

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



PUERTO BANÚS



Ocean  
Ecostructures

Informe de Seguimiento – **Octubre 2023**



## Índice

---

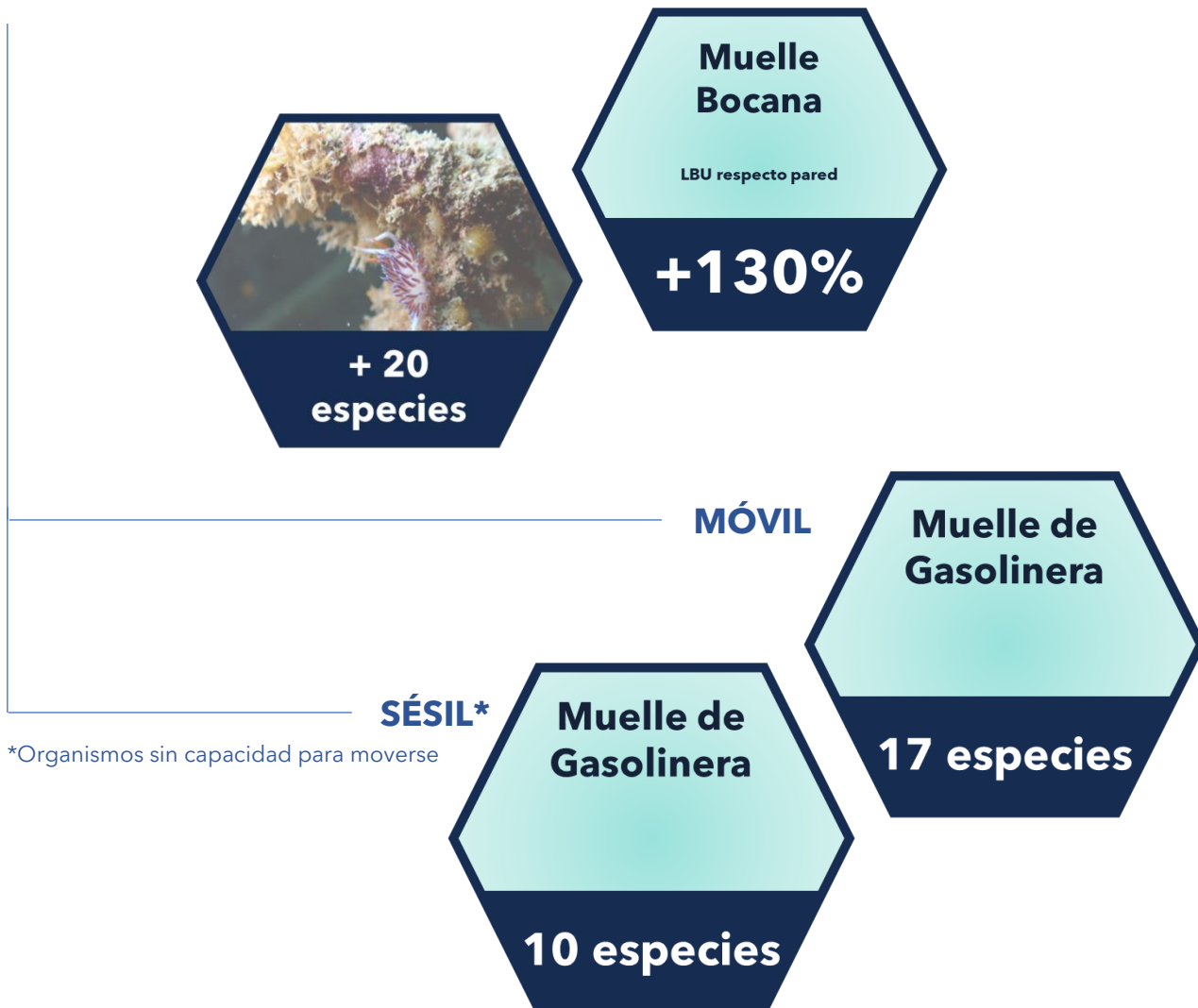
<b>Datos Destacados</b> .....	<b>3</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>Metodología</b> .....	<b>5</b>
Análisis de Biodiversidad .....	5
Análisis de Biomasa.....	6
Procedencia de los datos .....	6
<b>Resultados</b> .....	<b>6</b>
Estado general de las unidades de regeneración LBU. ....	6
Biodiversidad general.....	8
Biodiversidad de fauna móvil .....	14
Biodiversidad de organismos bentónicos o incrustantes .....	15
Número de especies en función de su estatus .....	17
Biomasa generada en las unidades LBU.....	19
Observaciones.....	22
<b>Conclusiones</b> .....	<b>23</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>24</b>

---

## Datos Destacados

Destacamos los siguientes datos de impacto en cuanto a Biodiversidad del Puerto José Banús, donde es visible la evolución positiva de los LBUs.

### BIODIVERSIDAD



\*Organismos sin capacidad para moverse



#### ESPECIES SEGÚN SU ORIGEN

- AUTÓTONAS
- ALÓTONAS
- Sin Datos

## 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 Puerto José Banús en noviembre de 2022. 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.

El presente informe refleja los resultados obtenidos una vez transcurridos los primeros 11 meses desde la introducción de los LBU en el medio. Las estructuras estudiadas (diez en total) se instalaron en las **3 localizaciones** del puerto representadas en la **Imagen 1**. La información del número de unidades de cada zona se recoge en la **Tabla 1**.



**Imagen 1 – Localización de cada Zona dentro del Puerto José Banús**

Se indican el número y tipo de LBU (*Life Boosting Units*) instaladas en cada Zona.

