

Informe de seguimiento ambiental y biológico del Sistema de Regeneración de la Biodiversidad Marina *Bio Boosting System*



Informe de Seguimiento – Octubre 2023



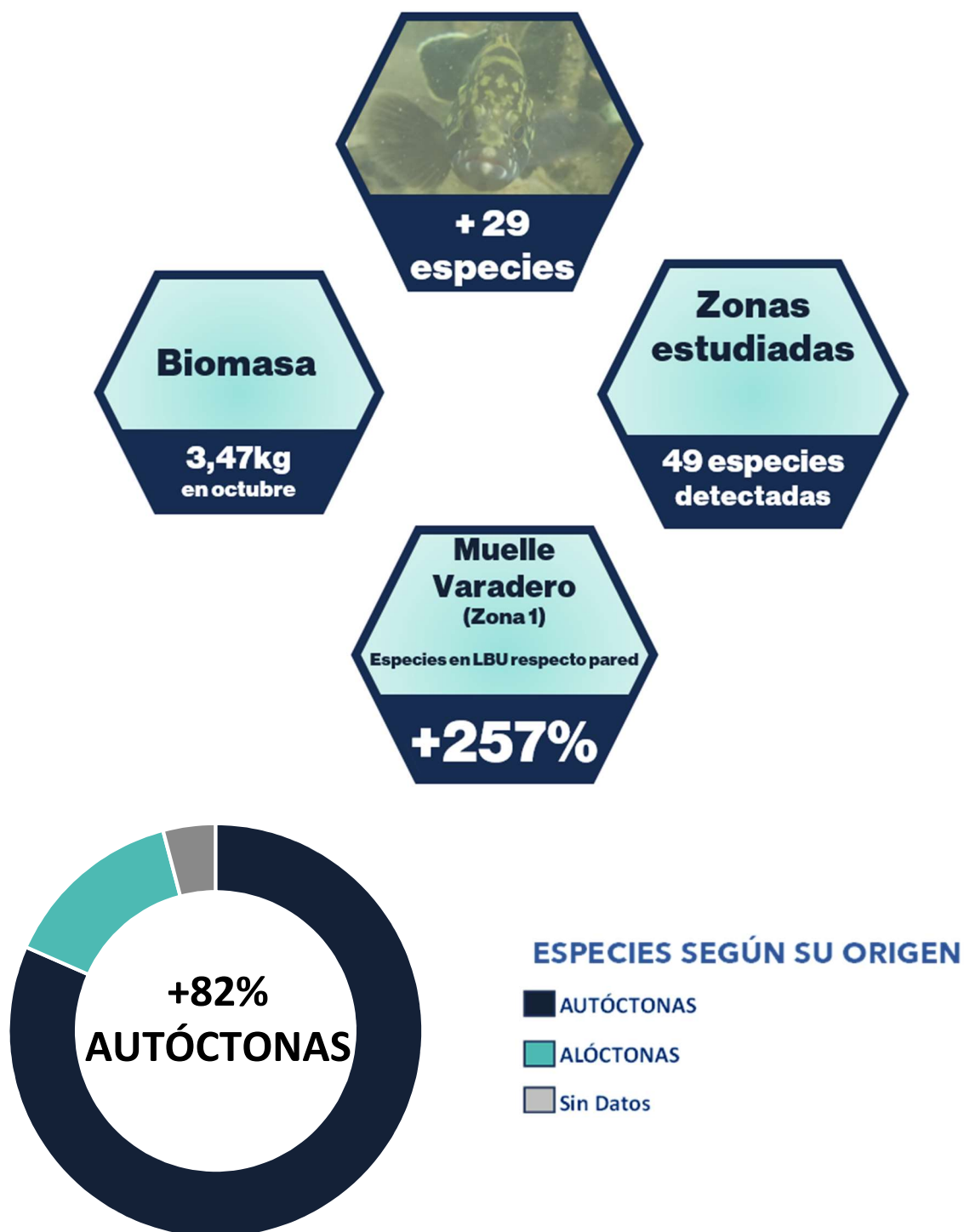
Índice

Datos destacados	3
Introducción.....	4
Metodología	5
Análisis de Biodiversidad.....	5
Análisis de Biomasa	5
Procedencia de los datos	5
Resultados	6
Estado general de las unidades de regeneración LBU.	6
Biodiversidad general.....	7
Biodiversidad por zonas	8
Biodiversidad de cada estructura LBU	10
Número de especies en función de su estatus	11
Biomasa generada en las unidades LBU	13
Conclusiones.....	15
Anexos.....	17

Datos Destacados

Destacamos los siguientes datos de impacto en cuanto a Biodiversidad del Port d'Aro, donde es visible la evolución positiva de los LBUs.

BIODIVERSIDAD



Introducción

El objetivo global del estudio consiste en realizar el seguimiento de la colonización y posterior sucesión ecológica en las estructuras de regeneración “Life Boosting Units” (LBU) instaladas en el Club Nàutic Port d’Aro en junio de 2023. A lo largo del período de seguimiento se evaluará el éxito de reclutamiento de especies, así como las diferencias entre las comunidades observadas, en los LBU según la zona de instalación. Las estructuras estudiadas se instalaron en un total de 2 localizaciones repartidas por todo el puerto. Dichas zonas quedan representadas en la **Imagen 1**.



Imagen 1 – Localización de cada Zona dentro del Club Nàutic Port d’Aro

En la zona 1 se dispone de dos estructuras en total. Una de las estructuras es del modelo de CaCO_3 y la segunda hecha con 3D. Por otro lado, en la zona 2 se dispone de un total de 4 estructuras situadas en las columnas del pantalán. Una de las estructuras es de 3D y las 3 restantes de CaCO_3 .

Los resultados finales del seguimiento servirán para caracterizar las comunidades biológicas de cada zona, lo cual puede ser clave para desarrollar una estrategia de regeneración específica según los organismos presentes y las condiciones en cada punto. Además, los datos recogidos serán útiles para evaluar el éxito del proyecto e identificar localidades con mayor potencial para el crecimiento de especies beneficiosas dentro del puerto.

Metodología

1. Biodiversidad

En el informe se diferenciará entre biodiversidad general, biodiversidad por zonas y biodiversidad por LBU. La biodiversidad general se entiende como la suma de la biodiversidad móvil y sésil.

