	5,7	7,4	5,3	7,4	3,9	5,8	14,4	8,0	15,7	17,8	21,7
<i>Lychaete pellucida</i>	0,1	-	0,2	-	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	0,1	0,1	0,2	-	0,1
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	-	-	0,6	-	-	2,3	1,3	1,4	0,9	2,0	1,0	0,5	19,1	2,6	1,6	1,2
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>	-	-	-	-	-	0,1	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	-	-	-	0,7	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polysiphonia atlantica</i>	-	-	-	0,4	-	-	-	0,1	-	-	-	0,2	0,2	-	-	0,1
<i>Ralfsia verrucosa</i>	3,0	0,1	0,9	1,7	0,2	-	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	-	-	-	-
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	0,2	-	-	-	-
<i>Sphacelaria rigidula</i>	-	-	-	0,2	0,1	-	-	0,1	0,5	0,3	0,4	1,2	1,5	0,2	2,1	0,8
<i>Symphyocladia parasitica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Tiffaniella capitata</i>	0,1	-	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trailiella intricata</i>	-	0,1	0,2	0,3	0,1	0,4	0,3	0,3	0,2	-	0,3	0,2	0,3	-	1,3	0,4
<i>Ulva prolifera</i>	-	-	-	2,0	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulva rigida</i>	13,9	1,5	1,0	2,6	20,8	0,8	0,7	1,6	2,2	0,2	0,6	1,2	0,6	0,3	0,4	0,4
<i>Ulva sp.</i>	17,8	22,9	14,3	-	17,8	5,0	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulvaria obscura</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zanardinia typus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,3	0,8	0,1	0,2	0,3

Tabla 30. Cobertura media de las especies registradas en 2 niveles batimétricos (+1,2 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Lameropunte durante el periodo 2019-2022.

SECTOR LAMEROPUNTE - Flora Submareal

ESPECIES	ESTACIÓN 1				ESTACIÓN 2			
	19	29	21	22	19	29	21	22
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	0,3	0,5	0,5	2,2	1,2	1,2	0,2	0,7
<i>Aglaothamnion cordatum</i>	8,3	2,9	10,0	12,2	3,2	0,1	3,1	0,2
<i>Aglaothamnion tenuissimum</i>	0,8	0,7	0,3	2,2	4,3	0,1	1,1	3,7
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>	0,1	-	0,1	0,3	0,3	0,1	-	1,3
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	0,2	0,1	-	-	0,7	0,2	0,1	0,7
<i>Aphanocladia stichidiosa</i>	2,4	6,2	3,7	1,6	2,8	0,2	-	-
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-
<i>Asparagopsis armata</i>	-	-	0,4	1,0	-	-	0,1	1,8
<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>	-	-	2,1	0,3	-	-	2,6	2,4
<i>Bornetia secundiflora</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bryopsis hypnoides</i>	-	-	-	-	-	0,5	-	0,2
<i>Bryopsis plumosa</i>	0,4	0,7	-	0,2	0,2	-	-	0,1
<i>Ceramium botryocarpum</i>	-	-	0,2	-	-	-	0,3	0,1
<i>Ceramium ciliatum</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	1,2
<i>Ceramium echionotum</i>	0,1	1,0	2,8	1,2	-	-	-	0,4
<i>Ceramium secundatum</i>	-	-	0,1	-	-	-	0,9	-
<i>Champia parvula</i>	-	-	0,8	-	-	-	-	-
<i>Chondracanthus teedei</i>	-	-	-	-	-	-	1,7	0,1
<i>Chrysomenia ventricosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Cladophora lehmanniana</i>	-	-	-	-	0,1	0,3	0,1	0,4
<i>Cladostephus spongiosus</i>	-	-	-	0,2	-	-	-	-
<i>Codium decorticatum</i>	3,9	-	-	-	-	-	-	-
<i>Codium fragile</i>	1,8	3,4	0,3	5,7	1,3	4,1	5,7	5,2
<i>Codium vermilara</i>	1,3	9,0	0,7	6,7	0,6	-	2,3	0,7
<i>Colpomenia peregrina</i>	0,2	0,5	0,2	0,4	0,6	0,1	2,6	0,3
<i>Corallina officinalis</i>	-	-	-	-	-	1,2	0,6	-
<i>Crouania attenuata</i>	-	-	-	-	-	-	0,5	-
<i>Cryptopleura ramosa</i>	-	-	0,1	0,1	-	0,2	-	-
<i>Cyanophyta</i>	3,2	0,6	0,4	0,2	8,3	-	1,2	0,1
<i>Dasya rigidula</i>	-	-	0,2	-	-	0,1	-	-
<i>Derbesia tenuissima</i>	0,4	-	0,2	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1
<i>Desmarestia ligulata</i>	-	-	-	0,6	-	-	0,6	-
<i>Dictyota cyanoloma</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Dictyota dichotoma</i>	0,1	0,1	0,7	1,7	-	0,6	0,1	-
<i>Dudresnaya verticillata</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Ellisolandia elongata</i>	2,7	0,3	36,7	22,6	0,7	4,6	14,0	1,9
<i>Falkenbergia rufo-lanosa</i>	-	-	0,3	-	-	-	-	0,7
<i>Gaillona gallica</i>	-	-	-	-	0,7	-	-	-
<i>Gastroclonium reflexum</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Gayliella flaccida</i>	-	0,1	-	0,3	0,4	8,3	6,3	11,7
<i>Gelidium corneum</i>	13,4	1,2	12,3	6,3	8,4	26,7	9,6	5,6
<i>Gelidium spinosum</i>	1,3	3,7	0,4	2,0	-	0,2	2,3	1,3

Tabla 31. Cobertura media (C%) de las especies de macroalgas registradas en 2019, 2020, 2021 y 2022 en la zona submareal (-5m) de las estaciones de muestreo del Sector Lameropunte.

SECTOR LAMEROPUNTE - Flora Submareal

ESPECIES	ESTACIÓN 1				ESTACIÓN 2			
	19	29	21	22	19	29	21	22
<i>Halicystis parvula</i>	-	0,2	-	0,4	0,5	0,2	0,4	0,2
<i>Halopteris filicina</i>	-	0,2	0,1	0,1	-	-	0,2	-
<i>Herposiphonia tenella</i>	0,3	0,3	0,3	0,8	-	-	-	-
<i>Heterosiphonia japonica</i>	0,2	0,5	1,4	-	-	0,1	2,3	4,3
<i>Heterosiphonia plumosa</i>	-	-	-	0,2	-	-	-	0,1
<i>Jania rubens</i>	0,1	-	0,2	-	-	1,2	1,1	-
<i>Lithophyllum incrustans</i>	1,4	0,5	0,5	0,9	12,2	11,7	5,2	13,9
<i>Lychaete pellucida</i>	0,2	0,6	0,6	0,4	0,1	0,1	0,6	0,1
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	76,1	83,3	73,9	75,6	47,8	42,2	45,6	44,4
<i>Microcladia glandulosa</i>	0,2	1,1	7,3	5,7	0,2	0,1	2,3	2,2
<i>Nitophyllum punctatum</i>	0,2	0,3	1,8	1,3	0,1	0,1	0,3	0,5
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>	0,1	0,1	0,3	0,1	0,6	0,8	0,1	0,3
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	0,7	1,1	0,7	0,2	0,7	2,8	0,6	0,6
<i>Plocamium cartilagineum</i>	0,6	-	0,8	0,2	0,6	-	-	-
<i>Pterosiphonia complanata</i>	1,1	0,1	3,1	2,0	0,1	3,2	-	2,3
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	1,1	0,2	-	0,2	-	0,8	0,1	0,1
<i>Sargassum vulgare</i>	-	-	-	0,6	-	1,1	-	-
<i>Symphyocladia parasitica</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Taonia atomaria</i>	0,3	0,3	0,2	0,4	-	0,2	-	0,3
<i>Trailiella intricata</i>	0,1	-	-	0,2	2,0	-	-	-
<i>Ulva prolifera</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Ulva pseudocurvata</i>	0,3	0,2	0,5	1,9	0,4	0,3	3,2	6,4
<i>Zanardinia typus</i>	15,1	10,0	6,1	8,4	15,0	26,7	20,0	13,3

Tabla 31. Cont. Cobertura media (C%) de las especies de macroalgas registradas en 2019, 2020, 2021 y 2022 en la zona submareal (-5m) de las estaciones de muestreo del Sector Lameropunte.

SECTOR MUNDAKA - Vegetación Intermareal

	ESTACIÓN 1				ESTACIÓN 2			
	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	0,2	-	0,2	0,4	-	0,3	0,4	0,3
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>	0,0	0,1	0,0	0,3	0,1	0,1	-	0,1
<i>Anotrichium furcellatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	0,1	0,1	0,1	-	0,2	-	-	-
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	-	-	-	-	-	-	0,3	0,0
<i>Asparagopsis armata</i>	0,4	-	0,1	0,2	0,1	0,2	1,9	3,1
<i>Bifurcaria bifurcata</i>	0,0	0,1	0,1	0,1	2,6	4,0	0,7	1,9
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	-	-	-	0,2	-	-	-	0,2
<i>Bornetia secundiflora</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Bryopsis pennata</i>	-	-	-	-	0,3	-	-	-
<i>Bryopsis plumosa</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Calliblepharis jubata</i>	-	-	-	0,2	-	-	0,6	0,2
<i>Callithamnion granulatum</i>	-	-	-	-	-	0,0	-	-
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	1,2	0,2	0,0	1,0	0,5	0,6	0,4	0,5
<i>Centroceras clavulatum</i>	-	2,3	-	-	0,3	-	-	-
<i>Ceramium botryocarpum</i>	-	0,1	1,3	0,2	0,2	-	2,1	0,1
<i>Ceramium ciliatum</i>	2,9	22,2	14,9	9,6	0,3	0,7	7,4	3,3
<i>Ceramium echionotum</i>	20,1	8,4	7,6	0,4	7,4	6,4	7,2	4,0
<i>Ceramium secundatum</i>	0,1	-	-	-	2,1	-	2,9	0,4
<i>Ceramium tenerrimum</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1
<i>Chaetomorpha ligustica</i>	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-
<i>Chaetomorpha linum</i>	0,0	0,1	0,1	-	0,1	-	0,2	0,1
<i>Champia parvula</i>	-	0,4	0,4	0,7	-	-	-	0,0
<i>Chondracanthus acicularis</i>	3,4	4,9	4,4	11,8	2,4	2,2	1,2	2,3
<i>Chondracanthus teedei</i>	-	-	0,1	0,5	0,1	0,8	0,3	0,1
<i>Chondria coerulescens</i>	-	-	-	-	0,1	0,5	0,1	0,1
<i>Chylocladia verticillata</i>	-	-	-	0,6	-	-	0,1	0,5
<i>Cladophora laetevirens</i>	0,2	0,1	0,1	-	0,4	0,4	0,6	0,3
<i>Cladophora lehmanniana</i>	0,5	0,8	0,7	0,7	0,3	0,2	1,2	0,1
<i>Cladophora prolifera</i>	0,1	0,1	0,1	-	0,1	-	0,0	-
<i>Cladostephus spongiosus</i>	0,5	0,5	0,2	0,0	2,1	4,8	3,9	1,3
<i>Codium adhaerens</i>	0,9	-	1,4	0,9	1,2	2,8	2,0	1,7
<i>Codium fragile</i>	0,4	0,1	0,2	0,1	0,2	2,0	0,0	-
<i>Colpomenia peregrina</i>	17,9	1,4	1,2	1,6	7,6	7,5	6,3	10,6
<i>Cryptopleura ramosa</i>	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-
<i>Cutleria adpersa</i>	-	-	-	-	0,0	-	0,1	-
<i>Dasysiphonia japonica</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dictyota dichotoma</i>	0,1	-	-	0,0	0,0	0,0	-	-
<i>Ectocarpaceae</i>	-	-	-	-	0,0	-	-	-
<i>Ellisolandia elongata</i>	61,7	90,8	87,8	91,7	64,7	54,4	55,8	64,4
<i>Enteromorpha</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Ericaria selaginoides</i>	-	-	-	-	5,3	2,5	6,2	7,8
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	2,1	1,4	0,5	2,8	0,7	0,9	0,3	0,4
<i>Gastroclonium ovatum</i>	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Gastroclonium reflexum</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Gayliella flaccida</i>	0,1	-	-	-	-	0,2	-	0,1
<i>Gelidium attenuatum</i>	2,3	0,9	-	-	0,6	4,2	-	-
<i>Gelidium pulchellum</i>	0,2	2,3	0,2	1,0	0,4	0,8	1,0	0,1
<i>Gelidium pusillum</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gelidium spinosum</i>	1,3	0,2	0,9	1,5	0,5	0,4	0,5	0,3
<i>Hematocelis rubens</i>	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-

Tabla 32. Cobertura media de las especies registradas en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Mundaka durante el periodo 2019-2022.