**Tabla 1 – Número de unidades instaladas en cada zona**

Zona	Puerto José Banús
<b>1 - Inauguración</b>	2
<b>2 - Bocana Interior</b>	4
<b>3 - Bocana Exterior</b>	4
<b>TOTAL</b>	10

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

A continuación, recogemos el proceso detallado de la recogida de muestras, información y tratamiento para el análisis de biodiversidad y de la biomasa en los LBUs.

### 1. *Análisis de Biodiversidad*

En el informe se diferenciará entre biodiversidad general, biodiversidad móvil y biodiversidad sésil (o incrustante). La biodiversidad general se entiende como la suma de la biodiversidad móvil y sésil.

Para realizar el inventario de las especies presentes en las LBUs observamos fauna móvil y organismos bentónicos mediante censos visuales de las estructuras, así como con la observación de muestras biológicas bajo lupa y/o microscopio. El censo visual se realizó mediante la inmersión de nuestros biólogos con equipo de escafandra autónomo. Cada unidad LBU es observada durante 15 minutos mientras se toma nota de las especies presentes; se ha establecido una duración fija del censo visual por unidad para estandarizar el esfuerzo de muestro y asegurar que se dedica el mismo tiempo a todas las LBUs.

Además, en cada unidad encontramos placas experimentales de  $10\text{cm}^2$  que están hechas del mismo material que las LBU. En cada monitoreo se extrae una placa por LBU que se observa posteriormente en el laboratorio bajo lupa.

## 2. Análisis de Biomasa

Para realizar el estudio de biomasa se utilizan las placas experimentales a las que se hace referencia anteriormente, ya que al presentar una superficie conocida ( $10\text{cm}^2$ ) se puede realizar un cálculo de extrapolación a la biomasa que se genera en las unidades LBU ( $1200\text{cm}^2$ ). 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 pasado 17 de octubre, y se han contrastado con los datos obtenidos en los muestreos del 7 de marzo y el 23 de mayo del 2023.

Durante el muestreo participaron Daniel Dobao y Laura Jané (biólogos). En el presente informe también se reflejan algunos datos históricos de las pasadas campañas para poder evaluar la evolución del proyecto. Dichas campañas fueron realizadas por Pol Ramis y Anna Lloveras (biólogos).

## **Resultados**

---

### **Estado general de las unidades de regeneración LBU**

Las comunidades crecidas en los LBU han mostrado un incremento en cuanto a biomasa acumulada y recubrimiento (**Imagen 2**), aumentando también la complejidad de los ensamblajes ecológicos establecidos.

Las especies más comunes encontradas en asociación con las unidades son las algas rojas del orden *Ceramiales* y la ascidia *Clavelina lepadiformis*. En el muestreo realizado en mayo se observó mayor abundancia de algunos peces, como *Chromis chromis* o varias especies del género *Diplodus*, pero en el muestro realizado en octubre se ha observado una disminución de estas especies móviles y un aumento de especies bentónicas como el hidrozoo *Eudendrium racemosum* y los poliquetos del género *Filograna*.



### **Imagen 2. – Estado general de las unidades LBU**

1: Imagen de las unidades LBU sumergidas en la Zona 1 tomadas con cámara subacuática durante el monitoreo in situ. En la imagen se observa dos unidades LBU de impresión 3D. 2: Individuo de *Maja crispata* encontrado en una unidad LBU de carbonato cálcico en la Zona 2.

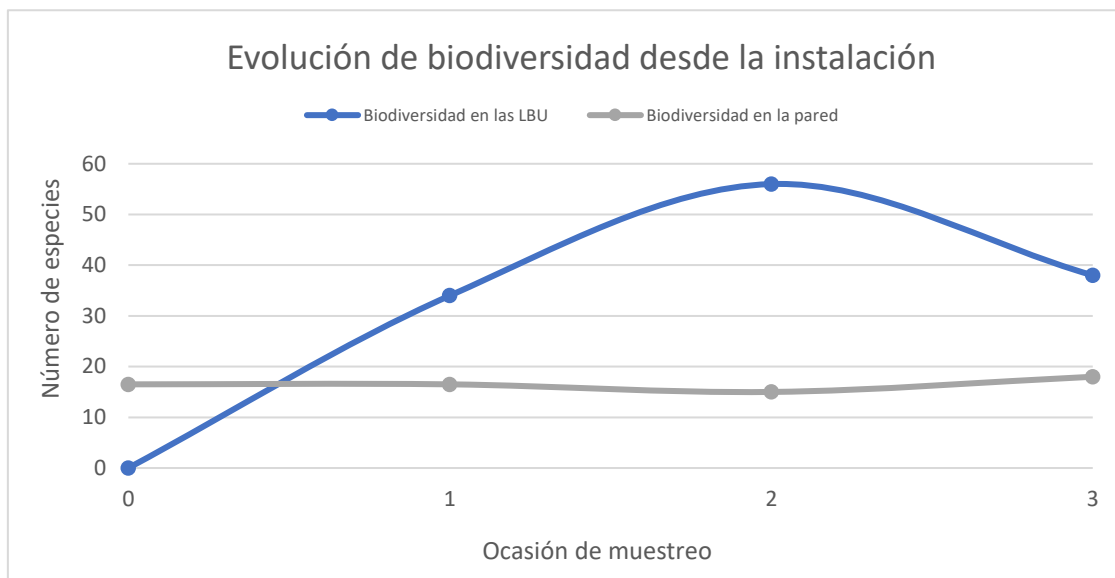
## Biodiversidad general

La evolución de la biodiversidad en el entorno global del puerto se muestra en la **Figura 1**, donde, a pesar de la disminución producida en octubre, se puede observar la tendencia a la alza de la biodiversidad específica. Ya en el primer muestreo (realizado el 7 de marzo, a los 4 meses de la instalación de las unidades) las LBU mostraban aproximadamente un 51% más de biodiversidad que la pared. Después, durante el muestreo de mayo, la biodiversidad de las LBU era un 73% superior que la pared (56 especies en las LBU y 15 en la pared). Finalmente, durante octubre, las LBUs han presentado un 53% más de biodiversidad que las paredes (38 especies en las unidades y 18 en la pared).