Para realizar los muestreos de las zonas de instalación se requiere de buceadores del equipo científico dotados con una tablilla y una cámara de fotos. Dichos buceadores realizan un listado de las especies que se encuentran en las estructuras en su totalidad (Biodiversidad sésil o incrustante). Para la identificación de la biodiversidad móvil se contabilizan solo las especies que presenten interacción con la estructura. Se considera interacción con la estructura a todas esas especies que usen directamente la estructura para alimentarse, reposar, como refugio, etc. así como presentar curiosidad y voltear la estructura a menos de medio metro de ella.

2. Biomasa

Para realizar el estudio de biomasa se utilizan las placas experimentales que al presentar una superficie conocida (10cm^2) se puede realizar un cálculo de extrapolación a la biomasa que se genera en las unidades LBU (1200cm^2). El procedimiento se basa en extraer la biomasa generada para realizar en pesaje y así poder extrapolar y conocer la biomasa generada por unidad. Las unidades utilizadas para calcular la biomasa son gramos de peso seco.

La placa extraída es pesada con una balanza de precisión, posteriormente es raspada y el material biológico obtenido de la placa es pesado. De esta manera obtenemos el peso húmedo de la biomasa, pero para no contabilizar el peso del agua, secamos y volvemos a pesar. Finalmente obtenemos el peso seco de biomasa.

3. Procedencia de los datos

Los datos utilizados para realizar este informe se recogieron el 15 de septiembre y el 17 de octubre de 2023.

Durante los muestreos participaron Laura Jané, Jan Tapiolas y Edgar Ballesta (Biólogos).

Resultados

Estado general de las unidades de regeneración LBU.

Las comunidades crecidas durante estos 4 meses en los LBU han mostrado un incremento en cuanto a biomasa y recubrimiento, aumentando también la complejidad de los ensamblajes ecológicos establecidos. Las unidades muestran una evolución muy positiva, aunque todavía se encuentran en estadios iniciales para que la complejidad que puedan crear sea significativa. La colonización depende en gran medida del tiempo que las estructuras han estado sumergidas.

Las especies más comunes encontradas en asociación con las unidades son poliquetos del género *Spirorbis* y *Filograna*, las algas rojas del orden *Ceramiales*, el briozoo *Schizoporella errata*, el género de molusco bivalvo *Ostrea* y las algas brunas del género *Dictyota*.

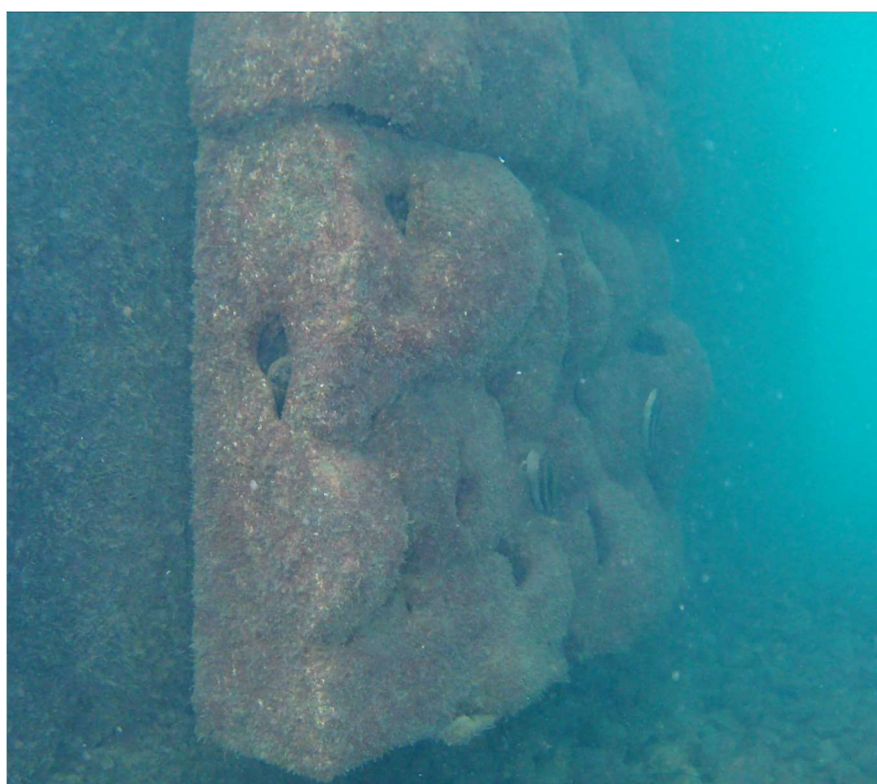


Imagen 2 – Estado general de las unidades LBU

1: Vista lateral de una de las unidades LBU. En la imagen se observa como la colonización de la superficie es total. Se pueden observar varias especies, como algas rojas del orden de *Ceramiales* y dos ejemplares de *Parablennius pilicornis*.

Biodiversidad general

La evolución de la biodiversidad en el entorno global del puerto se muestra en **la Figura 1**. En dicha figura se observa la diferencia en la evolución del total de especies encontradas entre las estructuras LBU (juntando estructuras CaCO_3 y 3D) y la pared del puerto (cemento). Este último monitoreo, en las unidades LBU se han encontrado un total de 30 especies asociadas, mientras que en las paredes control únicamente se han observado 5. Esto implica que las unidades presentan casi un 500% más de biodiversidad que las paredes del puerto.

Al final de este apartado, en la **Tabla 1**, se encuentra una lista de las especies encontradas durante el muestro del mes de octubre. Además, debido al aumento de interés en la presencia de especies no autóctonas, la **Tabla 2** recoge los datos de dónde se encontraron las especies alóctonas listadas previamente, en la misma ocasión de muestreo.