SECTOR MUNDACA - Vegetación Intermareal

	ESTACIÓN 1				ESTACIÓN 2			
	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Halicystis parvula</i>	0,0	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halopteris filicina</i>	0,3	0,1	-	-	0,9	0,1	0,3	0,1
<i>Halopteris scoparia</i>	0,9	1,0	9,8	2,4	15,0	6,4	8,4	5,6
<i>Halurus equisetifolius</i>	0,3	0,1	0,2	0,4	-	0,1	0,7	0,1
<i>Herposiphonia tenella</i>	-	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Heterosiphonia japonica</i>	-	-	-	-	-	-	0,6	0,2
<i>Hildenbrandia rubra</i>	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Hypnea musciformis</i>	3,3	7,4	0,6	0,2	0,3	3,1	-	-
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-
<i>Jania rubens</i>	0,2	0,1	0,2	0,4	2,3	2,1	2,4	2,1
<i>Laurencia obtusa</i>	4,6	3,6	1,6	2,8	10,8	5,3	6,2	1,9
<i>Leptosiphonia fibrata</i>	0,1	-	0,4	-	-	0,0	0,1	-
<i>Liagora viscida</i>	-	-	-	-	-	-	0,3	-
<i>Lithophyllum incrustans</i>	5,8	4,9	4,6	5,0	2,3	3,0	2,6	0,8
<i>Lithophyllum tortuosum</i>	-	-	-	-	-	-	0,0	-
<i>Lomentaria articulata</i>	-	-	-	-	0,1	-	0,0	0,1
<i>Lychaete pellucida</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	6,6	5,4	4,9	3,4	6,1	1,5	1,7	1,7
<i>Nitophyllum punctatum</i>	-	-	-	0,2	-	-	0,1	0,1
<i>Ophidocladus simpliciusculus</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Osmundea pinnatifida</i>	0,1	0,4	0,1	3,9	0,2	1,6	1,6	9,7
<i>Padina pavonica</i>	0,0	-	-	-	-	-	-	-
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>	0,3	0,1	0,1	-	0,1	0,0	0,2	0,1
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	-	-	-	-	0,8	0,2	0,9	-
<i>Plocamium cartilagineum</i>	-	-	-	0,1	0,1	0,1	-	-
<i>Pterocladiaella capillacea</i>	-	0,1	0,5	2,8	1,3	0,6	2,6	2,9
<i>Pterosiphonia complanata</i>	0,0	0,1	0,1	-	2,0	0,3	3,6	1,9
<i>Pterothamnion crispum</i>	0,0	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Ralfsia verrucosa</i>	0,3	0,1	0,1	0,2	0,9	0,3	0,9	0,3
<i>Scinaia furcellata</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	-	-	-	0,0	-	-	0,2	0,2
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	0,1	0,1	0,4	-	0,1	0,1	0,8	0,2
<i>Sphacelaria rigidula</i>	1,0	0,3	2,1	0,2	1,6	1,1	3,0	0,6
<i>Taonia atomaria</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Thuretella schousboei</i>	-	-	-	0,0	-	-	-	-
<i>Thuretella schousboei</i>	0,1	-	0,3	-	-	-	-	-
<i>Trailiella intricata</i>	0,6	0,1	0,0	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2
<i>Ulva clathrata</i>	1,2	-	0,1	-	-	0,6	1,0	0,4
<i>Ulva prolifera</i>	-	-	0,2	-	-	-	0,3	0,2
<i>Ulva rigida</i>	2,5	0,5	3,2	2,6	0,6	1,6	2,3	2,4
<i>Ulva sp.</i>	0,0	-	-	-	0,1	0,3	-	-
<i>Ulvaria obscura</i>	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Vertebrata fruticulosa</i>	-	-	0,1	-	0,1	0,1	1,7	1,6
<i>Zanardinia typus</i>	1,3	0,7	0,2	0,1	1,2	0,1	1,9	0,1

Tabla 32. Cont. Cobertura media de las especies registradas en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Mundaka durante el periodo 2019-2022.

	SECTOR MUNDAKA - Vegetación Intermareal															
	ESTACIÓN 1								ESTACIÓN 2							
	NIVEL 1,2 m				NIVEL 0,75 m				NIVEL 1,2 m				NIVEL 0,75 m			
	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	-	-	0,4	0,2	0,4	-	0,1	0,6	-	-	0,2	-	-	0,7	0,6	0,5
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>	-	-	-	0,2	0,1	0,1	0,1	0,5	-	-	-	0,1	0,2	0,1	-	0,1
<i>Anotrichium furcellatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	0,2	0,1	-	-	-	0,1	0,2	-	0,2	-	-	-	0,2	-	-	-
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,1
<i>Asparagopsis armata</i>	-	-	-	-	0,8	-	0,1	0,3	-	-	-	-	0,1	0,3	3,7	6,2
<i>Bifurcaria bifurcata</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	-	5,1	7,9	1,4	3,9
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,4
<i>Bornetia secundiflora</i>	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bryopsis pennata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-
<i>Bryopsis plumosa</i>	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calliblepharis jubata</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	1,2	0,4
<i>Callithamnion granulatatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	2,4	0,4	0,1	2,1	-	-	-	-	1,0	1,2	0,8	1,0	-	-	-	-
<i>Centroceras clavulatum</i>	-	2,8	-	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-
<i>Ceramium botryocarpum</i>	-	0,2	2,3	-	-	0,1	0,2	0,3	0,2	-	3,4	-	0,3	-	0,7	0,1
<i>Ceramium ciliatum</i>	1,0	19,4	9,8	4,1	4,7	25,0	20,1	15,1	0,1	0,2	6,8	0,7	0,6	1,2	7,9	5,8
<i>Ceramium echinotum</i>	17,3	7,7	13,5	0,3	22,8	9,2	1,6	0,4	11,3	10,6	10,1	6,8	3,5	2,3	4,3	1,3
<i>Ceramium secundatum</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	4,1	-	5,8	0,8
<i>Ceramium tenerrimum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,1	-
<i>Chaetomorpha ligustica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	0,1	-
<i>Chaetomorpha linum</i>	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-	0,2	-	0,2	0,1	-	-	0,1	-
<i>Champia parvula</i>	-	0,8	0,5	-	-	-	0,3	1,4	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Chondracanthus acicularis</i>	1,8	5,3	7,9	16,8	5,1	4,6	0,9	6,8	0,7	1,2	0,7	1,7	4,1	3,2	1,7	2,9
<i>Chondracanthus teedei</i>	-	-	0,1	0,2	-	-	0,2	0,8	-	-	-	-	0,2	1,7	0,7	0,1
<i>Chondria coeruleascens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	1,1	0,1	0,3
<i>Chylocladia verticillata</i>	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	-	-	0,1	1,1
<i>Cladophora laetevirens</i>	0,2	0,1	0,1	-	0,2	0,2	-	-	0,7	0,4	0,8	0,6	0,1	0,4	0,4	-
<i>Cladophora lehmanniana</i>	0,4	1,2	1,0	1,1	0,7	0,3	0,4	0,3	0,3	-	1,8	-	0,3	0,4	0,6	0,1
<i>Cladophora prolifera</i>	-	-	0,2	-	0,2	0,2	0,1	-	-	-	-	-	0,3	-	0,1	-
<i>Cladostephus spongiosus</i>	0,1	0,1	-	0,1	1,0	0,9	0,4	-	-	-	-	-	4,2	9,6	7,8	2,7
<i>Codium adhaerens</i>	0,1	-	0,6	0,1	1,7	-	2,3	1,7	-	1,1	0,1	-	2,4	4,4	3,9	3,3
<i>Codium decorticatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Codium fragile</i>	0,1	-	0,1	0,1	0,7	0,2	0,3	0,1	-	-	0,1	-	0,4	4,0	-	-
<i>Colpomenia peregrina</i>	25,6	1,9	1,7	2,3	10,3	1,0	0,7	0,8	15,0	14,0	11,7	21,1	0,1	1,0	0,9	-
<i>Cryptopleura ramosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	0,1	-
<i>Cutleria adspersa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,2	-
<i>Dasysiphonia japonica</i>	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dictyota dichotoma</i>	0,1	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-
<i>Ectocarpaceae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ellisolandia elongata</i>	79,4	89,4	82,2	88,9	43,9	92,2	93,3	94,4	89,4	83,3	74,4	79,4	40,0	25,6	37,2	49,4
<i>Enteromorpha</i>	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ericaria selaginoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	10,6	5,0	12,3	15,7
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	2,1	2,4	0,6	3,8	2,2	0,3	0,5	1,9	0,6	1,2	0,3	-	0,9	0,6	0,4	0,8
<i>Gastroclonium ovatum</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gastroclonium reflexum</i>	0,2	0,2	0,1	0,2	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gayliella flaccida</i>	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	0,3
<i>Gelidium attenuatum</i>	-	-	-	-	4,6	1,9	-	-	-	-	-	-	1,2	8,3	-	-
<i>Gelidium pulchellum</i>	0,4	1,1	0,4	1,7	-	3,6	0,1	0,4	0,8	1,6	1,9	0,2	-	-	-	-
<i>Gelidium pusillum</i>	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gelidium spinosum</i>	0,7	0,1	0,6	0,8	1,9	0,3	1,2	2,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,9	0,4	0,7	0,4

Tabla 33. Cobertura media de las especies registradas en 2 niveles batimétricos (+1,2 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Mundaka durante el periodo 2019-2022.



SECTOR MUNDAKA - Vegetación Intermareal																
	ESTACIÓN 1								ESTACIÓN 2							
	NIVEL 1,2 m				NIVEL 0,75 m				NIVEL 1,2 m				NIVEL 0,75 m			
	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Haematocelis rubens</i>	-	-	0,2	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halicystis parvula</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halopteris filicina</i>	-	-	-	-	0,6	0,2	-	-	-	-	-	-	1,7	0,1	0,6	0,2
<i>Halopteris scoparia</i>	0,1	0,2	14,3	0,2	1,8	1,8	5,2	4,6	-	-	-	-	30,0	12,9	16,8	11,2
<i>Halurus equisetifolius</i>	-	-	0,2	-	0,7	0,2	0,2	0,8	-	-	-	-	-	0,2	1,4	0,1
<i>Herposiphonia tenella</i>	-	0,1	0,2	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Heterosiphonia japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	1,0	0,4
<i>Hildenbrandia rubra</i>	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypnea musciformis</i>	0,6	1,6	0,8	-	6,1	13,3	0,4	0,4	-	-	-	-	0,5	6,2	-	-
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,2	-
<i>Jania rubens</i>	0,1	-	0,2	-	0,3	0,2	0,3	0,8	0,3	1,1	0,1	0,4	4,2	3,2	4,8	3,7
<i>Laurencia obtusa</i>	9,1	7,2	3,2	5,4	-	-	-	0,2	21,7	10,6	12,4	3,8	-	-	-	-
<i>Leptosiphonia fibrata</i>	-	-	0,4	-	0,1	-	0,4	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-
<i>Liagora viscida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-
<i>Lithophyllum incrustans</i>	7,9	8,9	4,3	9,1	3,7	0,8	4,9	0,9	2,3	0,7	2,1	0,3	2,2	5,2	3,0	1,3
<i>Lithophyllum tortuosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Lomentaria articulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Lychaete pellucida</i>	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	0,9	2,1	1,6	1,5	12,2	8,7	8,2	5,3	0,1	0,7	1,1	1,7	12,2	2,3	2,3	1,7
<i>Nitophyllum punctatum</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	0,1	0,3
<i>Ophidocladus simpliciusculus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,1
<i>Osmundea pinnatifida</i>	0,3	0,8	0,1	7,4	-	-	-	0,3	0,3	3,3	3,1	19,4	-	-	-	-
<i>Padina pavonica</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>	-	-	-	-	0,6	0,3	0,2	-	-	-	0,1	-	0,2	0,1	0,2	0,2
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	0,4	1,8	-	-	-	-	-
<i>Plocamium cartilagineum</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	0,2	-	-	-	-	0,2	0,2	-	-
<i>Pterocladia capillacea</i>	-	-	-	-	-	0,2	1,0	5,7	-	-	-	-	2,6	1,1	5,1	5,8
<i>Pterosiphonia complanata</i>	-	-	0,1	-	0,1	0,1	0,2	-	-	-	-	-	4,0	0,5	7,2	3,8
<i>Pterothamnion crispum</i>	0,1	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ralfsia verrucosa</i>	0,6	0,2	0,1	0,3	-	-	-	-	1,3	0,6	1,7	0,6	0,6	-	0,1	-
<i>Scinaia furcellata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,3	0,4	-	-	-	-
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	0,1	0,2	0,8	-	0,1	0,1	-	-	0,1	0,3	1,7	0,4	0,1	-	-	-
<i>Sphacelaria rigidula</i>	2,0	0,4	3,7	0,4	-	0,2	0,6	-	2,0	2,2	5,4	1,2	1,3	-	0,6	-
<i>Taonia atomaria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-
<i>Thuretella schousboei</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thuretella schousboei</i>	-	-	0,2	-	0,1	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trailiella intricata</i>	0,9	0,1	0,1	0,3	0,3	0,1	-	-	0,3	0,4	-	0,2	0,1	0,5	0,1	0,3
<i>Ulva clathrata</i>	2,4	-	0,3	-	-	-	-	-	-	1,1	2,0	0,8	-	-	-	-
<i>Ulva prolifera</i>	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,4	-	-	0,1	-
<i>Ulva rigida</i>	1,3	0,7	4,7	2,7	3,6	0,3	1,7	2,6	0,6	2,3	2,3	2,7	0,6	0,8	2,2	2,1
<i>Ulva sp.</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,5	-	-	-	-	-	-
<i>Ulvaria obscura</i>	-	-	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vertebrata fruticulosa</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	3,3	3,2
<i>Zanardinia typus</i>	0,4	-	-	-	2,1	1,4	0,3	0,2	-	-	-	-	2,3	0,2	3,7	0,3

Tabla 33. Cont. Cobertura media de las especies registradas en 2 niveles batimétricos (+1,2 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Mundaka durante el periodo 2019-2022.