La cifra reportada durante octubre supone un descenso respecto el valor observado en mayo (18 especies menos en el muestreo de octubre). Por el contrario, en la pared se ha observado un ligero aumento en el número de especies (aumento de 3 especies). Aun y así, las diferencias observadas en la pared son debidas a especies móviles de ictiofauna, de manera que puede ser que ciertas especies no se detectaran anteriormente pero si estuvieran ahí. Esto puede ser debido al momento del día en el que se efectúa el muestro y a los propios ciclos de los organismos. De todas maneras, el incremento es solamente de 3 especies, lo cual no es significativo. Algunos taxones han sido detectados por primera vez (como *Epinephelus marginatus*, *Cratena peregrina* o *Maja crispata*) mientras que otros que se observaron en muestreos anteriores no han aparecido esta vez (como *Coris julis* o *Lithophyllum sp*). Esto implica que las comunidades experimentan un proceso de sucesión dinámica, en el que nuevas especies reemplazan a las existentes, o las LBUs atraen a nuevas especies debido al aumento en la complejidad biológica de las comunidades dentro de las unidades.

Al final de este apartado, en la **Tabla 2**, se encuentra una lista de las especies observadas durante el muestro del mes de octubre.

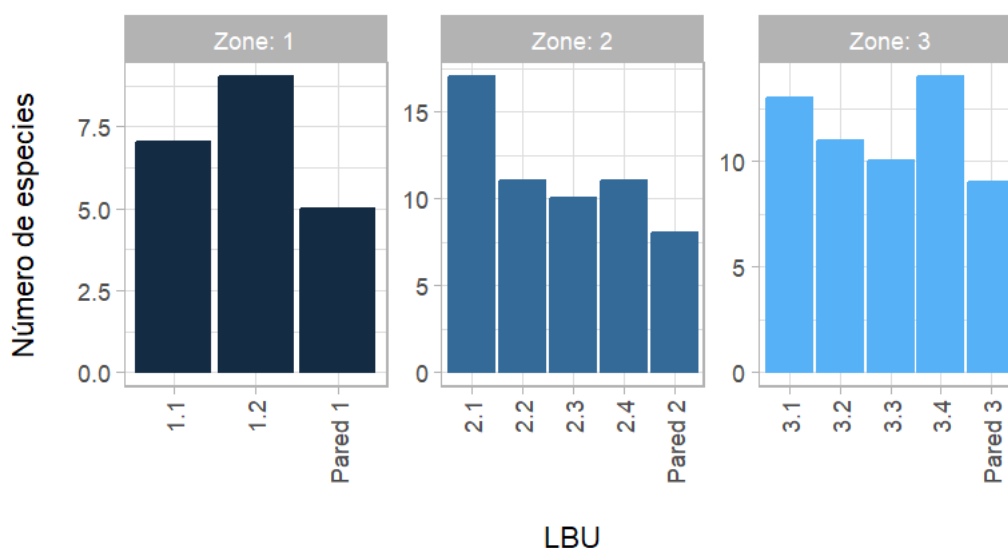




**Figura 1 – Evolución de la biodiversidad general en las LBU del Puerto José Banús**

Riqueza de especies encontradas en el puerto. Se distingue la biodiversidad en las LBUs (línea azul) y la biodiversidad en las paredes del puerto, a forma de control (línea gris). Es importante remarcar que el valor de biodiversidad en la pared al momento 0 y 1 es una aproximación realizada calculando el promedio de especies encontradas en la pared de los muestreos realizados posteriormente.

### Biodiversidad por LBU y Zona



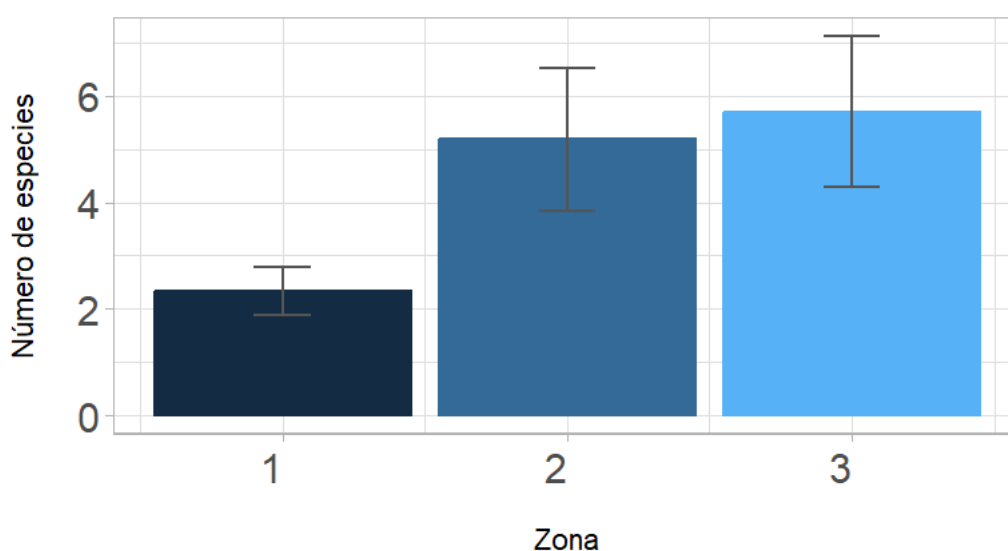
**Figura 2 – Biodiversidad general por LBU y Zona**

Riqueza de especies encontradas en cada LBU. Cada zona está en una caja independiente y tiene un color diferente.