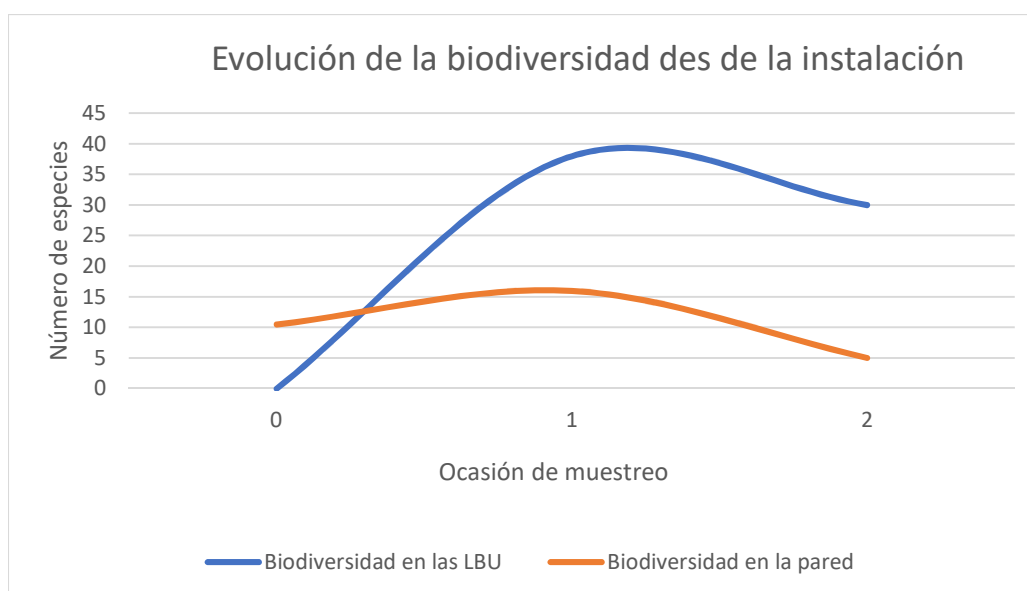


Figura 1 – Biodiversidad en las LBU del Puerto y pared

Riqueza de especies encontradas en el puerto en el primer monitoreo (septiembre) y en el segundo (octubre). Se distingue la biodiversidad en las LBUs (línea azul) y la de las paredes (línea naranja), que actúa como muestra control.

Biodiversidad por zonas

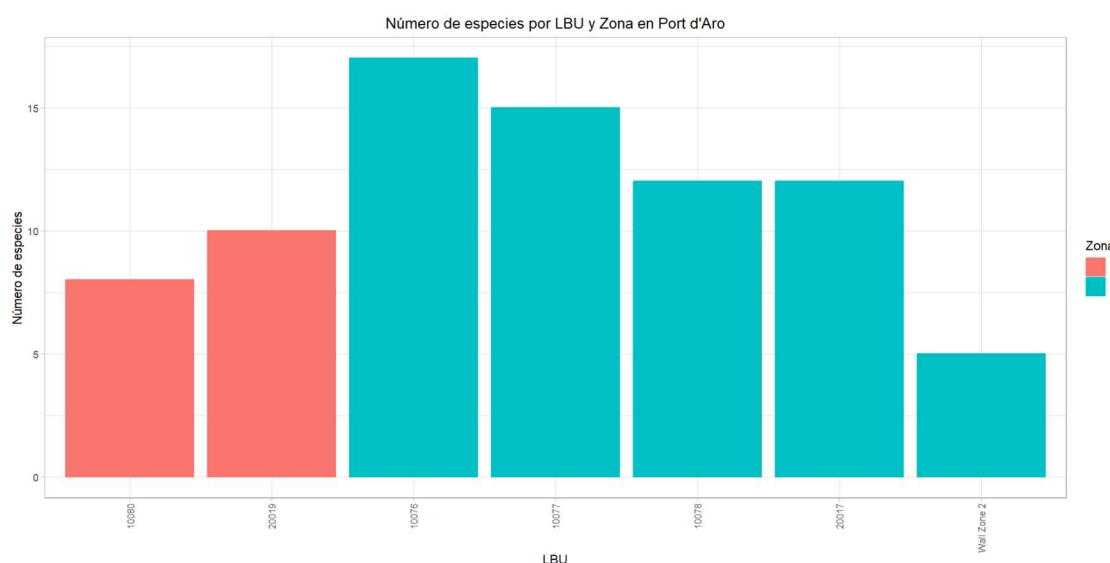


Figura 2 – Biodiversidad en cada zona y LBU encontrada durante el monitoreo de octubre.

Riqueza de especies encontradas en cada LBU. Se distinguen las zonas por el color, en rojo la zona 1 y en gris la zona 2.

Como podemos observar en la **Figura 2**, la zona 2 presenta un mayor número de especies respecto a la zona 1. Este hecho, puede ser dado por diversos factores, aunque en este caso los factores más probables pueden ser la localización de la zona y la turbidez. La zona 2 se encuentra muy cerca de la bocana por lo que puede haber influencia y aportación de larvas y esporas de las corrientes exteriores.

En los dos muestreos realizados se detectó una visibilidad reducida en la Zona 1 (Varadero), probablemente causada por los trabajos portuarios localizados en la zona. La acumulación de partículas en suspensión, producida por dichos trabajos, puede hacer variar las especies bentónicas presentes, y causar una reducción en número respecto a la Zona 2 (Bocana). Además, aunque hay mucha materia orgánica que puede servir como alimento, la turbidez reduce la luz que puede penetrar y ralentiza en este caso el acoplamiento de ciertas especies.

Otro factor a tener en cuenta son los materiales. Las especies acostumbran a proliferar allí donde las condiciones les son más favorables y eso hace que cada una de las especies tienda a acoplarse con una mayor ventaja o facilidad dependiendo del sustrato al cual puedan acceder. Como se ve en la **Figura 3**, el material que presenta mejores resultados es el CaCO_3 con valores máximos de 18 especies en promedio. Aun así, las estructuras de 3D también superan las paredes de cemento en número en ambos muestreos.