SECTOR TONPOI - Fauna Intermareal

	ESTACIÓN 1				ESTACIÓN 2			
	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Aaptos aaptos</i>	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-
<i>Acanthochitona crinita</i>	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0
<i>Aplysia punctata</i>	-	-	0,0	0,1	-	-	0,0	-
<i>Apohyale perieri</i>	0,4	0,4	0,4	0,5	0,2	0,2	0,1	0,2
<i>Beania magellanica</i>	-	-	-	-	-	-	0,0	-
<i>Bittium reticulatum</i>	0,1	0,0	-	0,0	0,3	0,1	0,3	0,3
<i>Caprella penantis</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Carcinus maenas</i>	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-
<i>Caryophyllia smithii</i>	0,0	-	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Cereus pedunculatus</i>	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-
<i>Chthamalus stellatus</i>	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1	0,3
<i>Cirriiformia tentaculata</i>	-	0,0	-	-	-	-	-	-
<i>Clathrina coriacea</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Clibanarius erythropus</i>	-	-	-	-	0,2	0,1	0,0	0,2
<i>Cliona celata</i>	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1
<i>Conopeum seurati</i>	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-
Decapoda indet.	-	-	-	-	-	-	0,0	-
<i>Dynamena pumila</i>	0,0	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dynamene bidentata</i>	-	0,1	-	-	-	-	0,1	0,1
<i>Electra pilosa</i>	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-
<i>Eriphia verrucosa</i>	0,0	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eulalia viridis</i>	-	0,1	0,0	0,1	-	-	0,1	-
<i>Gibbula umbilicalis</i>	0,1	0,1	-	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2
<i>Haliclona cinerea</i>	0,0	0,0	0,1	0,0	-	-	-	-
<i>Harmothoe</i> sp.	-	-	-	-	-	-	0,0	-
Isopoda indet.	-	-	-	0,0	-	-	-	-
<i>Janua heterostropha</i>	0,1	0,0	-	-	0,0	0,2	0,1	0,1
<i>Leiosolenus aristatus</i>	0,3	0,4	0,4	0,3	0,1	0,1	-	0,1
Majidae indet.	-	-	-	-	0,0	-	-	-
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,4	0,3	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3
Nereididae indet.	-	-	-	-	-	-	0,0	-
<i>Ocenebra erinaceus</i>	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0
<i>Ocinebrina aciculata</i>	-	0,1	-	0,0	0,1	-	0,0	0,1
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	-
<i>Paracentrotus lividus</i>	0,0	0,3	0,3	-	1,4	1,1	0,8	2,5
<i>Patella ulyssiponensis</i>	1,9	2,0	2,1	1,6	2,1	1,9	0,5	0,7
<i>Perforatus perforatus</i>	0,2	0,2	-	-	0,0	-	-	-
<i>Pholas datylus</i>	-	-	-	-	-	0,0	-	-
<i>Pisa</i> sp.	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-
<i>Polyopthalmus pictus</i>	0,5	0,4	0,5	0,4	-	0,3	0,6	0,4
<i>Rocellaria dubia</i>	0,4	0,3	0,4	0,3	-	0,2	0,1	0,1
Sabellidae indet.	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Serpula concharum</i>	0,2	0,2	0,3	0,4	0,0	0,1	0,1	0,0
<i>Spirobranchus</i> spp.	0,4	0,3	0,4	0,4	0,2	0,2	0,1	0,2
<i>Stramonita haemastoma</i>	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-
<i>Talitrus saltator</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Tricolia pullus</i>	0,1	0,0	-	-	-	-	-	0,1
<i>Tritia incrassata</i>	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,1
<i>Xantho</i> sp.	0,1	-	0,1	0,0	0,1	-	-	0,0

Tabla 34. Cobertura media de las especies de invertebrados registrados en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Tonpoi durante el periodo 2019-2022.

SECTOR TONPOI - Fauna Intermareal																
	ESTACIÓN 1								ESTACIÓN 2							
	NIVEL 1,2 m				NIVEL 0,75 m				NIVEL 1,2 m				NIVEL 0,75 m			
	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Aaptos aaptos</i>	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acanthochitona crinita</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Aplysia punctata</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Apophysale perieri</i>	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	-	0,1	-
<i>Beania magellanica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Bittium reticulatum</i>	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-	-	-	0,1	-	0,2	0,5	0,2	0,5	0,4	-
<i>Caprella penantis</i>	-	-	0,2	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carcinus maenas</i>	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caryophyllia smithii</i>	-	-	-	0,1	0,1	-	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cereus pedunculatus</i>	-	0,1	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chthamalus stellatus</i>	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,7	0,3	0,2	0,5	-	-	-	-
<i>Cirriiformia tentaculata</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clathrina coriacea</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clibanarius erythropus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	0,2	0,4	0,2	-	0,2
<i>Cliona celata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	0,1	-
<i>Conopeum seurati</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Decapoda indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Dynamena pumila</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dynamene bidentata</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-
<i>Electra pilosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Eriphia verrucosa</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eulalia viridis</i>	-	0,1	0,1	0,1	-	-	-	0,1	-	-	0,3	-	-	-	-	-
<i>Gibbula umbilicalis</i>	0,1	0,1	-	0,1	0,1	0,1	-	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	-	0,1	0,1
<i>Haliclona cinerea</i>	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Harmothoe</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
Isopoda indet.	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Janua heterostropha</i>	0,1	-	-	-	0,1	0,1	-	-	0,1	0,2	0,1	-	-	0,3	0,2	0,2
<i>Leiosolenus aristatus</i>	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,2	0,1	0,2	-	0,1	-	-	-	-
Majidae indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	-	0,6	0,5	0,4	0,5	-	0,1	0,1	-
Nereididae indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Ocenebra erinaceus</i>	0,1	0,1	-	-	0,2	0,1	0,1	0,1	-	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	-	-
<i>Ocenebrina aciculata</i>	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,2	0,1	-	0,1	0,1
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	-	-	0,1	0,1	0,2	-	-	0,1	-	-
<i>Paracentrotus lividus</i>	-	-	0,6	-	0,1	0,6	0,1	-	-	0,6	-	0,1	2,8	1,7	1,7	5,0
<i>Patella ulyssiponensis</i>	2,9	2,2	3,1	2,2	0,8	1,8	1,1	0,9	4,1	3,7	0,9	1,2	0,1	0,2	-	0,2
<i>Perforatus perforatus</i>	0,1	0,1	-	-	0,2	0,2	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pholas datylus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Pisa</i> sp.	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polyophthalmus pictus</i>	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	-	0,4	0,6	0,3	-	0,1	0,6	0,4
<i>Rocellaria dubia</i>	0,4	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,4	0,4	-	0,2	0,1	-	-	0,1	-	0,1
Sabellidae indet.	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Serpula concharum</i>	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,5	0,1	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Spirobranchus</i> spp.	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4	0,5	0,1	0,3	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
<i>Stramonita haemastoma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,1	-
<i>Talitrus saltator</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Tricolia pullus</i>	-	-	-	-	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Tritia incrassata</i>	-	-	-	0,1	0,2	0,1	0,1	-	-	-	0,1	-	0,3	0,4	0,2	0,1
<i>Xanθο</i> sp.	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-

Tabla 35. Cobertura media de las especies de invertebrados registrados en 2 niveles batimétricos (+1,2 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Tonpoi durante el periodo 2019-2022.

SECTOR TONPOI - Fauna Submareal

ESPECIES	ESTACIÓN 1		ESTACIÓN 1N		ESTACIÓN 2			
	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Aaptos aaptos</i>	1,0	0,1	-	-	-	0,3	0,1	0,2
<i>Actinothoe sphyrodeta</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Aglaophenia kirchenpaueri</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Aglaophenia pluma</i>	0,7	3,1	0,4	0,6	16,4	21,1	0,9	1,0
<i>Aiptasia mutabilis</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Anchinoe ficticius</i>	-	-	-	-	0,8	-	-	-
<i>Batzella inops</i>	0,3	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Beania magellanica</i>	1,7	-	-	0,2	0,8	-	0,2	-
<i>Bittium reticulatum</i>	0,6	0,2	0,5	0,7	-	0,1	0,6	1,1
<i>Calcarea indet.</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Calliostoma zizyphinum</i>	-	-	-	0,3	-	-	0,4	0,1
<i>Caryophyllia smithii</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3	-	0,2	0,5
<i>Chromodoris sp.</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cirriformia tentaculata</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Clathrina coriacea</i>	0,4	1,3	0,4	-	1,8	0,5	0,2	0,2
<i>Cliona celata</i>	0,1	0,3	0,1	0,8	0,9	0,3	0,1	0,1
<i>Clytia hemisphaerica</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	0,7
<i>Clytia sp.</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Conopeum seurati</i>	-	-	0,2	-	0,1	0,1	0,1	-
<i>Corynactis viridis</i>	0,2	0,1	-	-	0,1	1,6	-	-
<i>Diplosoma spongiforme</i>	-	-	-	-	-	0,2	-	-
<i>Halecium sp.</i>	0,3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Haliclona cinerea</i>	0,1	-	-	-	0,2	-	-	-
<i>Hymeniacion sanguinea</i>	-	2,5	0,4	0,4	-	-	0,7	1,2
<i>Hypselodoris cantabrica</i>	-	0,1	0,1	0,2	0,1	-	-	0,3
<i>Marthasterias glacialis</i>	-	-	-	0,6	-	-	-	-
<i>Obelia geniculata</i>	-	0,1	-	-	-	0,2	-	0,1
<i>Ocenebra erinaceus</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Orthopyxis integra</i>	-	0,1	0,1	0,1	-	-	0,3	0,6
<i>Pachymatisma johnstonia</i>	1,3	0,8	0,4	0,4	0,7	1,8	0,3	0,8
<i>Paracentrotus lividus</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Perforatus perforatus</i>	-	-	-	-	-	0,4	-	-
<i>Pisa spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Plumularia obliqua</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Plumularia setacea</i>	-	-	0,4	-	-	-	0,3	-
<i>Protula tubularia</i>	0,1	-	0,2	-	-	-	-	-
<i>Rissoa parva</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Rocellaria dubia</i>	0,4	0,6	0,6	0,5	3,0	0,9	0,6	0,6
<i>Sabellidae indet.</i>	0,1	-	-	0,4	-	-	-	0,2
<i>Serpula concharum</i>	-	0,2	0,2	-	-	-	0,1	-
<i>Sertularella gaudichaudi</i>	-	-	-	1,0	0,9	-	-	0,1
<i>Spirobranchus spp.</i>	0,1	0,1	-	-	-	0,1	-	-
<i>Stelligera sp.</i>	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Sycon ciliatum</i>	0,1	-	0,1	-	-	0,1	0,1	-
<i>Terebella lapidaria</i>	0,2	0,2	0,3	-	0,1	-	0,1	-
<i>Tritia incrassata</i>	0,3	0,1	0,1	0,3	-	-	0,5	0,3

Tabla 36. Cobertura media (C%) de las especies de invertebrados registrados en 2019, 2020, 2021 y 2022 en la zona submareal (-5m) de las estaciones de muestreo del Sector Tonpoi.

SECTOR TALAIBE - Fauna Intermareal

	ESTACIÓN 1				ESTACIÓN 2			
	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Aptos aptos</i>	0,2	0,1	-	0,1	0,0	0,0	-	0,0
<i>Acanthochitona crinita</i>	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Amphipoda indet.	-	-	-	-	-	0,2	-	-
Amphithoe sp.	0,5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anchinoe ficticius</i>	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-
<i>Aplysia punctata</i>	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-
<i>Aplysia</i> sp.	-	-	-	0,0	-	-	-	-
<i>Apohyale perieri</i>	-	0,5	0,4	0,3	-	-	0,2	0,2
<i>Asterina gibbosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Beania magellanica</i>	-	-	-	0,2	-	-	0,1	0,1
<i>Bittium reticulatum</i>	0,1	0,1	0,1	0,3	-	-	-	0,1
<i>Calliostoma zizyphinum</i>	-	0,0	-	-	-	-	-	-
<i>Caprella penantis</i>	0,3	0,3	0,4	0,1	-	-	-	-
<i>Carcinus maenas</i>	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-
<i>Caryophyllia smithii</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	0,0	-
<i>Cereus pedunculatus</i>	0,1	0,0	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Chthamalus stellatus</i>	0,6	0,3	0,2	0,1	1,2	0,2	0,3	0,3
<i>Clathrina coriacea</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Clibanarius erythropus</i>	0,0	0,0	-	0,0	0,1	-	-	-
<i>Cliona celata</i>	-	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-
Cnidaria indet.	-	-	-	-	0,0	-	-	-
<i>Conopeum seurati</i>	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-
<i>Dynamene bidentata</i>	-	-	-	0,0	-	-	-	-
<i>Eriphia verrucosa</i>	-	-	-	-	0,0	-	0,1	0,2
<i>Eulalia viridis</i>	-	0,0	0,1	0,0	-	0,1	-	0,0
Gasteropoda indet.	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Gibbula umbilicalis</i>	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1
<i>Halichondria panicea</i>	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Haliclona cinerea</i>	-	-	0,1	0,1	-	-	0,0	-
<i>Idotea baltica</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Janua heterostropha</i>	0,0	-	0,1	-	0,1	-	-	-
<i>Jassa falcata</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,4
<i>Leiosolenus aristatus</i>	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1	-	0,1	0,1
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,4	0,2	-	0,1	0,5	-	0,2	0,1
Nereididae indet.	-	0,1	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
<i>Obelia geniculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Ocenebra erinaceus</i>	0,0	0,0	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Ocenebrina aciculata</i>	-	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	-	0,1
<i>Ostrea edulis</i>	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	0,1	0,0	-	-	-	0,0	-	0,0
<i>Paracentrotus lividus</i>	1,8	1,5	1,2	1,3	2,8	0,1	2,1	4,2
<i>Patella ulyssiponensis</i>	2,7	3,9	1,7	0,6	3,4	2,3	4,9	2,7
<i>Perforatus perforatus</i>	0,1	0,1	-	0,1	-	-	-	-
<i>Pilumnus hirtellus</i>	-	-	-	-	0,0	-	0,0	-
<i>Pisa</i> sp.	0,1	-	-	0,0	-	-	-	-
<i>Polyophthalmus pictus</i>	0,5	0,5	0,5	0,4	0,1	0,3	0,4	0,6
<i>Rocellaria dubia</i>	0,2	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	-	0,0
<i>Serpula concharum</i>	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1
<i>Sertularella gaudichaudi</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-
Sphaeromitidae indet.	-	-	0,0	-	-	-	-	-
<i>Spirobranchus</i> spp.	0,4	0,3	0,4	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1
<i>Sycon ciliatum</i>	0,0	-	0,0	-	-	-	-	-
<i>Tricolia pullus</i>	0,1	0,1	-	0,2	-	0,0	-	0,1
<i>Tritia incrassata</i>	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	-	-	0,0
<i>Turbicellepora magnicostata</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-
<i>Xantho</i> sp.	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	-	-	-

Tabla 37. Cobertura media de las especies de invertebrados registrados en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Talaibe durante el periodo 2019-2022.