En la **Figura 2** podemos observar la biodiversidad encontrada en cada LBU, donde se refleja una riqueza de especies superior en las LBU que en la pared en todas las zonas. El caso más notable es la unidad 2.1, donde la biodiversidad de la LBU es un 142% superior que la pared control contigua. El siguiente caso donde hay mayor diferencia es la LBU 1.2, donde encontramos un 60% más de especies que en la pared control.

La Zona 3 tiene en promedio más riqueza de especies que el resto de zonas, aunque la Zona 2 la sigue muy de cerca. La Zona 1, por el contrario, se aleja de ambas, teniendo un 200% menos de especies que la Zona 3 (**Figura 3**). Estos resultados son esperables ya que las zonas 2 y 3 se encuentran en la bocana y están en contacto con un mayor flujo de agua. La Zona 1, en cambio, se encuentra en el interior del puerto y está en contacto con aguas más estancadas que no experimentan tanta renovación.

Promedio de especies en cada zona



**Figura 3.** - Promedio de biodiversidad móvil en cada zona del Puerto José Banús

Riqueza de especies encontradas en cada Zona. Se distinguen las zonas por los diversos colores.

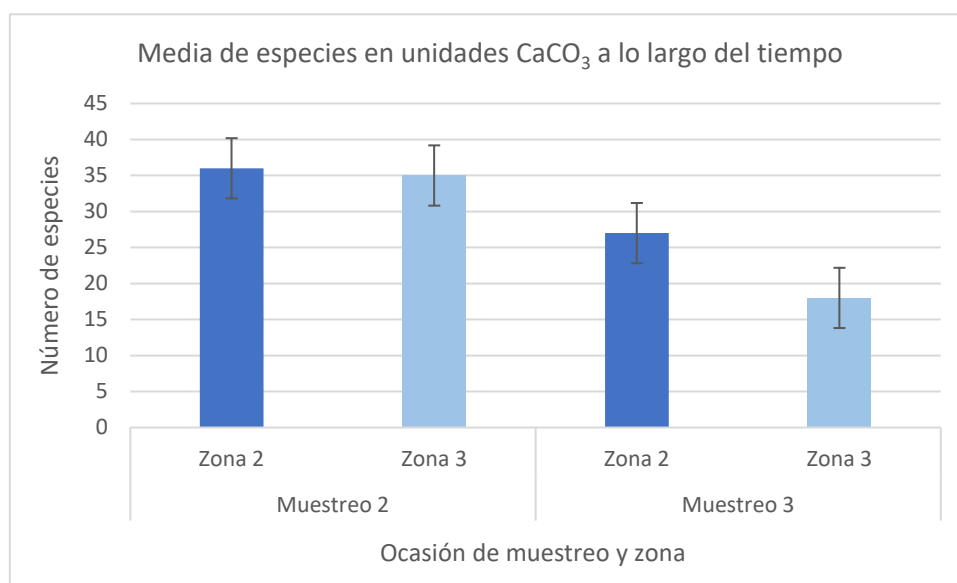
En la **Figura 4** podemos encontrar los datos agregados de todos los nuestros de la media de especies en cada zona en función de su material. Es importante mencionar que solo se incluyen datos del segundo y tercer muestreo.

En las figuras se observa como la biodiversidad disminuye del muestreo 2 al 3 tanto para las estructuras 3D como para las de CaCO<sub>3</sub>. En el caso de la pared podemos ver

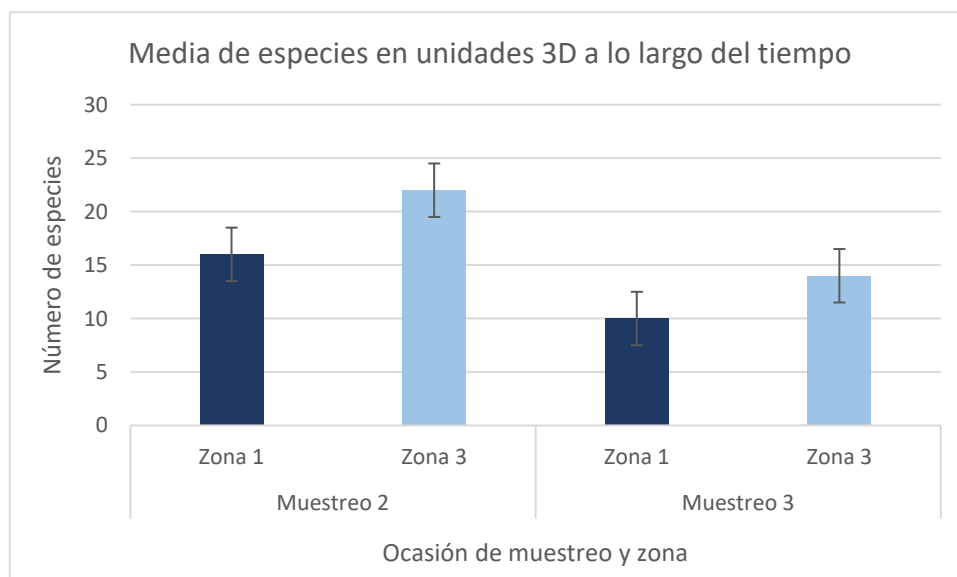
un aumento en la riqueza de especies en la zona 2. Estos datos concuerdan con la variación estacional producida al pasar del verano al otoño, en que debido al cambio en las condiciones ambientales se produce una disminución de especies.