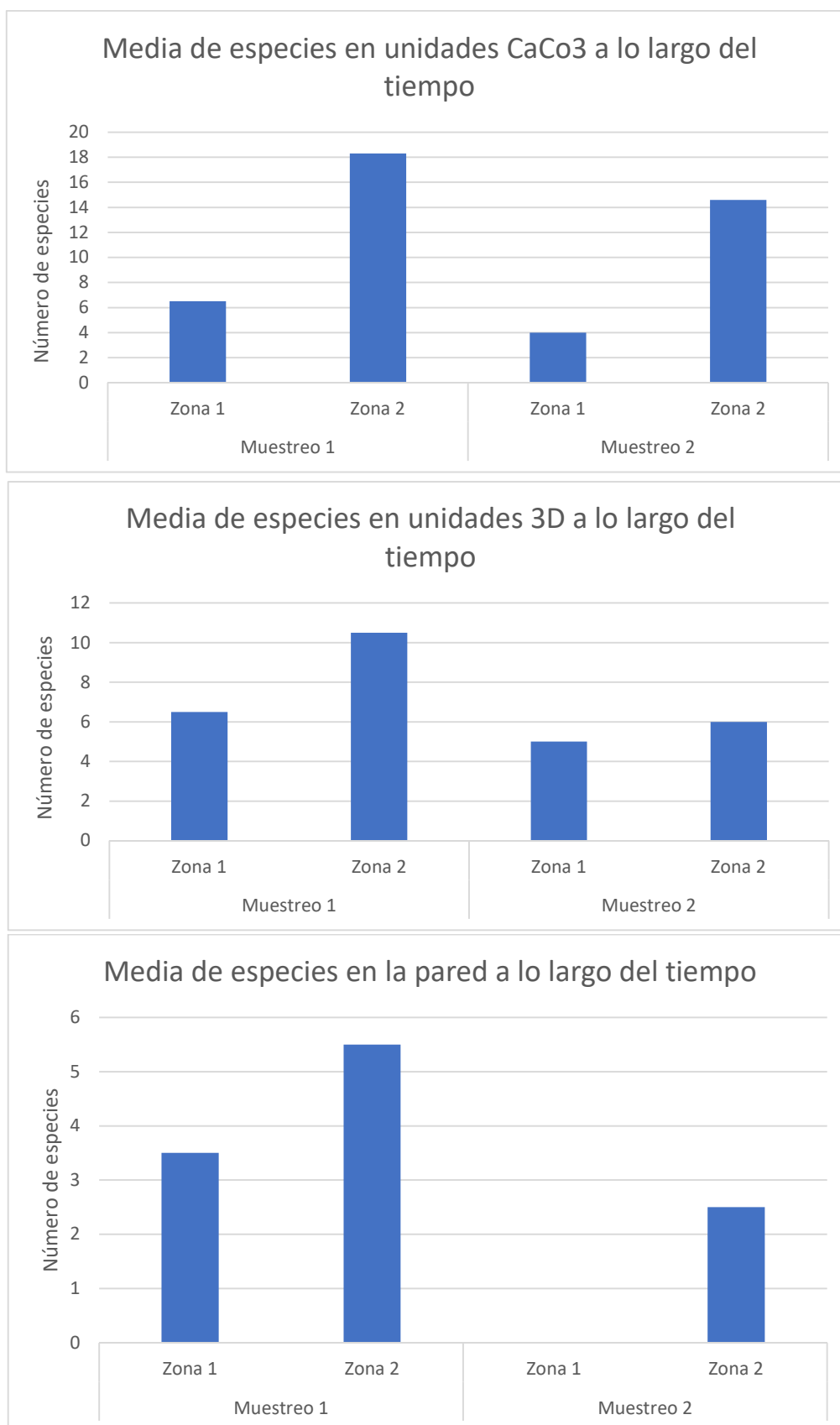


Figura 3 – Biodiversidad por cada Zona y material encontrada.

Se refleja el número de especies encontradas en cada material y zona en los distintos muestreos de septiembre (Muestreo 1) y octubre (Muestreo 2).

Biodiversidad de cada estructura LBU

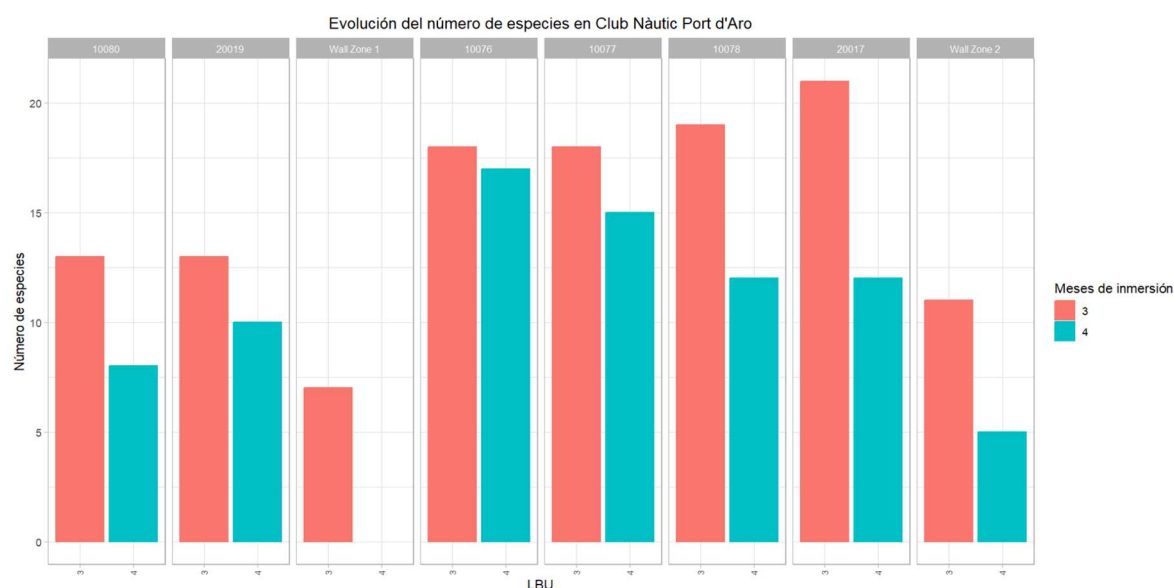


Figura 4 – Biodiversidad detectada en septiembre y octubre en función del LBU

Riqueza de especies encontradas en cada LBU en los diferentes muestreos. Se distinguen los LBU con su código en la parte de arriba de cada histograma y los meses que han pasado desde la instalación (muestreos) en función del color, siendo septiembre en color rojo y octubre en turquesa.