	SECTOR TALAIFE - Fauna Intermareal															
	ESTACIÓN 1								ESTACIÓN 2							
	NIVEL 1,2 m				NIVEL 0,75 m				NIVEL 1,2 m				NIVEL 0,75 m			
	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Aaptos aaptos</i>	0,1	0,1	-	0,1	0,3	0,2	-	0,1	0,1	-	-	-	-	0,1	-	0,1
<i>Acanthochitona crinita</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphipoda indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-
Amphithoe sp.	0,5	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anchinoe ficticius</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Aplysia punctata</i>	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-
<i>Aplysia</i> sp.	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Apohyale perieri</i>	-	0,5	0,4	0,3	-	0,4	0,5	0,3	-	-	0,2	0,2	-	-	0,3	0,2
<i>Asterina gibbosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Beania magellanica</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2
<i>Bittium reticulatum</i>	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	-	-	0,1	-	-	-	-	0,1
<i>Calliostoma zizyphinum</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caprella penantis</i>	0,2	0,1	0,3	-	0,4	0,4	0,5	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carcinus maenas</i>	0,1	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caryophyllia smithii</i>	-	-	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Cereus pedunculatus</i>	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chthamalus stellatus</i>	1,1	0,3	0,4	0,2	0,1	0,2	-	-	2,2	0,4	0,7	0,5	0,1	-	0,1	0,1
<i>Clathrina coriacea</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clibanarius erythropus</i>	-	-	-	-	0,1	0,1	-	0,1	-	-	-	0,2	-	-	-	-
<i>Cliona celata</i>	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Cnidaria indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Conopeum seurati</i>	-	-	0,1	-	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dynamene bidentata</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eriphia verrucosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,2	-	-	0,3	0,3
<i>Eulalia viridis</i>	-	-	0,2	0,1	-	0,1	-	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-
Gasteropoda indet.	-	-	-	0,2	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gibbula umbilicalis</i>	0,1	0,1	-	0,2	0,2	0,2	0,1	0,4	0,1	0,1	-	0,2	0,4	0,4	0,3	0,3
<i>Halichondria panicea</i>	-	-	-	-	0,4	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Haliclona cinerea</i>	-	-	-	-	-	-	0,2	0,1	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Idotea baltica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Janua heterostropha</i>	-	-	0,2	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Jassa falcata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	0,3
<i>Leiosolenus aristatus</i>	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	-	0,2	-	0,1	0,2	-	-	-	-
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,4	0,2	-	0,1	0,4	0,2	-	-	0,9	-	0,4	0,2	-	-	-	0,1
Nereididae indet.	-	0,1	-	-	-	0,1	0,1	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-	0,1
<i>Obelia geniculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Ocenebra erinaceus</i>	-	-	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ocinebrina aciculata</i>	-	-	0,1	0,1	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1
<i>Ostrea edulis</i>	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-
<i>Paracentrotus lividus</i>	1,8	1,2	0,6	0,8	1,8	1,8	1,8	1,7	-	-	-	0,6	5,7	0,3	4,0	7,8
<i>Patella ulyssiponensis</i>	5,2	6,9	2,9	1,2	0,2	0,8	0,4	0,1	5,4	4,1	10,1	5,3	1,4	0,2	0,2	0,1
<i>Perforatus perforatus</i>	0,1	-	-	0,1	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pilumnus hirtellus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Pisa</i> sp.	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polyophthalmus pictus</i>	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,1	0,5	0,5	0,6	-	-	0,4	0,6
<i>Rocellaria dubia</i>	0,2	0,4	0,1	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-	-	-
<i>Serpula concharum</i>	0,4	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,4	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
<i>Sertularella gaudichaudi</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphaeromitidae indet.	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spirobranchus</i> spp.	0,3	0,3	0,4	0,2	0,4	0,3	0,4	-	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
<i>Sycon ciliatum</i>	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tricolia pullus</i>	0,1	0,1	-	0,2	0,1	0,1	-	0,2	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1
<i>Tritia incrassata</i>	-	0,2	-	0,1	0,2	0,1	0,4	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Turbicellepora magnicostata</i>	-	-	-	-	0,3	0,1	0,1	0,2	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Xantho</i> sp.	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	-	-	-	-	0,1	-	-	-

Tabla 38. Cobertura media de las especies de invertebrados registrados en 2 niveles batimétricos (+1,2 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Talaife durante el periodo 2019-2022.

SECTOR TALAIBE - Fauna Submareal

ESPECIES	ESTACIÓN 1				ESTACIÓN 2			
	19	29	21	22	19	29	21	22
<i>Aptos aaptos</i>	-	0,1	0,1	0,1	-	0,2	0,1	0,1
<i>Aetea anguina</i>	-	-	-	-	-	-	0,2	-
<i>Aglaophenia pluma</i>	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-
<i>Anemonia viridis</i>	-	1,1	-	-	-	-	-	-
<i>Beania magellanica</i>	0,7	1,2	0,3	0,1	0,1	0,1	-	0,1
<i>Bittium reticulatum</i>	0,6	2,1	2,1	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5
Briozoa indet.	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Calliostoma zizyphinum</i>	0,3	0,2	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-
Chorizoporidae indet.	0,1	-	-	0,1	-	-	-	0,2
<i>Clathrina coriacea</i>	0,6	0,2	0,3	0,1	0,6	0,1	0,1	0,1
<i>Clibanarius erythropus</i>	0,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cliona celata</i>	0,3	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Conopeum seurati</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Crisia aculeata</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crisia denticulata</i>	-	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-
Decapoda indet.	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Haliclona cinerea</i>	0,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hymeniacion sanguinea</i>	0,4	0,1	0,1	-	-	-	0,1	-
<i>Hypselodoris cantabrica</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Marthasterias glacialis</i>	-	-	-	-	-	0,2	-	-
<i>Obelia geniculata</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Ocenebra erinaceus</i>	0,1	-	-	0,1	-	-	-	0,1
<i>Orthopyxis integra</i>	0,2	0,1	-	0,3	-	2,6	-	0,3
<i>Pachymatisma johnstonia</i>	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-
<i>Pycnogonida indet.</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Pisa spp.</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Protula tubularia</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rocellaria dubia</i>	0,5	0,5	0,3	0,5	0,4	0,2	0,1	0,2
Sabellidae indet.	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Salacia desmoides</i>	0,1	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Scrupocellaria scrupea</i>	-	-	-	-	-	0,2	-	-
<i>Serpula concharum</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spirobranchus spp.</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1
<i>Sycon ciliatum</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1
<i>Terebella lapidaria</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Tritia incrassata</i>	0,2	0,3	0,5	0,2	0,1	0,3	0,5	0,1

Tabla 39. Cobertura media (C%) de las especies de invertebrados registrados en 2019, 2020, 2021 y 2022 en la zona submareal (-5m) de las estaciones de muestreo del Sector Talaibe.

SECTOR LAMEROPUNTE - Fauna Intermareal

	ESTACIÓN 1				ESTACIÓN 2			
	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Aptos aptos</i>	-	-	0,0	-	0,2	0,3	0,1	-
<i>Acanthochitona crinita</i>	-	0,2	0,0	-	-	-	-	-
Amphipoda indet.	-	-	-	0,0	-	0,5	-	0,4
<i>Ampithoe ramondi</i>	-	-	-	-	0,0	-	0,5	-
<i>Anemonia viridis</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Bittium reticulatum</i>	-	-	-	0,1	-	-	0,1	0,1
<i>Caprella penantis</i>	-	-	-	-	-	0,1	0,5	0,0
<i>Carcinus maenas</i>	-	-	-	-	-	0,0	-	-
<i>Cereus pedunculatus</i>	0,1	-	-	-	0,4	0,3	0,4	0,3
<i>Chthamalus stellatus</i>	0,1	-	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
<i>Conopeum seurati</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	0,0	-
<i>Dynamene bidentata</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Eriphia verrucosa</i>	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-
<i>Eulalia viridis</i>	0,1	0,1	0,0	-	0,1	0,1	0,1	0,0
<i>Gibbula umbilicalis</i>	0,0	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Halichondria panicea</i>	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-
<i>Hymeniacidon sanguinea</i>	-	0,0	-	-	-	-	-	-
<i>Janua heterostropha</i>	-	0,4	0,3	0,1	-	0,2	0,0	0,0
<i>Leiosolenus aristatus</i>	0,2	0,2	0,3	0,1	0,5	0,5	0,5	0,4
<i>Lepidochitona cinerea</i>	-	0,0	-	-	-	-	-	-
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	5,3	6,6	1,1	0,5	1,4	1,0	0,3	0,1
<i>Nassarius incrassatus</i>	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-
Nereididae indet.	-	-	-	-	-	-	-	0,0
<i>Ocenebra erinaceus</i>	-	-	0,1	0,1	0,0	0,1	-	0,1
<i>Ocinebrina aciculata</i>	-	-	0,1	0,1	-	-	0,0	-
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	0,0	-	0,1	-	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Paracentrotus lividus</i>	1,2	0,4	0,4	0,5	5,6	5,0	4,2	3,0
<i>Patella ulyssiponensis</i>	5,0	4,4	2,8	5,3	2,2	4,1	3,7	2,3
<i>Perforatus perforatus</i>	-	-	0,0	0,1	0,5	0,4	0,4	0,4
<i>Polyopthalmus pictus</i>	-	-	0,0	0,2	-	0,5	0,5	0,4
<i>Rocellaria dubia</i>	-	-	-	-	-	0,0	-	-
<i>Serpula concharum</i>	-	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3
Sphaeromitidae indet.	-	-	-	-	-	0,0	-	-
<i>Spirobranchus</i> spp.	-	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5
<i>Styela plicata</i>	-	-	-	0,0	-	-	-	-
<i>Sycon ciliatum</i>	-	-	-	-	-	-	0,0	-
<i>Tanais dulongii</i>	-	0,3	0,3	0,1	-	-	-	-
<i>Tritia incrassata</i>	-	-	0,1	0,1	-	-	-	0,0
<i>Xantho</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	0,1

Tabla 40. Cobertura media de las especies de invertebrados registrados en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Lameropunte durante el periodo 2019-2022.