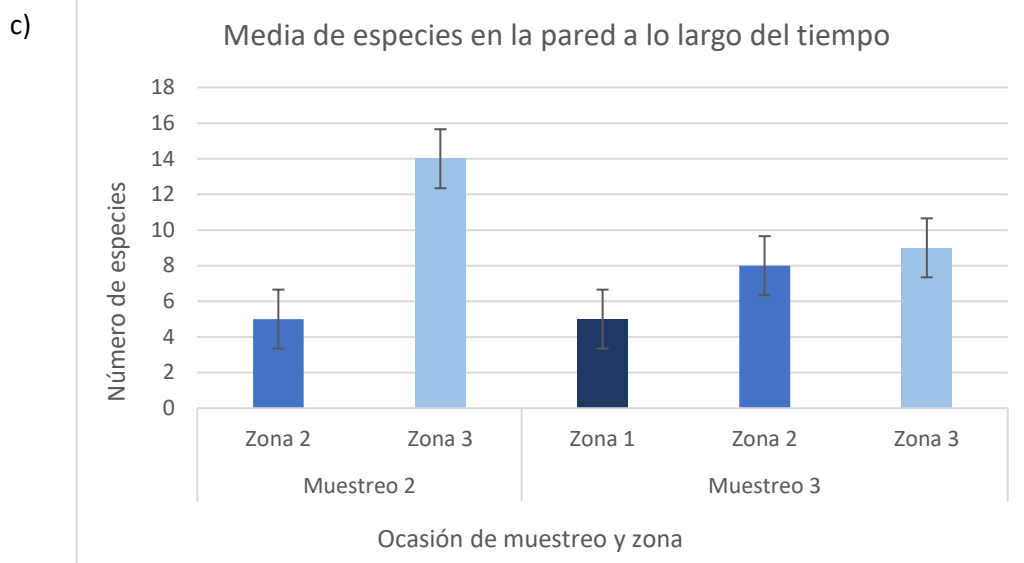
Durante el periodo de máxima biodiversidad registrado (23 de mayo de 2023), la zona con valores máximos en las unidades de carbonato de calcio es la Zona 2, y la zona con valores máximos en las unidades 3D es la Zona 3.

a)



b)





**Figura 4 - Promedio de biodiversidad en función de la zona, material y ocasión de muestreo**

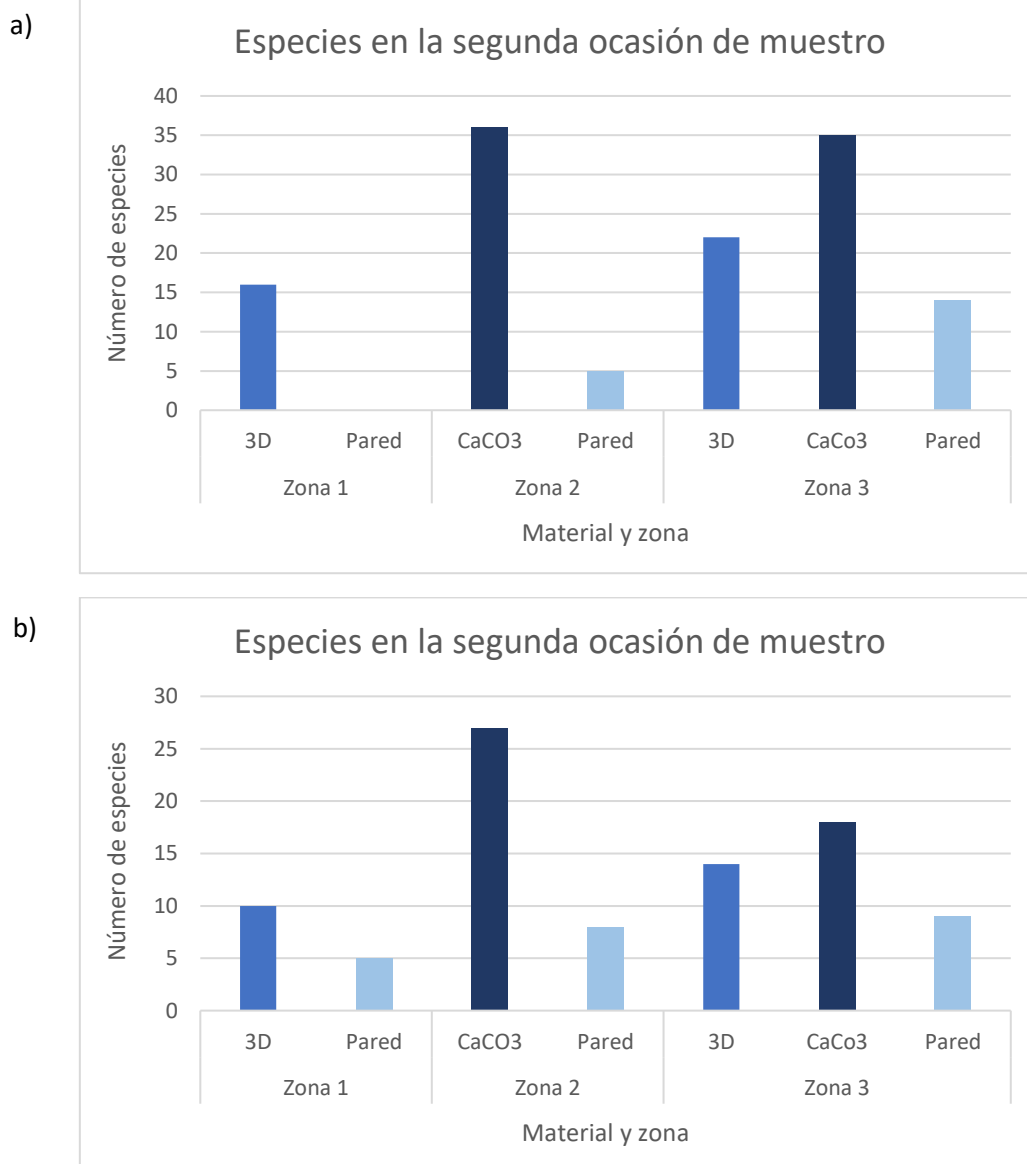
Riqueza de especies encontradas en cada Zona según el material del LBU: a)  $\text{CaCO}_3$ , b) 3D y c) pared. Se distinguen las zonas en función del color.