Como muestra la **Figura 3**, en este último muestreo hemos podido ver que dentro del puerto el LBU que está mostrando mejores resultados en biodiversidad es el 10076 (estructura de CaCO_3 situada en Bocana) con un total de 17 especies detectadas, eso son 3 veces más especies que las observadas en pared. Es normal ver una fluctuación en el número de especies entre un muestreo y otro puesto que las dinámicas y las condiciones ambientales varían en función del tiempo y época del año. Dicha dinámica no es preocupante puesto que el número de especies sigue siendo mucho mayor que las encontradas en la pared, por lo que las estructuras siguen una buena evolución en su función y dicha dinámica forma parte de la naturalización de las estructuras.

Un ejemplo de ello es la estructura 20017 (de impresión 3D) situada en la zona 2 (Bocana). Como se refleja en la figura, en el primer muestreo esta estructura presentó los valores más altos de número de especies y aunque ha sufrido una bajada se mantiene con valores superiores a la pared.

Por último, para reforzar la idea que la dinámica de retrosección en número de especies no es preocupante tenemos que ver la dinámica de la pared con respecto a las estructuras. Como se puede observar la pared ha sufrido la misma dinámica que las estructuras por lo que en este caso el material no sería un determinante en el retroceso sino un factor ambiental o externo. Hace falta tener en consideración que anteriormente al último muestreo hubo un gran temporal en las costas que además llevó consigo un descenso de la temperatura superficial del agua de 7 grados centígrados en solo una semana.

Especies autóctonas y especies alóctonas

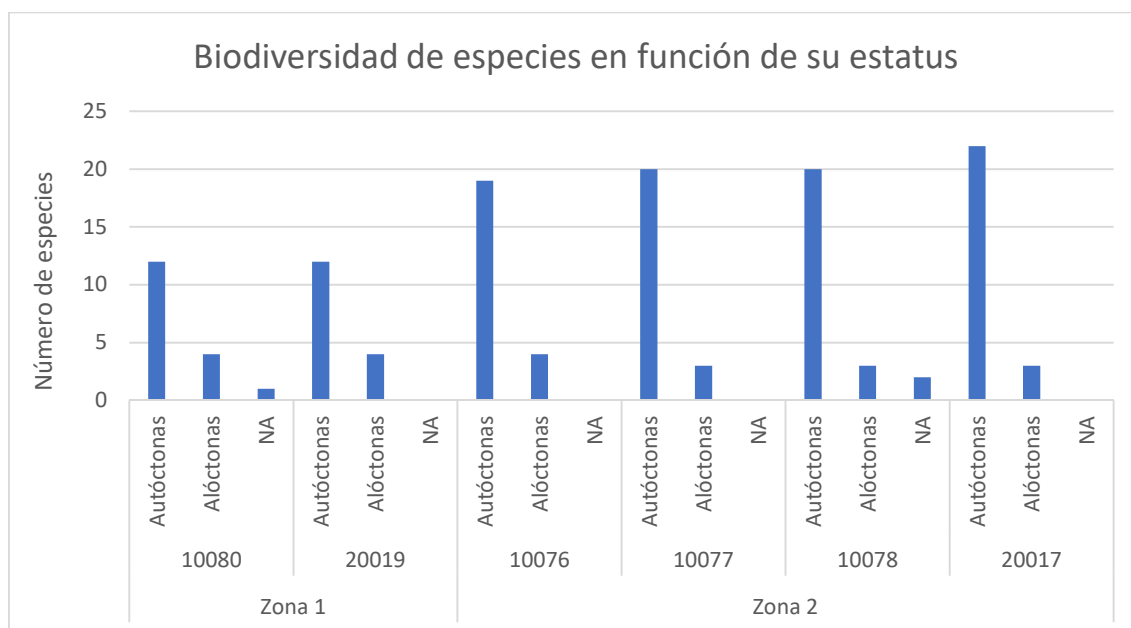


Figura 5 – Biodiversidad en función de su Estatus, Zona y LBU

Riqueza de especies encontradas en cada LBU según su estatus.

El término “autóctono” hace referencia a aquellas especies que son originarias de la zona donde se encuentran y el término “alóctono” hace referencia a especies que no son originarias de la zona en la que se encuentran.

Como nos muestra la **Figura 4**, se han detectado especies alóctonas en todas las estructuras del puerto. Este hecho no tiene por qué ser alarmante puesto que algunas de las especies encontradas son especies naturalizadas es decir especies que, aunque estén presentes en la zona no suponen un peligro para las especies autóctonas. En total, en los dos muestreos se han encontrado 5 especies alóctonas, aunque solo se encontraron 3 de las 5 en el segundo muestreo. Se pretende hacer un seguimiento de dichas especies para ver si aumentan en número y/o superficie que ocupen, aunque por el momento es demasiado temprano para poder extraer conclusiones.

Como se menciona anteriormente, al final del apartado se muestra la **Tabla 2** donde se pueden ver las especies alóctonas encontradas en el puerto durante este último muestreo.

Tabla 1 – Inventario especies

Listado de las especies encontradas durante el muestreo realizado en el mes de octubre.

Especies			
Algas marrones	<i>Dictyota dichotoma</i>	Peces	<i>Diplodus sargus</i>
Algas rojas	<i>Ceramiales spp</i>		<i>Diplodus vulgaris</i>
Ascidias	<i>Ascidacea sp</i>		<i>Mullus surmuletus</i>
	<i>Ciona robusta</i>		<i>Epinephelus marginatus</i>
Briozoos	<i>Briozoa indet.</i>		<i>Gobius paganellus</i>
	<i>Celleporaria sp</i>		<i>Tripterygion delaisi</i>
	<i>Schizoporella errata</i>		<i>Oblada melanura</i>
	<i>Watersipora sp</i>		<i>Parablennius pilicornis</i>
Crustáceos	<i>Balanus sp</i>		<i>Salaria pavo</i>
	<i>Palaemon elegans</i>		<i>Sarpa salpa</i>
Esponjas	<i>Leucosolenia sp</i>	Poliquetos	<i>Symphodus tinca</i>
	<i>Sycon raphanus</i>		<i>Filograna sp</i>
Hidrozoos	<i>Eudendrium racemosum</i>		<i>Spirobranchus triqueter</i>
	<i>Obelia sp</i>		<i>Spirorbis sp</i>
Moluscos	<i>Mytilus sp</i>		
	<i>Ostrea sp</i>		

Tabla 2 – Inventario especies alóctonas

En la siguiente tabla se recoge la información de qué especies alóctonas que se encontraron en cada zona estudiada durante el mes de octubre.