	SECTOR LAMEROPUNTE - Fauna Intermareal															
	ESTACIÓN 1								ESTACIÓN 2							
	NIVEL 1,2 m				NIVEL 0,75 m				NIVEL 1,2 m				NIVEL 0,75 m			
	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Aaptos aaptos</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,4	0,3	0,1	-	-	0,2	-	-
<i>Acanthochitona crinita</i>	-	0,2	0,1	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphipoda indet.	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,6	-	0,4	-	0,5	-	0,4
<i>Amphioe ramondi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,5	-	-	-	0,5	-
<i>Anemonia viridis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Bittium reticulatum</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-	0,1	0,1	-	-	-	0,1
<i>Caprella penantis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,1	-	0,2	0,5	-
<i>Carcinus maenas</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Cereus pedunculatus</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2
<i>Chthamalus stellatus</i>	0,2	-	0,1	0,3	-	-	0,1	0,1	0,5	0,4	0,5	0,3	0,1	0,3	0,2	0,3
<i>Conopeum seurati</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Dynamene bidentata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Eriphia verrucosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Eulalia viridis</i>	0,1	0,1	-	-	0,1	0,1	0,1	-	0,1	0,1	0,2	-	-	-	0,1	0,1
<i>Gibbula umbilicalis</i>	-	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halichondria panicea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-
<i>Hymeniacidon sanguinea</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Janua heterostropha</i>	-	0,2	0,2	-	-	0,6	0,4	0,2	-	0,1	0,1	-	-	0,3	-	0,1
<i>Leiosolenus aristatus</i>	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4
<i>Lepidochitona cinerea</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	5,8	1,3	1,6	0,6	4,7	11,8	0,5	0,4	1,9	1,3	0,2	0,1	1,0	0,7	0,3	0,1
<i>Nassarius incrassatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-
Nereididae indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Ocenebra erinaceus</i>	-	-	0,1	0,1	-	-	0,2	-	0,1	0,1	-	0,1	-	-	-	0,1
<i>Ocenebrina aciculata</i>	-	-	0,1	0,1	-	-	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	0,1	-	0,2	-	-	-	0,1	-	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-	0,1
<i>Paracentrotus lividus</i>	-	-	-	0,2	2,3	0,7	0,8	0,8	4,9	3,8	3,7	3,8	6,2	6,2	4,7	2,2
<i>Patella ulyssiponensis</i>	6,4	4,8	2,8	7,0	3,7	3,9	2,9	3,5	2,4	4,6	3,7	2,3	1,9	3,7	3,7	2,3
<i>Perforatus perforatus</i>	-	-	-	0,2	-	-	0,1	0,1	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4
<i>Polyophthalmus pictus</i>	-	-	-	0,1	-	-	0,1	0,3	-	0,4	0,5	0,3	-	0,5	0,5	0,4
<i>Rocellaria dubia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Serpula concharum</i>	-	-	0,1	0,2	-	0,2	0,1	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,1	0,3
<i>Sphaeromitidae</i> indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Spirobranchus</i> spp.	-	0,1	0,5	0,4	-	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,3	0,5
<i>Styela plicata</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sycon ciliatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Tanais dulongii</i>	-	-	0,3	-	-	0,6	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tritia incrassata</i>	-	-	0,1	0,1	-	-	0,1	0,2	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Xantho</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1

Tabla 41. Cobertura media de las especies de invertebrados registrados en 2 niveles batimétricos (+1,2 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Talaípe durante el periodo 2019-2022.

SECTOR LAMEROPUNTE - Fauna Submareal

ESPECIES	ESTACIÓN 1				ESTACIÓN 2			
	19	29	21	22	19	29	21	22
<i>Aaptos aaptos</i>	-	-	0,1	1,0	-	-	-	-
<i>Aetea anguina</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Aglaophenia pluma</i>	0,2	0,1	-	-	2,8	6,8	-	0,3
<i>Aiptasia mutabilis</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1
<i>Anchinoe ficticius</i>	-	-	0,3	-	-	-	-	-
<i>Anemonia viridis</i>	0,8	-	3,4	0,7	5,6	2,2	0,1	1,9
<i>Beania magellanica</i>	0,4	6,3	0,3	0,9	0,2	0,1	0,1	0,2
<i>Bittium reticulatum</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,1	0,2	0,5	0,5
<i>Calliostoma zizyphinum</i>	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2
<i>Caryophyllia smithii</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Cereus pedunculatus</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	0,1	-	-	0,3	0,3	0,3	-	0,4
<i>Chorizoporidae indet.</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Ciocalipta penicillum</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Cirriformia tentaculata</i>	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-
<i>Clathrina coriacea</i>	0,6	0,3	0,4	0,4	2,9	0,6	0,3	0,5
<i>Cliona celata</i>	0,1	-	-	0,2	0,4	-	0,2	-
<i>Conopeum seurati</i>	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-
<i>Corynactis viridis</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Crisia aculeata</i>	-	-	-	0,1	0,1	0,1	-	-
<i>Crisia ramosa</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Dendrodoa grossularia</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Diplosoma spongiforme</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Doriopsilla miniata</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Electra pilosa</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Halichondria panicea</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Haliclona cinerea</i>	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Haliclona oculata</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Holothuria forskali</i>	-	1,7	-	0,6	0,6	-	-	-
<i>Hymeniacion sanguinea</i>	0,6	0,2	0,1	0,2	2,5	0,6	0,8	0,4
<i>Hypselodoris cantabrica</i>	0,1	0,1	-	-	0,1	0,3	0,1	0,2
<i>Lissoclinum perforatum</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1
<i>Nereididae indet.</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Nudibranchia indet.</i>	-	-	-	-	-	0,2	0,1	-
<i>Obelia dichotoma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Obelia geniculata</i>	3,7	1,2	-	0,1	0,1	3,2	0,2	0,2
<i>Ocenebra erinaceus</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Ocinebrina aciculata</i>	-	-	-	-	-	-	0,2	-
<i>Orthopyxis integra</i>	0,6	0,8	-	0,2	0,6	-	-	0,2
<i>Orthopyxis integra</i>	0,6	0,8	-	0,2	0,6	-	-	0,2

Tabla 42. Cobertura media (C%) de las especies de invertebrados registrados en 2019, 2020, 2021 y 2022 en la zona submareal (-5m) de las estaciones de muestreo del Sector Lameropunte.

SECTOR LAMEROPUNTE - Fauna Submareal

ESPECIES	ESTACIÓN 1				ESTACIÓN 2			
	19	29	21	22	19	29	21	22
<i>Pachymatisma johnstonia</i>	-	0,6	-	-	3,3	1,7	0,2	0,4
<i>Paracentrotus lividus</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Phorbas fictitius</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Plumularia setacea</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Protula tubularia</i>	-	0,1	-	-	-	-	0,1	-
<i>Rissoa parva</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rocellaria dubia</i>	0,5	0,5	0,4	0,6	0,9	0,5	0,5	0,5
Sabellidae indet.	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Salacia desmoides</i>	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Scrupocellaria scruposa</i>	-	0,3	-	-	-	-	-	-
<i>Serpula concharum</i>	-	0,1	0,2	-	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Spirobranchus</i> spp.	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1
<i>Styela plicata</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Suberites</i> sp.	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Sycon ciliatum</i>	-	0,2	0,2	0,3	-	0,1	0,3	0,3
<i>Tedania anhelans</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Terebella lapidaria</i>	-	0,1	0,2	0,1	0,3	0,3	0,2	0,3
<i>Tritia incrassata</i>	0,2	-	-	0,1	-	0,3	0,2	0,4
<i>Tritia reticulata</i>	-	0,2	-	-	-	-	-	-
<i>Turbicellepora magnicostata</i>	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Pachymatisma johnstonia</i>	-	0,6	-	-	3,3	1,7	0,2	0,4
<i>Paracentrotus lividus</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-

Tabla 42. Cont. Cobertura media (C%) de las especies de invertebrados registradas en 2019, 2020, 2021 y 2022 en la zona submareal (-5m) de las estaciones de muestreo del Sector Lameropunte.

SECTOR MUNDAKA - Fauna Intermareal

	ESTACIÓN 1				ESTACIÓN 2			
	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Acanthochitona crinita</i>	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-
<i>Actinia equina</i>	-	-	0,0	-	-	-	-	-
Amphipoda indet.	0,4	-	-	0,0	-	-	-	-
<i>Anemonia viridis</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aplysia</i> sp.	-	-	-	0,0	-	-	-	-
<i>Apohyale perieri</i>	-	0,5	0,3	0,5	-	0,2	0,3	0,1
<i>Bittium reticulatum</i>	0,4	0,3	0,6	0,4	0,1	0,3	0,2	0,2
<i>Caprella penantis</i>	-	0,1	-	-	-	-	0,0	0,0
<i>Carcinus maenas</i>	0,1	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Cereus pedunculatus</i>	0,2	0,1	0,1	0,1	-	-	-	0,0
<i>Chthamalus stellatus</i>	0,1	0,1	-	-	0,3	0,3	0,3	0,2
<i>Clathrina coriacea</i>	-	-	-	0,0	-	-	-	-
<i>Clibanarius erythropus</i>	0,4	0,3	0,4	0,4	0,1	-	0,1	0,1
<i>Cliona celata</i>	-	-	-	-	-	-	0,0	0,1
<i>Conopeum seurati</i>	-	-	-	-	0,0	-	-	0,1
<i>Crassostrea</i> sp.	-	-	-	0,0	-	-	-	-
Decapoda indet.	-	-	0,0	-	-	-	-	-
<i>Dynamene bidentata</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Epitonium clathrus</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Eriphia verrucosa</i>	0,1	0,0	-	-	-	-	0,1	0,1
<i>Eulalia viridis</i>	0,1	0,1	0,0	0,1	-	-	-	0,1
<i>Gibbula umbilicalis</i>	0,4	0,5	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Haliclona cinerea</i>	-	-	0,1	0,0	-	-	-	-
<i>Hydrobia ulvae</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Janua heterostropha</i>	0,4	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
<i>Leiosolenus aristatus</i>	0,1	0,1	-	-	0,0	-	-	0,0
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,1	0,1	0,1	-	0,2	0,1	0,6	0,1
Nereididae indet.	0,0	0,1	0,0	0,0	-	-	-	-
<i>Ocenebra erinaceus</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	-	-	-
<i>Ocinebrina aciculata</i>	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	-	0,0	-	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
<i>Paracentrotus lividus</i>	0,7	1,2	0,3	0,7	0,4	0,1	1,6	1,3
<i>Patella ulyssiponensis</i>	1,0	0,7	0,2	0,3	2,8	2,2	3,3	1,3
<i>Pilumnus hirtellus</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Polyophthalmus pictus</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4	0,6	0,4
<i>Rissoa parva</i>	-	-	0,3	-	-	-	-	-
<i>Rocellaria dubia</i>	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-
<i>Serpula concharum</i>	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>Spirobranchus</i> spp.	0,3	0,3	0,3	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1
<i>Stramonita haemastoma</i>	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-
<i>Tricolia pullus</i>	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	0,1
<i>Tritia incrassata</i>	0,3	0,4	0,3	-	0,3	0,1	0,0	-
<i>Xantho</i> sp.	-	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-

Tabla 43. Cobertura media de las especies de invertebrados registrados en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Mundaka durante el periodo 2019-2022.

	SECTOR MUNDAKA - Fauna Intermareal															
	ESTACIÓN 1								ESTACIÓN 2							
	NIVEL 1,2 m				NIVEL 0,75 m				NIVEL 1,2 m				NIVEL 0,75 m			
	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22	19	20	21	22
<i>Acanthochitona crinita</i>	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Actinia equina</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphipoda indet.	0,4	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anemonia viridis</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aplysia</i> sp.	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Apohyale perieri</i>	-	0,5	0,4	0,5	-	0,5	0,1	0,5	-	0,3	0,4	-	-	0,1	0,2	0,2
<i>Bittium reticulatum</i>	0,2	0,2	0,5	0,3	0,6	0,5	0,7	0,5	-	-	0,1	0,1	0,2	0,5	0,3	0,3
<i>Caprella penantis</i>	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1
<i>Carcinus maenas</i>	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cereus pedunculatus</i>	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Chthamalus stellatus</i>	0,3	0,2	-	-	-	-	-	-	0,4	0,4	0,6	0,4	0,1	0,1	-	0,1
<i>Clathrina coriacea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clibanarius erythropus</i>	0,3	0,1	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	0,1
<i>Cliona celata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1	0,1
<i>Conopeum seurati</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,3
<i>Crassostrea</i> sp.	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Decapoda indet.	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dynamene bidentata</i>	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Epitonium clathrus</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eriphia verrucosa</i>	0,1	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1
<i>Eulalia viridis</i>	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	-	0,1	-	-	0,2	-	-	-	-	-
<i>Gibbula umbilicalis</i>	0,5	0,6	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,2	0,1	-	-	0,1	0,1	0,2	0,2
<i>Haliclona cinerea</i>	-	-	0,1	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydrobia ulvae</i>	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Janua heterostropha</i>	0,3	0,4	0,3	0,1	0,5	0,5	0,3	-	0,1	0,1	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Leiosolenus aristatus</i>	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,2	0,1	0,2	-	-	-	-	-	0,3	0,3	1,2	0,2	0,1	-	-	-
Nereididae indet.	0,1	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ocenebra erinaceus</i>	0,2	0,1	-	0,2	-	0,1	0,2	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ocenebrina aciculata</i>	-	-	0,2	0,2	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	-	0,1	-	0,2	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	0,1
<i>Paracentrotus lividus</i>	1,2	1,8	0,7	0,8	0,2	0,6	-	0,6	0,1	0,1	0,4	1,2	0,8	0,2	2,8	1,3
<i>Patella ulyssiponensis</i>	1,8	1,2	0,3	0,6	0,2	0,3	0,1	-	4,4	4,1	6,4	2,5	1,1	0,2	0,1	0,1
<i>Pilumnus hirtellus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Polyophthalmus pictus</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,6	0,4
<i>Rissoa parva</i>	-	-	0,3	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rocellaria dubia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Serpula concharum</i>	0,3	0,3	0,2	0,3	-	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-	-	-	0,1	0,1	0,1
<i>Spirobranchus</i> spp.	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	-	0,1	0,2	-	0,1	-	-	0,1	0,1
<i>Stramonita haemastoma</i>	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tricolia pullus</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,3
<i>Tritia incrassata</i>	0,3	0,3	0,3	-	0,4	0,4	0,3	-	0,2	-	-	-	0,3	0,1	0,1	-
<i>Xantho</i> sp.	-	0,1	0,1	0,1	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 44. Cobertura media de las especies de invertebrados registrados en 2 niveles batimétricos (+1,2 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 del Sector Mundaka durante el periodo 2019-2022.