Si comparamos los valores máximos obtenidos, vemos que el material que más biodiversidad ha generado es el  $\text{CaCO}_3$  (promedio de 29 especies por unidad), seguido de las unidades de 3D con un promedio de 15 especies por unidad y finalmente la pared del Puerto, con un promedio de 6 especies.

Aunque no hay diferencias significativas y sabiendo que hay otros factores, como la ubicación de los LBU's en el propio Puerto, las unidades de  $\text{CaCO}_3$  generan un 93% más de biodiversidad que las unidades 3D y un 380% más de biodiversidad que las paredes control.

La zona que peor funciona es la Zona 1, que no solo tiene los valores más bajos de biodiversidad en las estructuras 3D sino también en la propia pared del Puerto.

En la **Figura 5** podemos observar la biodiversidad específica de cada material, en cada zona y ocasión de muestreo.



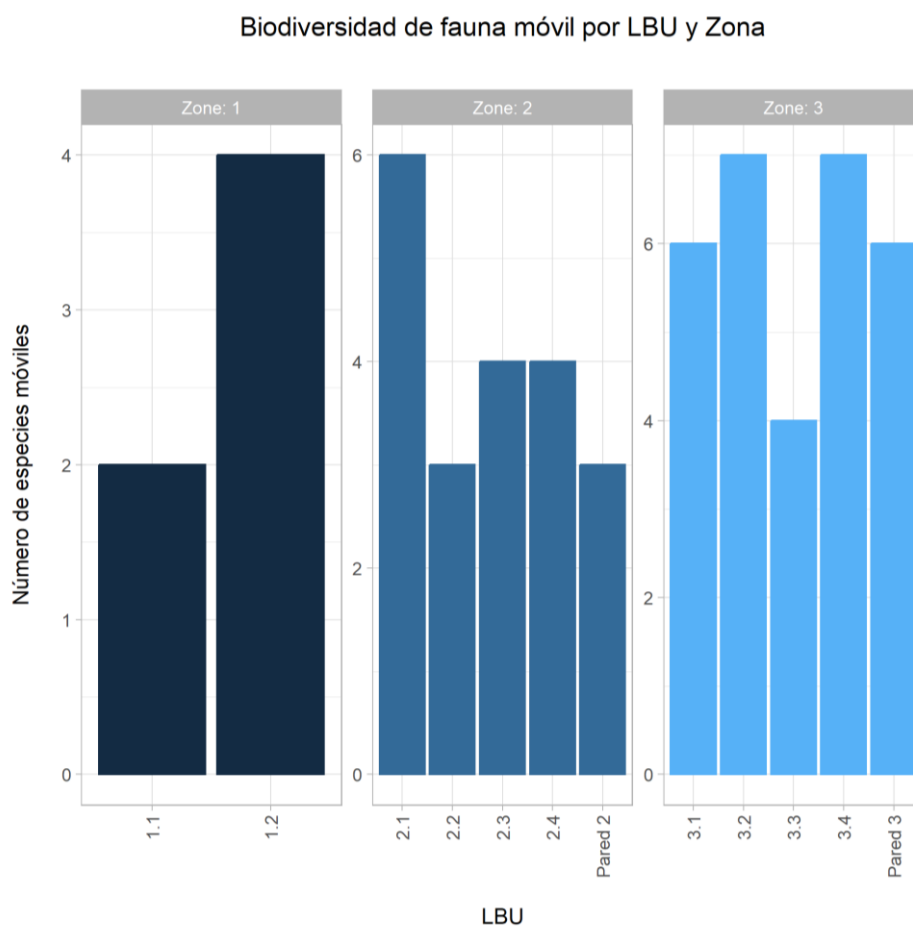
**Figura 5 Biodiversidad en función de la ocasión de muestreo, el material y la zona**

Riqueza total de especies encontradas en las unidades LBU en función del muestreo, material y zona: a) Segunda ocasión de muestreo y b) Tercera ocasión de muestreo. Los materiales se diferencian por colores

La biodiversidad sufre una disminución del segundo al tercer muestreo, hecho que ya se ha explicado anteriormente y que concuerda con la variación estacional. Aun y así, las estructuras de CaCO<sub>3</sub> de la Zona 2 son las que mejor se han mantenido, con un cambio de solamente 9 especies (hemos pasado de tener 36 especies a 27). Por contra, aun y haberse observado un descenso en la biodiversidad de las LBU's, también se ha observado en la pared control, que ha bajado de la misma manera y se ha mantenido con una riqueza de especies inferior a la encontrada en las unidades.