Zona	Especies alóctonas	Nivel de presencia
1	<i>Celleporaria sp</i>	Rara
	<i>Schizoporella errata</i>	Esporádica
2	<i>Celleporaria sp</i>	Rara
	<i>Schizoporella errata</i>	Abundante
	<i>Watersipora sp</i>	Rara

Biomasa generada en las unidades LBU

Los datos de biomasa recogidos durante los dos muestreos se obtuvieron mediante el uso de las placas experimentales para extrapolar la biomasa generada en las unidades

LBU y en las paredes de las zonas estudiadas. Los resultados se representan en la **Figura 6**.

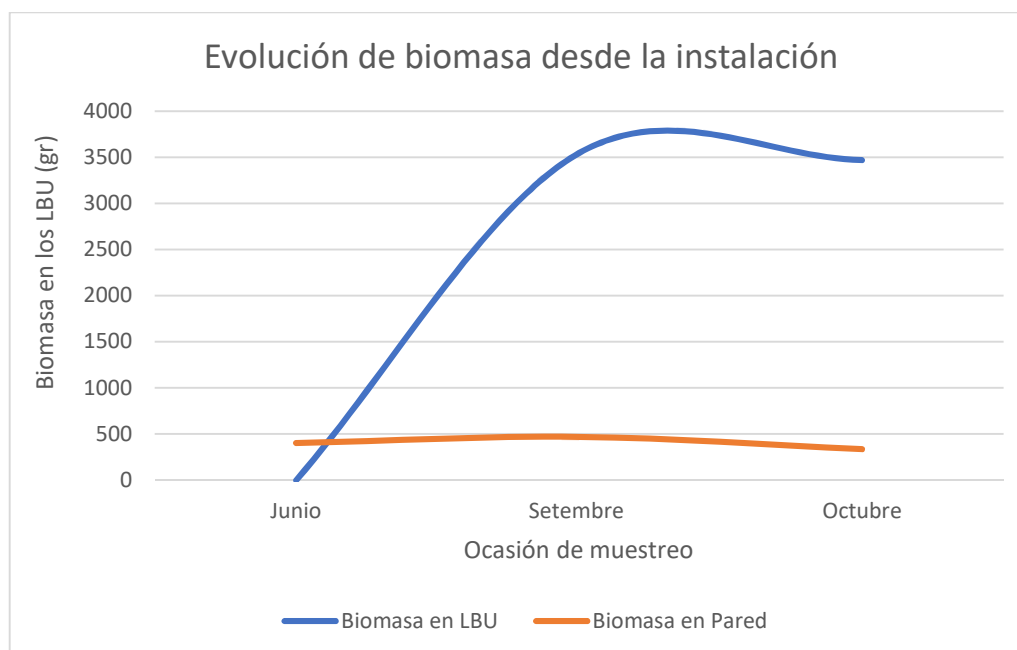


Figura 6 – Evolución de la biomasa desde la instalación en los LBU y pared.

Evolución de la biomasa acumulada en el conjunto de los LBU y pared control desde la instalación hasta ahora. La biomasa se representa en gramos.

Los datos que se muestran reflejan una evolución muy positiva en crecimiento de biomasa por parte de las LBU. Esto nos indica que la evolución de nuestras estructuras en cuanto a recubrimiento está progresando satisfactoriamente. Además, en 3 meses el conjunto de las estructuras ha conseguido sobrepasar los valores de biomasa encontrados en la pared control.

Adicionalmente, se ha podido comprobar que cada una de las estructuras está evolucionando positivamente y ha sido capaz por sí sola de superar los valores de biomasa en concreto. Esto se muestra en la **Figura 7**.

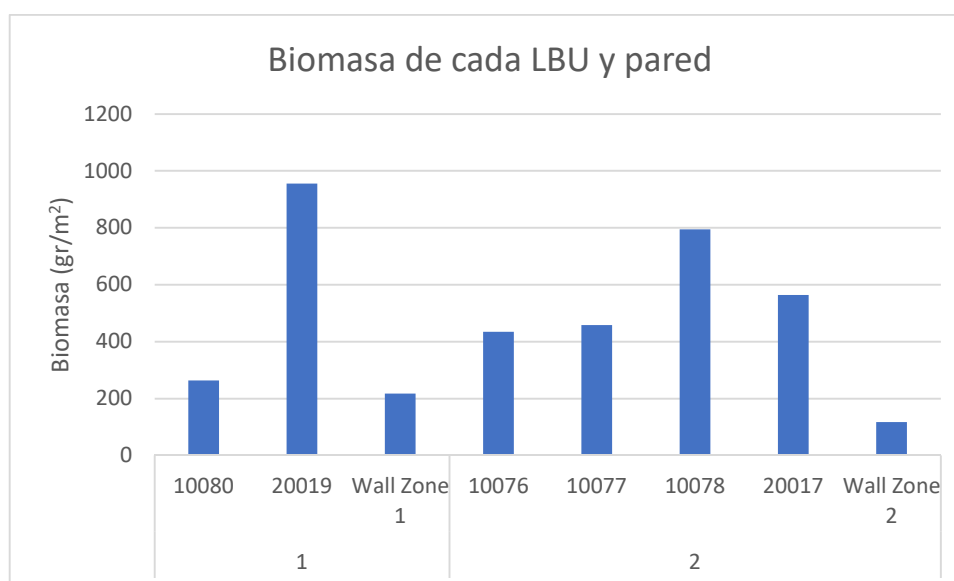


Figura 7 – Biomasa de cada LBU y pared control.

Se muestra la biomasa calculada en el mes de octubre para cada LBU y pared control de las Zonas 1 y 2. La biomasa se representa en gramos por metro cuadrado.