LISTA DE LOS TAXONES REGISTRADOS

FLORA

Phylum Chlorophyta

Bryopsis hypnoides J.V.Lamouroux
Bryopsis pennata J.V.Lamouroux
Bryopsis plumosa (Hudson) C.Agardh
Chaetomorpha linum (O.F.Müller) Kützing
Chaetomorpha ligustica (Kützing) Kützing
Cladophora coelothrix Kützing
Cladophora laetevirens (Dillwyn) Kützing
Cladophora lehmanniana (Lindenberg) Kützing
Cladophora prolifera (Roth) Kützing
Codium adhaerens C.Agardh
Codium decorticatum (Woodward) M.A.Howe
Codium fragile (Suringar) Hariot
Codium vermilara (Olivi) Delle Chiaje
Derbesia tenuissima (Moris & De Notaris) P.L. Crouan & H.M. Crouan
Halicystis parvula F.Schmitz ez Murray
Lychaete pellucida (Hudson) M.J.Wynne
Ulva intestinalis Linnaeus
Ulva prolifera O.F.Müller
Ulva pseudocurvata Koeman & van den Hoek
Ulva rigida C.Agardh
Ulvaria obscura (Kützing) Gayral ex Bliding

Phylum Ochrophyta

Bifurcaria bifurcata R.Ross
Cladostephus spongiosus (Hudson) C.Agardh
Colpomenia peregrina Sauvageau
Cutleria adpersa (Mertens ex Roth) De Notaris
Desmarestia ligulata (Stackhouse) J.V.Lamouroux
Dictyopteris polypodioides (A.P.De Candolle) J.V.Lamouroux
Dictyota dichotoma (Hudson) J.V.Lamouroux
Ectocarpus siliculosus (Dillwyn) Lyngbye
Ericaria selaginoides (Linnaeus) Molinari & Guiry
Gongolaria baccata (S.G.Gmelin) Molinari & Guiry
Halopteris filicina (Grateloup) Kützing
Halopteris scoparia (Linnaeus) Sauvageau
Padina pavonica (Linnaeus) Thivy
Petalonia fascia (O.F.Müller) Kuntze
Ralfsia verrucosa (Areschoug) Areschoug
Sargassum vulgare C.Agardh
Scytosiphon lomentaria (Lyngbye) Link
Sphacelaria cirrosa (Roth) C.Agardh
Sphacelaria rigidula Kützing
Taonia atomaria (Woodward) J.Agardh
Zanardinia typus (Nardo) P.C.Silva

Phylum Rhodophyta

Acrosorium ciliolatum (Harvey) Kylin
Aglaothamnion byssoides (Arnott ex Harvey)
Aglaothamnion cordatum (Børgesen) Feldmann-Mazoyer
Aglaothamnion gallicum (Nägeli) Halos ex Ardré
Ahnfeltiopsis devoniensis (Greville) P.C.Silva & DeCew
Anotrichium furcellatum (J.Agardh) Baldock
Antithamnionella ternifolia (J.D.Hooker & Harvey) Lyle
Aphanocladia stichidiosa (Funk) Ardré
Apoglossum ruscifolium (Turner) J.Agardh
Asparagopsis armata Harvey
Bonnemaisonia asparagoides (Woodward) C.Agardh
Bonnemaisonia hamifera Hariot
Bornetia secundiflora (J.Agardh) Thuret
Calliblepharis jubata (Goodenough & Woodward) Kützing
Callithamnion granulatum (Ducluzeau) C.Agardh
Calosiphonia vermicularis (J.Agardh) F.Schmitz
Caulacanthus ustulatus (Mertens ex Turner) Kützing
Centroceras clavulatum (C.Agardh) Montagne
Ceramium botryocarpum A.W.Griffiths ex Harvey
Ceramium ciliatum (J.Ellis) Ducluzeau
Ceramium echionotum J.Agardh
Ceramium secundatum Lyngbye
Ceramium tenerrimum (G.Martens) Okamura
Champia parvula (C.Agardh) Harvey
Chondracanthus acicularis (Roth) Fredericq
Chondracanthus teedei (Mertens ex Roth) Kützing
Chondria coerulescens (J.Agardh) Falkenberg
Chrysymenia ventricosa (J.V.Lamouroux) J.Agardh
Chylocladia verticillata (Lightfoot) Bliding
Crouania attenuata (C.Agardh) J.Agardh
Cryptopleura ramosa (Hudson) L.Newton
Dasya hutchinsiae Harvey
Dasya rigidula (Kützing) Ardissonne
Dasysiphonia japonica (Yendo) H.-S.Kim
Dudresnaya verticillata (Withering) Le Jolis
Ellisolandia elongata (J.Ellis & Solander) K.R.Hind & G.W.Saunders
Erythroglossum laciniatum (Lightfoot) Maggs & Hommersand
Falkenbergia rufolanosa (Harvey) F.Schmitz
Gayliella flaccida (Harvey ex Kützing) T.O.Cho & L.J.McIvor
Gastroclonium ovatum (Hudson) Papenfuss
Gastroclonium reflexum (Chauvin) Kützing
Gelidium attenuatum (Turner) Thuret
Gelidium corneum (Hudson) J.V.Lamouroux
Gelidium pulchellum (Turner) Kützing
Gelidium spinosum (S.G.Gmelin) P.C.Silva
Gigartina pistillata (S.G.Gmelin) Stackhouse
Haematocelis rubens J.Agardh
Halopithys incurva (Hudson) Batters
Halurus equisetifolius (Lightfoot) Kützing
Halurus flosculosus (J.Ellis) Maggs & Hommersand
Herposiphonia tenella (C.Agardh) Ambronn

Heterosiphonia plumosa (J.Ellis) Batters
Hypnea musciformis (Wulfen) J.V.Lamouroux
Hypoglossum hypoglossoides (Stackhouse) Collins & Hervey
Jania rubens (Linnaeus) J.V.Lamouroux
Laurencia obtusa (Hudson) J.V.Lamouroux
Laurencia pyramidalis Bory ex Kützing
Leptosiphonia fibrata (C.Agardh) A.M.Savoie & G.W.Saunders
Liagora viscida (Forsskål) C.Agardh
Lithophyllum incrustans Philippi
Lithophyllum tortuosum (Esper) Foslie
Lomentaria articulata (Hudson) Lyngbye
Meredithia microphylla (J.Agardh) J.Agardh
Mesophyllum lichenoides (J.Ellis) Me.Lemoine
Microcladia glandulosa (Solander ex Turner) Greville
Nitophyllum punctatum (Stackhouse) Greville
Osmundea pinnatifida (Hudson) Stackhouse
Peyssonnelia atropurpurea P.L.Crouan & H.M.Crouan
Peyssonnelia squamaria (S.G.Gmelin) Decaisne
Phymatolithon lenormandii (J.E.Areschoug) Adey
Plocamium cartilagineum (Linnaeus) P.S.Dixon
Plocamium raphelisianum P.J.L.Dangeard
Polysiphonia atlantica Kapraun & J.N.Norris
Pterocladia capillacea (S.G.Gmelin) Santelices & Hommersand
Pterosiphonia complanata (Clemente) Falkenberg
Pterothamnion crispum (Ducluzeau) Nägeli
Rhodymenia pseudopalmata (J.V.Lamouroux) P.C.Silva
Schizymenia dubyi (Chauvin ex Duby) J.Agardh
Scinaia furcellata (Turner) J.Agardh
Thuretella schousboei (Thuret) F.Schmitz
Trailiella intricata Batters
Vertebrata fruticulosa (Wulfen) Kuntze
Xiphosiphonia ardreana (Maggs & Hommersand) Savoie & G.W.Saunders
Xiphosiphonia pennata (C.Agardh) Savoie & G.W.Saunders

FAUNA

Phylum Porifera

Aaptos aaptos (Schmidt, 1864)
Clathrina coriacea (Montagu, 1814)
Cliona celata Grant, 1826
Haliclona cinerea (Grant, 1826)
Hymeniacidon sanguinea (Montagu, 1814)
Pachymatisma johnstonia (Bowerbank in Johnston, 1842)
Phorbas fictitius (Bowerbank, 1866)
Sycon ciliatum (Fabricius, 1780)

Phylum Cnidaria

Aglaophenia kirchenpaueri (Heller, 1868)
Aglaophenia pluma (Linnaeus, 1758)

Aiptasia mutabilis Gravenhorst, 1831)
Anemonia viridis (Forsskål, 1775)
Caryophyllia smithii Stokes & Broderip, 1828
Cereus pedunculatus (Pennant, 1777)
Clytia hemisphaerica (Linnaeus, 1767)
Corynactis viridis Allman, 1846
Obelia geniculata (Linnaeus, 1758)
Orthopyxis integra (MacGillivray, 1842)
Sertularella gaudichaudi (Lamouroux, 1824).

Phylum Mollusca

Acanthochitona crinita (Pennant, 1777)
Aplysia punctata (Cuvier, 1803)
Aplysia sp. Linnaeus, 1767
Bittium reticulatum (da Costa, 1778)
Calliostoma zizyphinum (Linnaeus, 1758)
Crassostrea sp. Sacco, 1897
Doriopsilla miniata (Alder & Hancock, 1864)
Gastropoda indet. Cuvier, 1795
Gibbula umbilicalis (da Costa, 1778)
Hypselodoris cantabrica (Bouchet & Ortea, 1980)
Leisolenius aristatus (Dillwyn, 1817)
Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819
Ocenebra erinaceus (Linnaeus, 1758)
Ocenebrina aciculata (Lamarck, 1822)
Patella ulyssiponensis Gmelin, 1791
Rocellaria dubia (Pennant, 1777)
Tricolia pullus (Linnaeus, 1758)
Tritia incrassata (Strøm, 1768)

Phylum Annelida

Chaetopterus variopedatus (Renier, 1804)
Eulalia viridis (Linnaeus, 1767)
Jauna heterostropha (Montagu, 1803)
Nereididae indet. Blainville, 1818
Polyopthalmus pictus (Dujardin, 1839)
Sabellidae indet. Latreille, 1825
Serpula concharum Langerhans, 1880
Spirobranchus spp. Blainville, 1818
Terebella lapidaria Linnaeus, 1767

Phylum Arthropoda

Amphipoda indet. Latreille, 1816
Hyale perieri (Lucas, 1846)
Caprella penantis Leach, 1814
Carcinus maenas (Linnaeus, 1758)
Chthamalus stellatus (Poli, 1791)
Clibanarius erythropus (Latreille, 1818)
Dynamene bidentata Adams, 1800

Eriphia verrucosa (Forskål, 1775)
Isopoda indet. Latreille, 1816
Jassa falcata (Montagu, 1808)
Pachygrapsus marmoratus (Fabricius, 1787)
Perforatus perforatus (Bruguère, 1789)
Pisa sp. Leach, 1814
Pycnogonida indet. (Linnaeus, 1761)
Talitrus saltator (Montagu, 1808)
Tanais dulongii (Audoin, 1826)
Xantho sp. Leach, 1814

Phylum Bryozoa

Beania magellanica (Busk, 1852)
Chorizoporidae indet. Vigneaux, 1949
Conopeum seurati (Canu, 1928)
Crisia aculeata Hassall, 1841
Crisia denticulata (Lamarck, 1816)
Electra pilosa (Linnaeus, 1767)
Turbicellepora magnicostata (Barroso, 1919)

Phylum Echinodermata

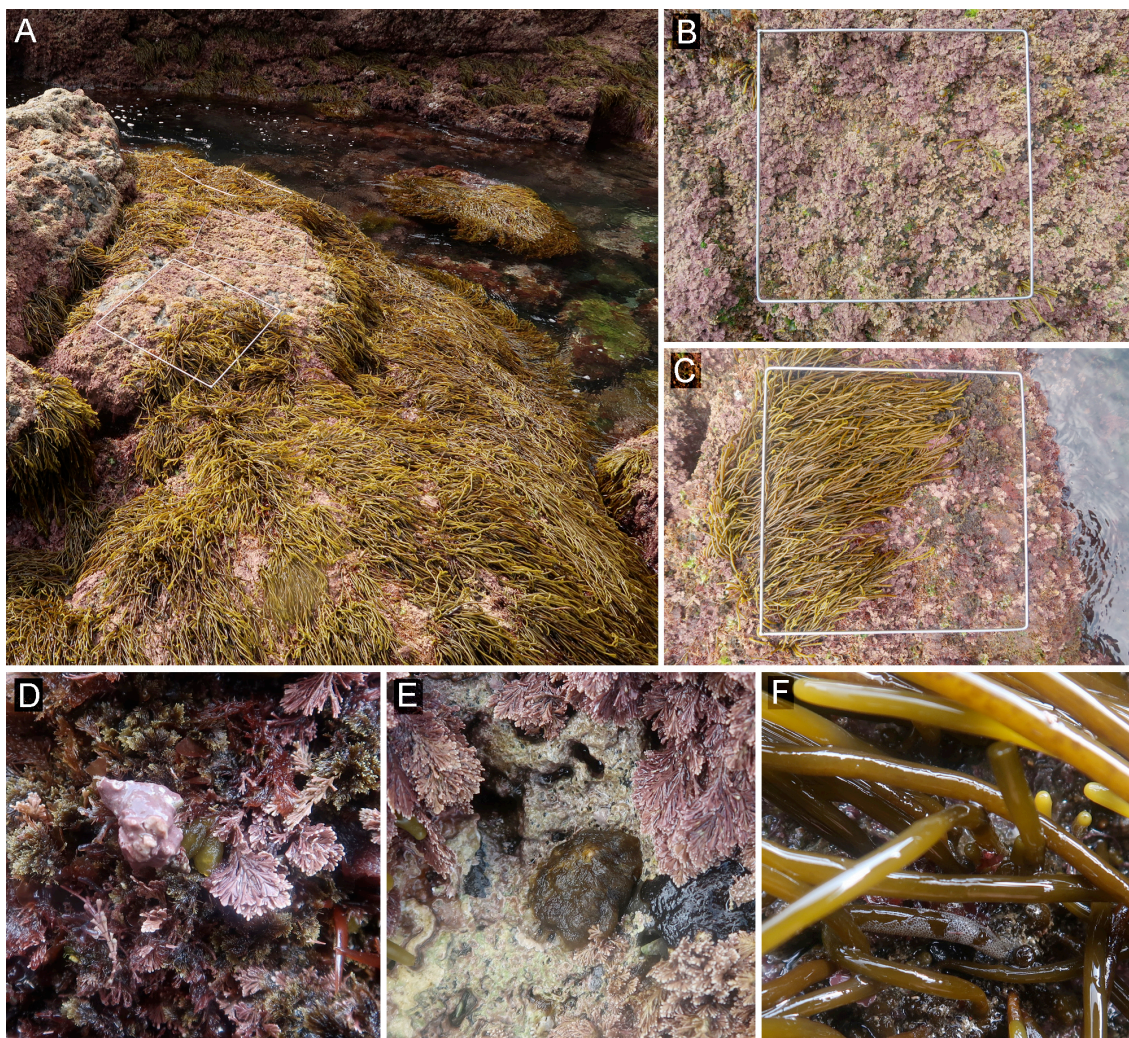
Asterina gibbosa (Pennant, 1777)
Holothuria forskali Delle Chiaje, 1823
Marthasterias glacialis (Linnaeus, 1758)
Paracentrotus lividus (Lamarck, 1816)