## Biodiversidad de fauna móvil

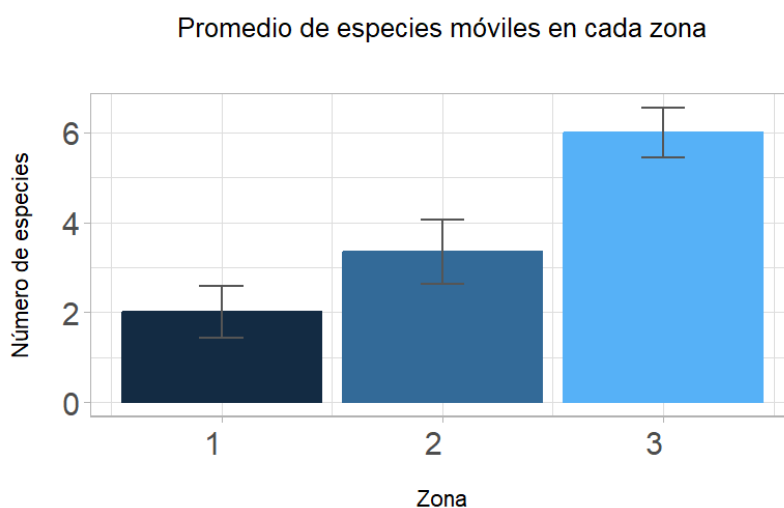
La biodiversidad móvil encontrada en cada LBU se refleja en la **Figura 6**. Si analizamos la figura, podemos observar que, la biodiversidad de las unidades LBU es mayor que la de la pared control. Encontramos una excepción en la zona 2 y otra en la zona 3 en que el número de especies es igual en el LBU y la pared, y otra excepción en la zona 3, donde el número de especies en la LBU es menor que en la pared. El caso más notable es **la unidad 1.2, donde la biodiversidad de la LBU es un 400% superior que la pared control** contigua, aunque esto se debe a que no se encontraron especies móviles en la pared. El siguiente caso donde hay mayor diferencia es **la LBU 2.1, donde encontramos un 50% más de especies móviles que en la pared control**. Además, esta unidad es la que presenta **un mayor número de especies** observadas durante este muestro (**17 especies**, frente a las 8 encontradas en la pared).



**Figura 6 – Biodiversidad móvil específica en cada LBU del Puerto José Banús**

Riqueza de especies móviles encontradas en cada LBU. Cada zona está en una caja independiente y tiene un color diferente. En la Zona 1 no aparecen datos de pared porque no se encontró ninguna especie móvil.

En cuanto al promedio de biodiversidad por zona (**Figura 7**) podemos observar como la Zona 3 supera al resto. Concretamente, la Zona 3 tiene más de un 80% de biodiversidad que la Zona 2 y aproximadamente un 200% más de biodiversidad que la Zona 1.



**Figura 7 - Promedio de biodiversidad móvil en cada zona del Puerto José Banús**

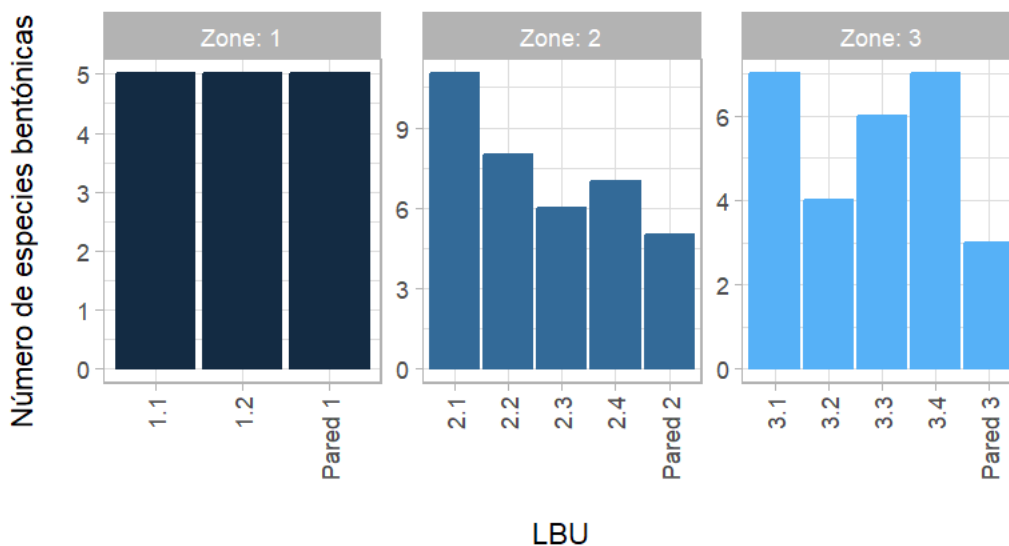
Riqueza de especies encontradas en cada Zona. Se distinguen las zonas por los diversos colores.

### **Biodiversidad de organismos bentónicos o incrustantes**

La biodiversidad bentónica encontrada en cada LBU se refleja en la **Figura 8**, donde podemos observar que, a excepción de la Zona 1, todas las Zonas presentan mas biodiversidad en las estructuras LBU que en la pared. En la Zona 1 hemos observado la misma biodiversidad en ambas estructuras y en la pared, lo cual no es negativo, pero puede ser indicativo de que esta zona es menos productiva, posiblemente debido a la localización (dentro del puerto en lugar de en la bocana, como las otras dos zonas). Las zonas 3.1 y 3.4 muestran el mayor incremento de especies, teniendo un 130% más de especies que la pared control.

En cuanto al promedio de biodiversidad por zona (**Figura 9**) podemos observar cómo la Zona 2 supera al resto. Concretamente, la Zona 2 tiene más de un 37% de biodiversidad que la Zona 3 y más de 122% de biodiversidad que la Zona 1.

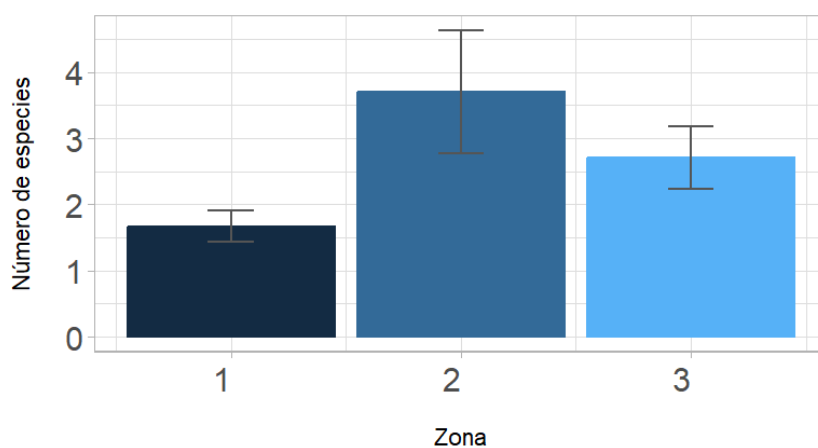
### Biodiversidad de especies bentónicas por LBU y Zona



**Figura 8 – Biodiversidad móvil específica en cada LBU del Puerto José Banús**

Riqueza de especies bentónicas encontradas en cada LBU. Cada zona está en una caja independiente y tiene un color diferente. En la Zona 1 se encontró el mismo número de especies en ambas LBU y en la pared control.