Como podemos observar el LBU con mayor biomasa es el 20019 (estructura de impresión 3D) presente en la Zona 1 (Varadero), seguido del 10078 (estructura de CaCO_3) en la zona 2 (Bocana). Estas dos estructuras acumulan un 338% y 575% más biomasa que la pared control respectivamente. Además, las estructuras restantes de la zona 2 duplican, como mínimo, el valor de la pared control. El valor más bajo registrado se sitúa en la estructura 10080 (estructura de CaCO_3) de la Zona 1.

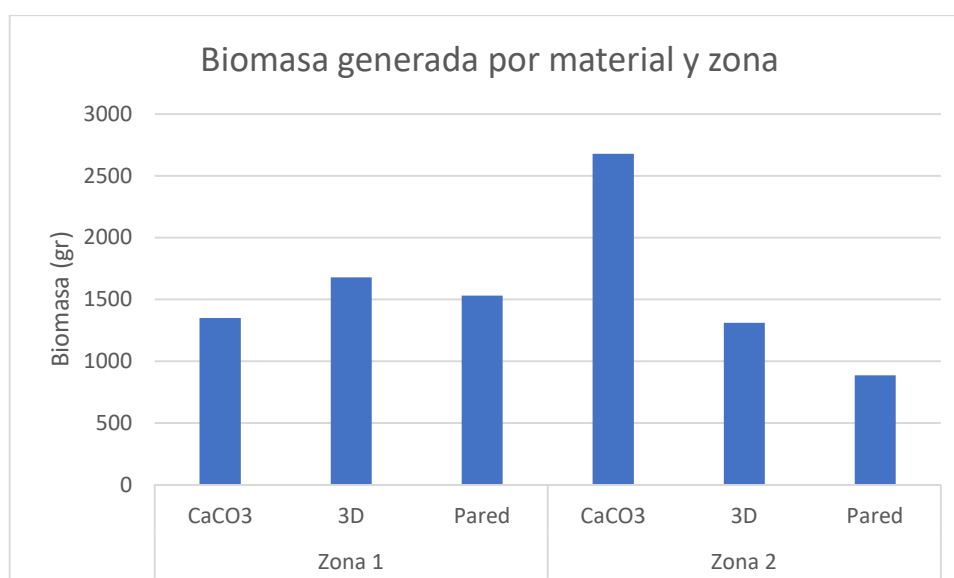


Figura 8 – Evolución de la biomasa des de la instalación en los LBU y pared.

Evolución de la biomasa acumulada en el conjunto de los LBU y pared control des de la instalación hasta ahora. La biomasa se representa en gramos.

En cuanto a los materiales, podemos observar que el CaCO_3 presenta grandes valores de biomasa en la Zona 2 (Bocana) (**Figura 8**). Se debe tener en cuenta que en dicha zona están presentes 3 estructuras de CaCO_3 y una de 3D por lo que el material que está mostrando una mayor biomasa en su conjunto son las estructuras de 3D. Aun así, el CaCO_3 presenta un buen progreso a excepción de la Zona 1 (Varadero). Cabe destacar que en el muestreo de septiembre las estructuras de CaCO_3 de la Zona 1 presentaban valores más altos que las de 3D, pero por lo que podemos observar las condiciones ambientales han afectado en mayor medida este tipo de material en esta zona.

Conclusiones generales

Los resultados presentes indican que el funcionamiento de las unidades está siendo óptimo:

- En las comunidades animales y vegetales formadas en las LBU, encontramos una gran variedad de grupos y especies que ayudan a conseguir un ecosistema naturalizado, ya que se cumplen gran parte de los roles ecológicos necesarios para que un ecosistema funcione correctamente. Por ejemplo, tenemos productores primarios (las algas), que son la base de los ecosistemas, consumidores primarios (algunas especies de peces, como el género *Diplodus*), depredadores (como *Epinephelus marginatus*), filtradores (como los briozoos o la mayoría de moluscos), etc. Esta gran variedad de especies permite que las funciones ecosistémicas mínimas estén aseguradas y que el ecosistema evolucione correctamente.
- Se han podido contabilizar 30 especies en las estructuras LBU este último muestreo. El anterior muestreo se identificó hasta 38 especies fijando este valor como el máximo contabilizado hasta ahora. Números muy significativos respecto a los valores encontrados en pared.
- Por lo general la Zona 2 presenta los mayores valores de biodiversidad del puerto. En dicho caso las estructuras CaCO_3 son las que recogen los valores más grandes en dicha zona y las que se han mantenido más estables entre muestreos.
- En cuanto a la biomasa el material que ha producido los mayores valores es el de 3D superando en gran medida los valores calculados en la pared control.
- Las especies alóctonas encontradas en el último muestreo han disminuido respecto al primer muestreo.