Phylum Tunicata

Dendrodoa grossularia (Van Beneden, 1846)
Lissoclinum perforatum (Giard, 1872)
Styela plicata (Lesueur, 1823)

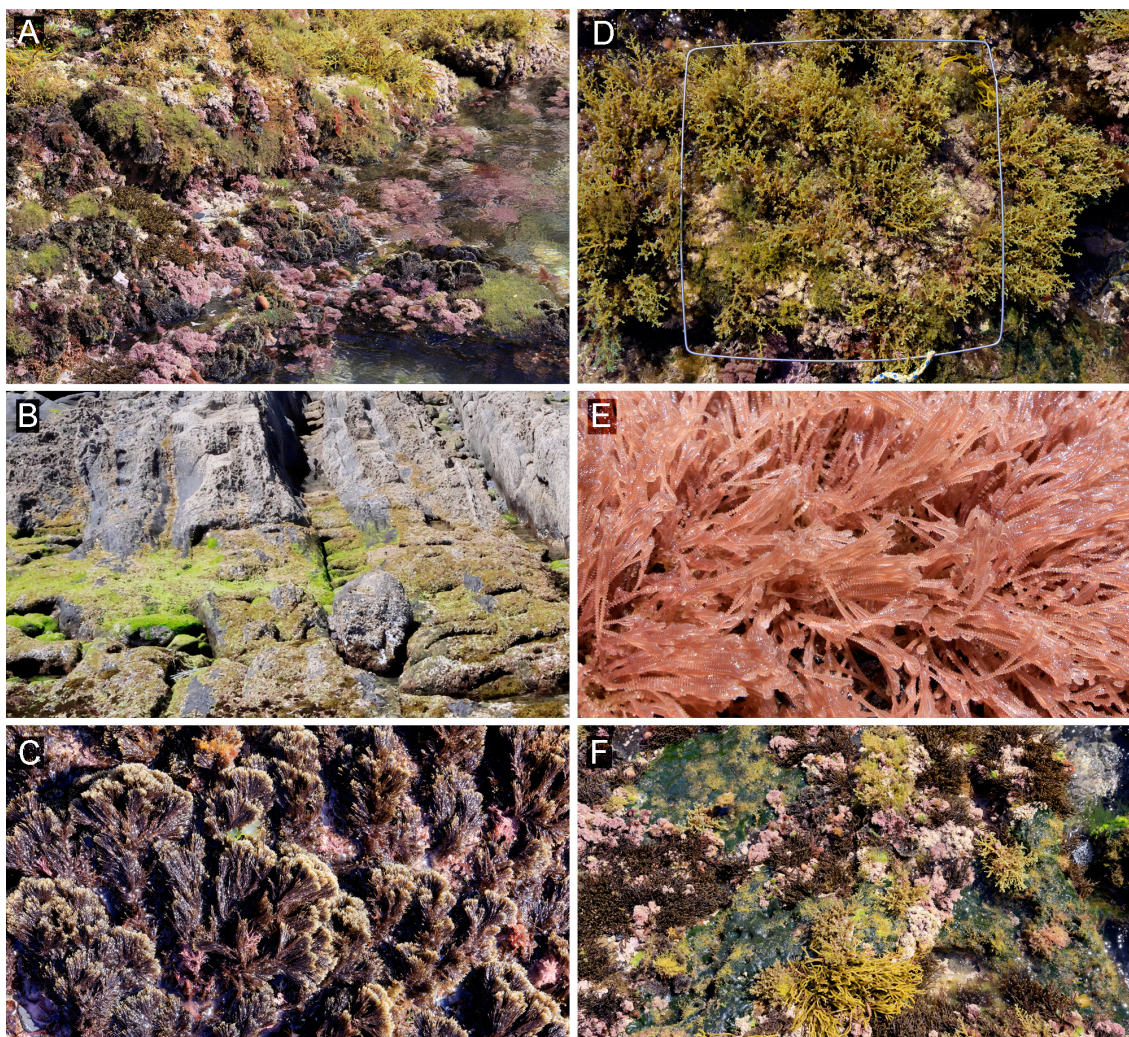
ANEXO FOTOGRÁFICO

SECTOR TONPOI – ESTACIÓN 1 Intermareal



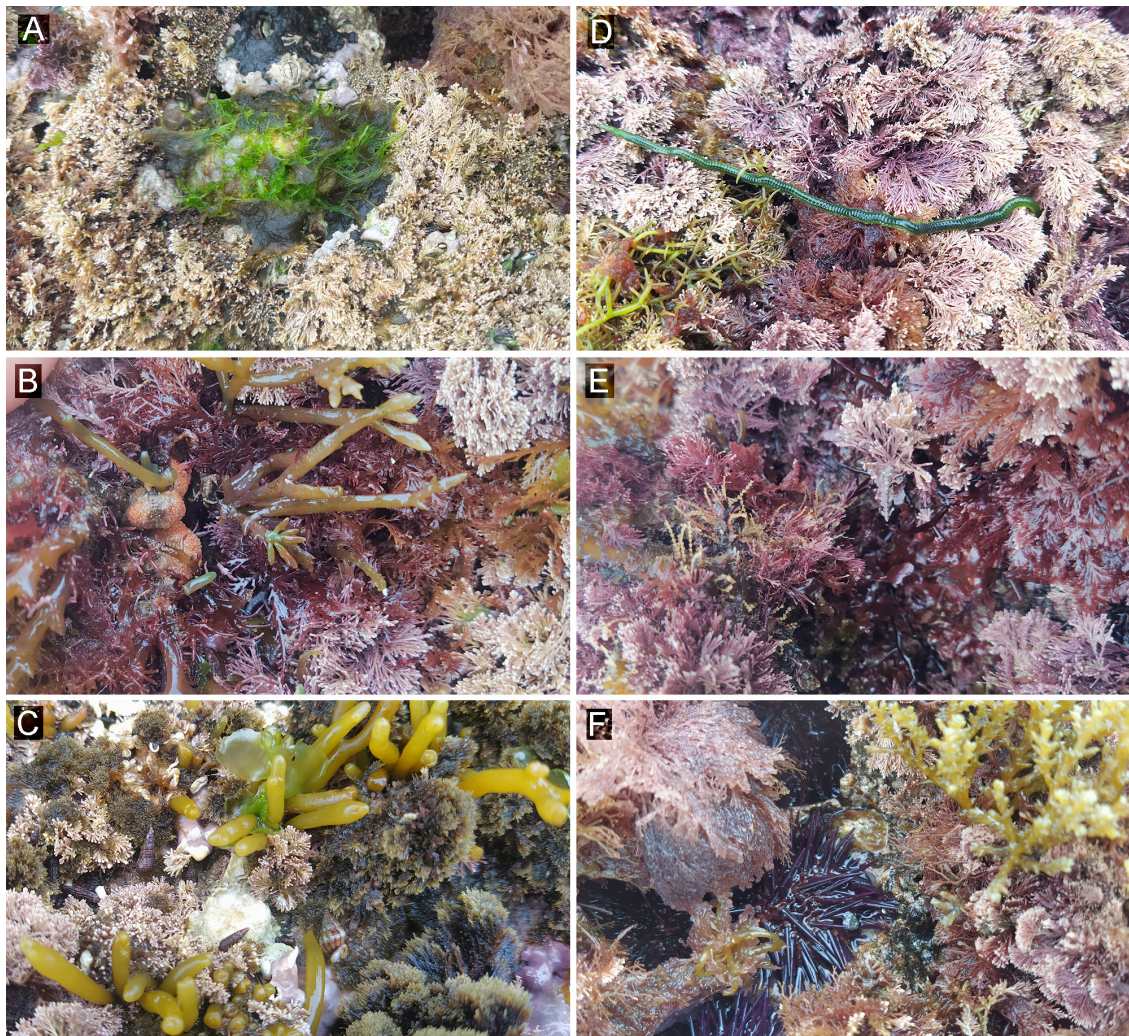
Aspecto general de las comunidades de sustrato rocoso presentes en la zona intermareal de la Estación I del Sector Tonpoi. (A) Comunidades del Área 3. (B) Detalle de una superficie de muestreo del nivel superior (+1,2 m), donde la vegetación es fundamentalmente cespitosa y está dominada por la calcárea articulada *Ellisolandia elongata*. (C) Detalle de una superficie de muestreo del nivel inferior (+0,75 m), donde además de rodofíceas cespitosas, se aprecian algas de gran porte, principalmente *Bifurcaria bifurcata* y *Halopteris scoparia*. (D) En detalle un gasterópodo perfectamente camuflado entre la vegetación ya que su concha está completamente recubierta por algas calcáreas. (E) Individuo de la lapa *Patella ulyssiponensis*, herbívoro frecuente entre la vegetación de la zona del nivel superior (+1,2 m), en esta ocasión cubierto por algas ectocarpáceas. (F) Las algas son un recurso donde asentarse para muchos invertebrados coloniales, como el briozoo de color blanquecino *Electra pilosa* frecuente sobre el alga *Bifurcaria bifurcata*.

SECTOR TONPOI – ESTACIÓN 2 Intermareal



Aspecto general de las comunidades de sustrato rocoso presentes en la zona intermareal de la Estación 2 del Sector Tonpoi. (A) Comunidad del nivel inferior (+0,75 m), donde junto a *E. elongata*, se observa un complejo entramado de macrofitos con algas rojas (*E. elongata*, *Hypnea musciformis*, *Chondracanthus acicularis*, *Jania rubens*), pardas (*Ericaria selaginoides*, *Bifurcaria bifurcata*, *Cladostephus spongiosum*, *Halopteris scoparia*) y verdes (*Cladophora lehmanniana*, *Ulva rigida*). (B) Comunidad del nivel superior (+1,2 m), donde la vegetación está dominada por la calcárea *Ellisolandia elongata*, acompañada por las especies perennes *Osmundea pinnatifida*, *Chondracanthus acicularis*, *Caulacanthus ustulatus* y *Laurencia obtusa*, y numerosos epífitos anuales. (C) Detalle del alga parda *Halopteris scoparia* que proporciona hábitat biogénico a numerosas especies. (D) Detalle de una superficie de muestreo del nivel inferior con elevada cobertura de *Ericaria selaginoides*, alga bioindicadora de aguas con buena calidad. (E) Detalle de la rodofícea anual *Ceramium ciliatum*. (F) Se ha detectado un aumento del *Codium adhaerens* – en color verde oscuro en la fotografía.

SECTOR TALAIBE – ESTACIÓN 1 Intermareal



Aspecto general de las comunidades de sustrato rocoso presentes en la zona intermareal de la Estación I del Sector Talaibe. (A) Herbívoros como la lapa *Patella ulysiponensis* y suspensívoros como el cirrípedo *Chthamalus stellatus* destacan por ser especies de invertebrados típicos en los intermareales rocosos de la costa vasca. (B) El briozoo *Turbicellepora magnicostata* es un invertebrado llamativo que destaca por su colonia dura y rugosa de color anaranjado (C) Los pequeños gasterópodos *Bittium reticulatum* cuya concha cónica tiene aspecto alargado son uno de los invertebrados más numerosos entre las algas. A la derecha de la imagen un ejemplar de *Tritia incrassata*, especie de gasterópodo también característica de la comunidad bentónica (D) El poliqueto errante de color verde característico *Eulalia viridis* se desplaza entre la vegetación en busca de alimento (E) En la imagen un hidrozoo sertularídeo, invertebrado cuyas colonias están formadas por multitud de pequeñas copas de color amarillento (hidrotecas), y que por su aspecto es fácil se camufle entre la vegetación (F) Los erizos *Paracentrotus lividus* son invertebrados que permanecen inmóviles durante el periodo de bajamar, mientras que en pleamar y preferentemente a la noche se activan y desplazan en busca de alimento.

SECTOR TALAIFE – ESTACIÓN 2 Intermareal



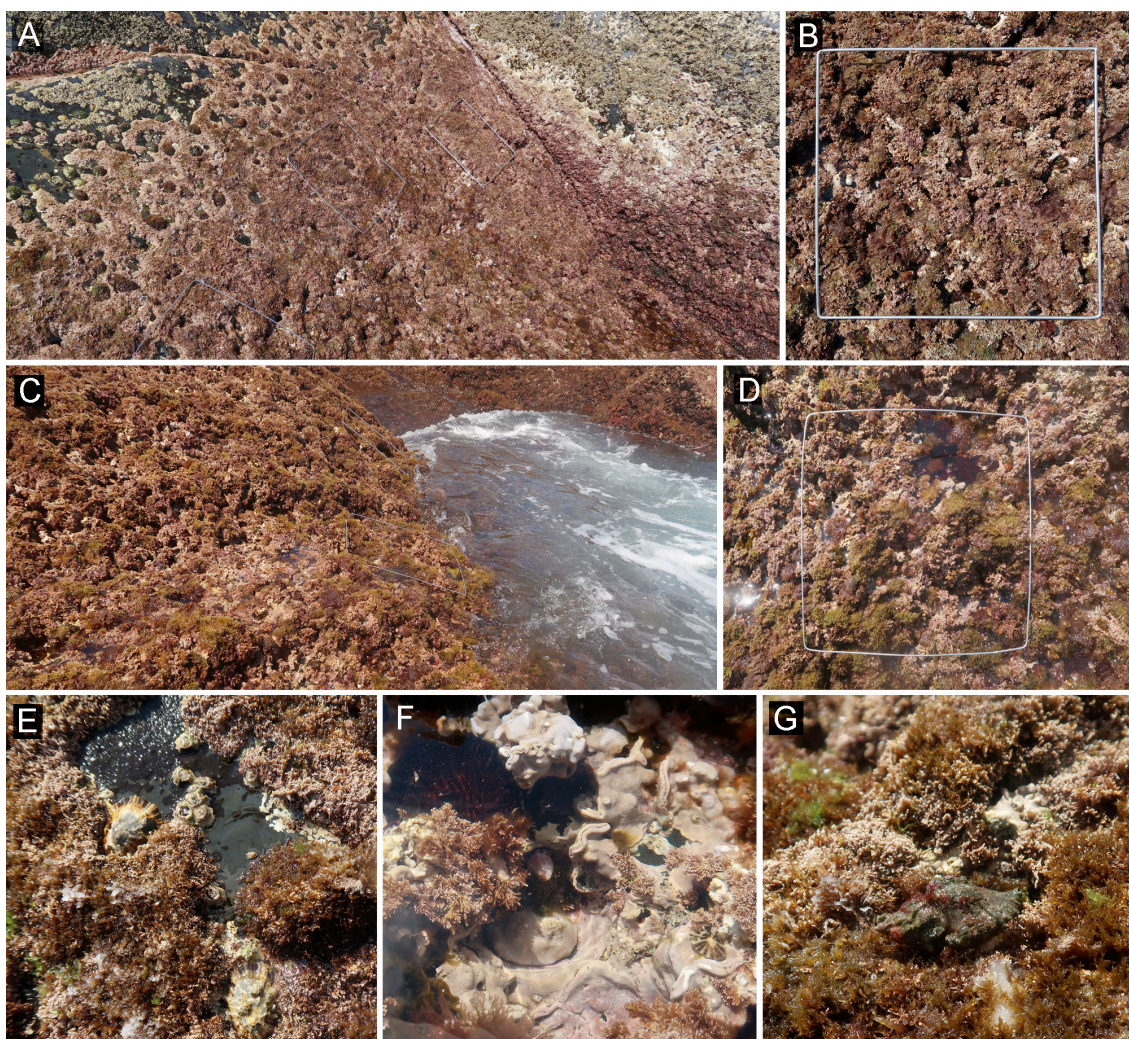
Aspecto general de las comunidades de sustrato rocoso presentes en la zona intermareal de la Estación 2 del Sector Talaife. (A) En el nivel superior (+1,2 m) la vegetación está dominada por la calcárea *Ellisolandia elongata*, acompañada por las especies perennes *Chondracanthus acicularis* y *Laurencia obtusa*, así como epífitos anuales. (B) Vegetación del nivel inferior (+0,75 m) con numerosas especies, entre ellas: *E. elongata* y *Ericaria selaginoides*. (C) Detalle del alga *E. selaginoides*, especie bioindicadora sensible a la presencia de contaminación en el medio. (D) Los gasterópodos son invertebrados herbívoros que desempeñan una función clave en el ecosistema intermareal ya que se alimentan del *biofilm* y de epífitos que crecen sobre la vegetación. (E) Entre la vegetación o en las escasas superficies desprovistas de ella es frecuente encontrar ejemplares del erizo *Paracentrotus lividus*.

SECTOR LAMEROPUNTE – ESTACIÓN 1 Intermareal



Aspecto general de las comunidades de sustrato rocoso presentes en la zona intermareal de la Estación 1 del Sector Lameropunte. (A) Desde 2014 hasta 2018 las comunidades de esta estación presentaban un elevado nivel de alteración, con una vegetación muy pobre caracterizada por coberturas elevadas de algas filamentosas y clorófitos, y de invertebrados oportunistas como *Polydora* spp. y *Mytilus galloprovincialis*. (B) En el año 2022 las comunidades han mostrado una evidente recuperación con respecto a 2018. La vegetación ha pasado a estar dominada por la calcárea articulada *Ellisolandia elongata*, acompañada de rodófitas perennes como *Gelidium pulchellum*, *Caulacanthus ustulatus*, y *Lithophyllum incrustans* y *Chondracanthus acicularis*. Con la mejora de las condiciones ambientales, la fauna ha retrocedido a favor de la vegetación, pero sólo en términos de abundancia, ya que entre la nueva vegetación se ha desarrollado una comunidad más diversa de invertebrados.

SECTOR LAMEROPUNTE – ESTACIÓN 2 Intermareal



Aspecto general de las comunidades de sustrato rocoso presentes en la zona intermareal de la Estación 2 del Sector Lameropunte. (A) En el nivel superior (+1,2 m) la vegetación está dominada por la calcárea *Ellisolandia elongata*, acompañada por la especie incrustante *Lithophyllum incrustans*, y los epífitos anuales *Ceramium echionotum* y *Ceramium ciliatum*. (B) Detalle de una superficie de muestreo del nivel superior. (C) Vegetación del nivel inferior (+0,75 m) donde las algas calcáreas también eran dominantes, pero la cobertura de algas epífitas era superior. (D) Detalle de una superficie de muestreo del nivel inferior. (E) En el nivel superior (+1,2 m) la actividad ramoneadora de la *Patella ulyssiponensis* es clave ya que favorece la disponibilidad de sustrato libre sobre el que se asientan invertebrados como los cirrípedos *Chthamalus stellatus*. (F) El color rosáceo de la imagen se debe a la abundancia de el alga calcárea *L. incrustans* que crece incluso encima de las conchas de la lapa *P. ulyssiponensis*. (G) Los gasterópodos de la familia Muricidae son principalmente carnívoros y se alimentan de pequeños invertebrados que viven entre la vegetación.

SECTOR MUNDAKA – ESTACIÓN 1 Intermareal



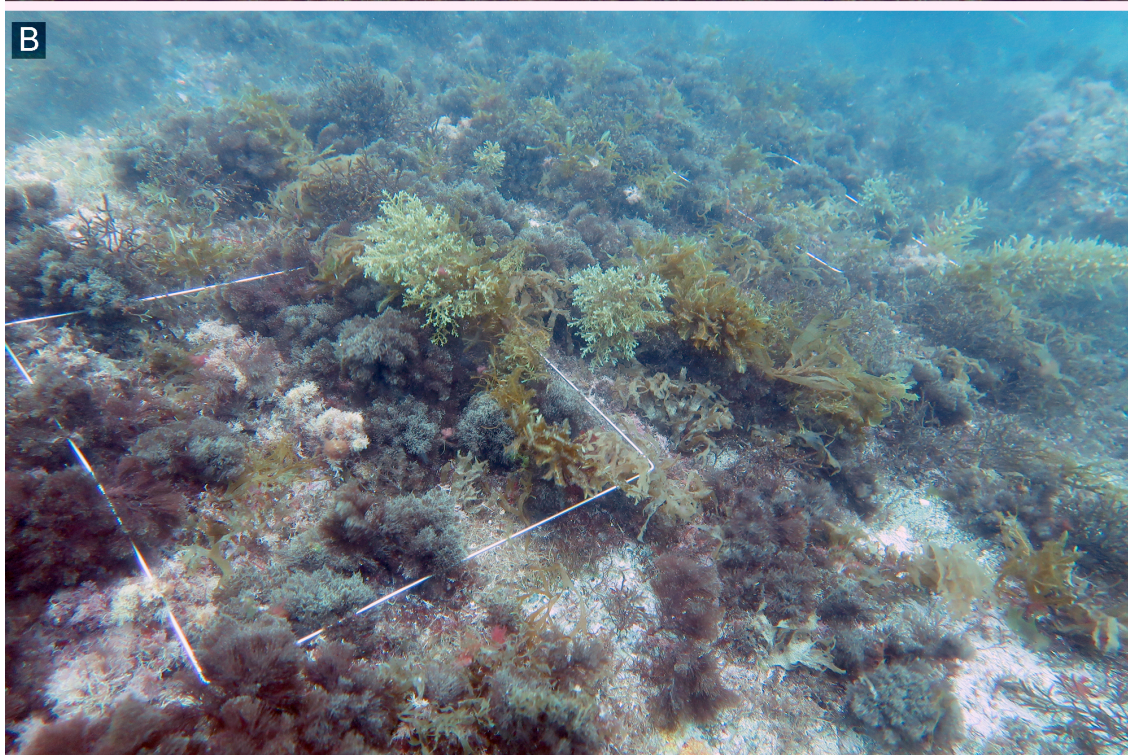
Aspecto general de las comunidades de sustrato rocoso presentes en la zona intermareal de la Estación I del Sector Mundaka. (A) En 2014 las comunidades de esta estación presentaban un elevado nivel de alteración, junto con *Ellisolandia elongata* eran abundantes las algas filamentosas (*Bachelotia antillarum*), clorófitos y *Gelidium pusillum*, todas ellas especies oportunistas que toleran la contaminación. (B) Desde entonces y hasta 2022 las comunidades han experimentado una progresiva y una evidente recuperación. La vegetación ha pasado a estar dominada por la calcárea articulada *E. elongata*, acompañada en el nivel superior de rodofíceas perennes como *Chondracanthus acicularis*, *Osmundea pinnatifida*, *Laurencia obtusa*, *Caulacanthus ustulatus* y *Lithophyllum incrustans*; y en el nivel inferior de *C. acicularis*, *Mesophyllum lichenoides* y especies de mayor tamaño como *Pterocliadiella capillacea*, *Halopteris scoparia* y *Gelidium spinosum*. Con la evolución favorable de la vegetación se ha producido el desarrollo de una comunidad de invertebrados asociada, con una mayor riqueza y densidad que la que existía en un inicio.

SECTOR MUNDAKA – ESTACIÓN 2 Intermareal



Aspecto general de las comunidades de sustrato rocoso presentes en la zona intermareal de la Estación 2 del Sector Mundaka. (A) Comunidad bentónica de la zona intermareal superior (+1,2 m) dominada por el alga calcárea *Ellisolandia elongata*. Las especies de algas perennes acompañantes más abundantes eran *Laurencia obtusa* y *Osmundea pinnatifida*. (B) En la imagen se aprecia el sustrato libre de vegetación como consecuencia de la actividad herbívora de la lapa *Patella ulyssiponensis*, lo cual permite el asentamiento de otros invertebrados como el cirrípodo *Chthamalus stellatus*. (C) Comunidad bentónica de la zona intermareal inferior (+0,75 m) del Área 2. (D) Detalle del alga parda *Halopteris scoparia*. (E) Comunidad bentónica de la zona intermareal superior (+0,75 m) del Área 3. (F) Detalle de la vegetación en el que se aprecia una gran diversidad de macrófitos como *Ericaria selaginoides*, *Halopteris scoparia*, *Bifurcaria bifurcata* y *Jania rubens*.

COMUNIDADES SUBMAREALES – FLORA



Fitobentos presente en la zona submareal. (A) La principal característica de la vegetación del área de estudio desde la campaña inicial en 2017 es la ausencia de una copa de macrófitos perennes de gran tamaño (*Gongolaria baccata*, *Gelidium corneum*), desarrollándose en su lugar una vegetación de carácter cespitoso y estructura espacial bidimensional. (B) De forma aislada se detectan ejemplares de algas grandes como en este imagen donde se aprecia *Ericaria selaginoides*, *Halopteris scoparia*, *Dictyopteris polypodioides* y *Sargassum vulgare*. Estas poblaciones son importantes para la recuperación potencial de las comunidades.

COMUNIDADES SUBMAREALES – FAUNA



Zoobentos de sustrato rocoso presente en la zona submareal del área de estudio. La principal característica del zoobentos del área de estudio es su escasa cobertura. (A) Colonias de hidrozoos como *Aglaophenia pluma* eran frecuentes. (B) Un ejemplar de la estrella de mar *Marthasterias glacialis* desplazándose en busca de alimento. (C) Bajo un saliente varios individuos del nudibranquio azulado del género *Hypselodoris*. (D) Detalle del nudibranquio *Doriposilla miniata* y (E) de la ascidia colonial *Diplosoma spongiforme*.