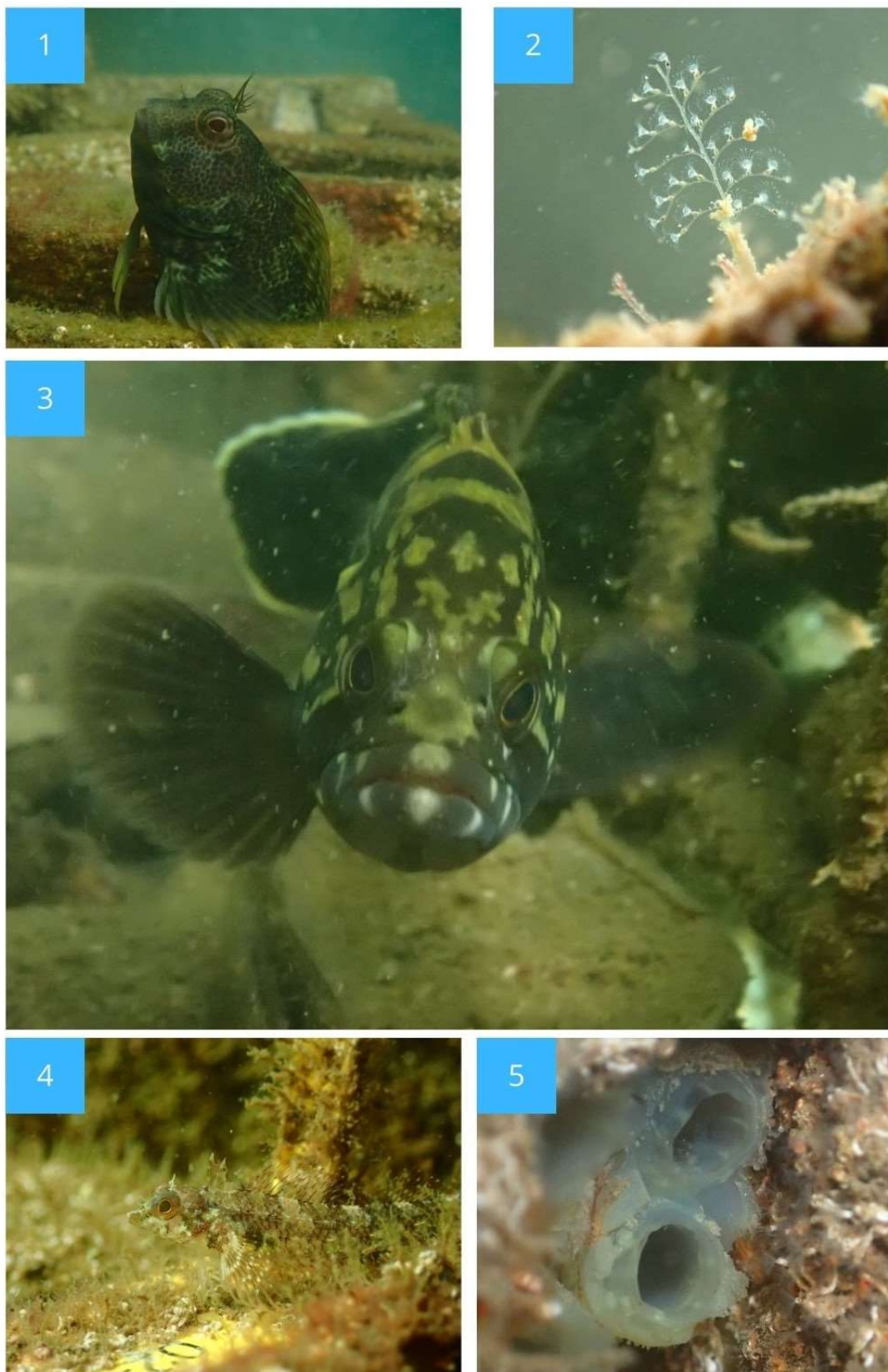


Imagen 3 – Selección de imágenes de especies encontradas en las estructuras durante los muestreos de septiembre y octubre.

1-*Parablennius pilicornis*, 2-*Obelia* sp, 3-*Epinephelus marginatus*, 4-*Tripterygion delaisi*, 5- *Ciona robusta*

Annexos

Tabla 3 – Inventario especies

Listado de las especies encontradas durante el conjunto de muestreos realizados. Fecha de observación de las especies en el monitoreo, zonas donde se han observado i nivel de presencia en función del número de avistamientos obtenidos durante los dos muestreos. Especies alóctonas marcadas con un *.

Grupo	Especies	Fecha de Observación	Método de observación	Zonas	Nivel de presencia
Algas marrones	Dictyota dichotoma	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	2	Dominante
Algas rojas	Ceramiales spp	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	1,2	Dominante
	Ellisolandia elongata	15/9/2023	Inspección visu	1,2	Rara
	Lithophyllum sp	15/9/2023	Inspección visu	1	Rara
Ascidias	Ascidacea sp	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	1,2	Esporadica
	Ciona robusta	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	1	Esporadica
	Botrylloides sp	15/9/2023	Inspección visu	1,2	Rara
	Botryllus schlosseri	15/9/2023	Inspección visu	1,2	Rara
	Diplosoma sp*	15/9/2023	Inspección visu	1,2	Rara
Briozoos	Crisia sp	15/9/2023	Inspección visu	1,2	Abundante
	Bugula neritina	15/9/2023	Inspección visu	1,2	Esporadica
	Briozoa indet.	17/10/2023	Inspección visu	2	Rara
	Celleporaria sp*	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	1,2	Dominante
	Schizoporella errata*	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	1,2	Dominante
	Watersipora sp*	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	1,2	Abundante
Crustáceos	Balanus sp	17/10/2023	Inspección visu	1	Rara
	Palaemon elegans	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	1	Rara
	Paguridae sp*	15/9/2023	Inspección visu	2	Rara
Esponjas	Leucosolenia sp	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	1,2	Esporadica

	Sycon raphanus	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	1,2	Esporadica
	Orange sponge indet.	15/9/2023	Inspección visu	2	Rara
	Crambe crambe	15/9/2023	Inspección visu	1,2	Rara
Hidrozoos	Eudendrium racemosum	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	1,2	Abundante
	Obelia sp	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	1,2	Abundante
Moluscos	Mytilus sp	15/9/2023	Inspección visu	2	Rara
	Ostrea sp	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	1,2	Abundante
	Anomia ephippium	15/9/2023	Inspección visu	1,2	Esporadica
Peces	Diplodus sargus	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	2	Abundante
	Diplodus vulgaris	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	2	Abundante
	Diplodus annularis	15/9/2023	Inspección visu	2	Rara
	Mullus surmuletus	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	2	Esporadica
	Epinephelus marginatus	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	2	Esporadica
	Gobius paganellus	17/10/2023	Inspección visu	1	Rara
	Gobius geniporus	15/9/2023	Inspección visu	1	Rara
	Tripterygion delaisi	17/10/2023	Inspección visu	2	Rara
	Oblada melanura	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	2	Abundante
	Parablennius pilicornis	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	2	Dominante
	Salaria pavo	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	1	Esporadica
	Sarpa salpa	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	2	Esporadica
	Symphodus tinca	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	2	Rara
	Chelon labrosus	15/9/2023	Inspección visu	1	Rara
	Parablennius rouxi	15/9/2023	Inspección visu	2	Esporadica
	Serranus scriba	15/9/2023	Inspección visu	2	Rara
	Tripterygion sp	15/9/2023	Inspección visu	2	Esporadica

	Sparus aurata	15/9/2023	Inspección visu	2	Rara
Poliquetos	Filograna sp	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	1,2	Dominante
	Spirobranchus triqueter	17/10/2023	Inspección visu	1,2	Esporadica
	Spirorbis sp	15/9/2023 17/10/2023	Inspección visu	1,2	Dominante