### Promedio de especies bentónicas en cada zona



**Figura 9 – Promedio de biodiversidad móvil en cada zona del Puerto José Banús**

Riqueza de especies bentónicas encontradas en cada Zona. Cada zona está en una caja independiente y tiene un color diferente.

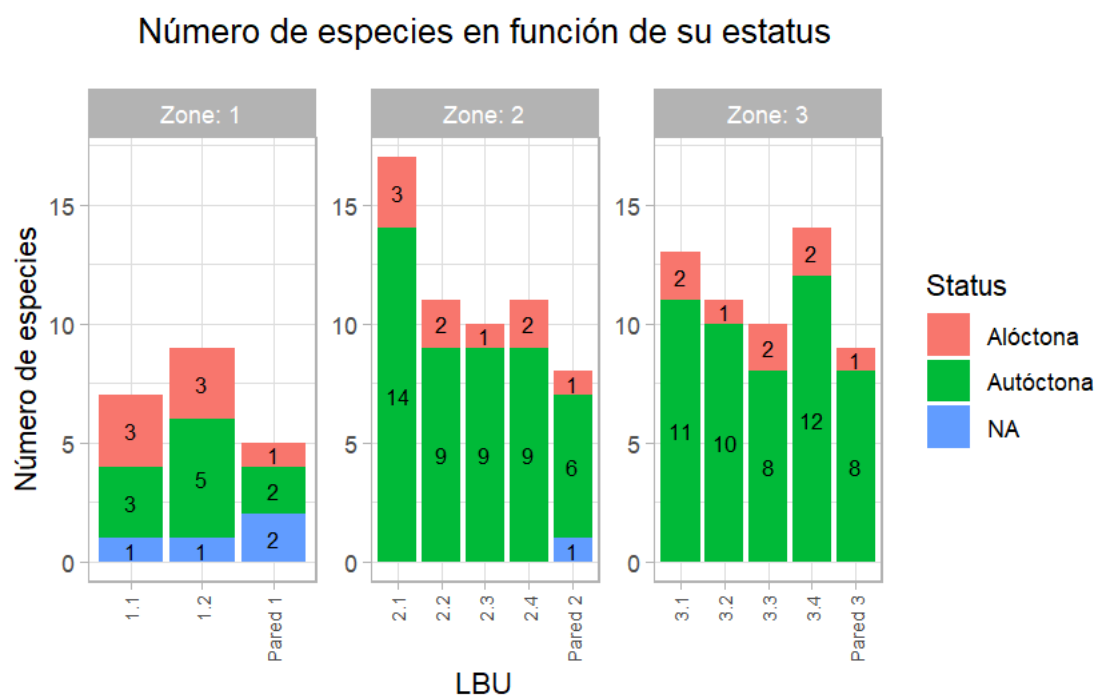


## Número de especies en función de su estatus

Uno de los datos más relevantes que obtenemos de la biodiversidad es el estatus de las especies en el Mar Mediterráneo, en función de si son autóctonas, alóctonas o si no se tienen suficientes datos para ser clasificadas. En la **Figura 10** podemos observar que todas las LBU y todas las paredes control presentan especies alóctonas y que éstas se acumulan en mayor medida en las LBU, aunque este resultado es coherente ya que en las LBU hay mayores agregaciones de biodiversidad que en las paredes control.

Las Zonas 2 y 3 presentan el mismo número de especies autóctonas por LBU (10,25), mientras que la Zona 2 presenta mayor número de especies alóctonas por LBU que la Zona 3 (2 y 1,75 respectivamente). La Zona 1, en cambio, presenta solamente una media de 4 especies autóctonas y 3 especies alóctonas por LBU, siendo la zona con una ratio más alta de especies alóctonas por LBU.

Las especies alóctonas más comunes han sido la ascidia *Clavelina lepadiformis* y los poliquetos del género *Spirorbis sp.*, que también han sido observadas en otros puertos de la costa española. Son especies totalmente integradas con el medio y no suponen un riesgo para los organismos autóctonos que están colonizando las estructuras. En la **Tabla 3** se muestra un resumen de todas las especies alóctonas encontradas por zona.



**Figura 10 – Biodiversidad en función del status de cada especie en las 3 zonas del Puerto José Banús**

Presencia de especies autóctonas y alóctonas en cada LBU, dividido por zonas. Las especies incluidas en el grupo NA no han podido ser identificadas a nivel de género y por ello no es posible conocer su status.

**Tabla 2 – Inventario especies**

Listado de las especies encontradas durante el muestreo realizado en el mes de octubre. Las especies no autóctonas quedan representadas con un asterisco (\*) al lado de su nombre científico.

<b>Especies</b>			
<b>Algas marrones</b>	Brown algae indet sp1	<b>Moluscos</b>	Cratena peregrina
<b>Algas rojas</b>	Ceramiales sp		Mytilus galloprovincialis
<b>Ascidias</b>	Ciona sp*		Ostreidae sp
	Styela plicata*		Flabellina affinis
	Clavelina lepadiformis*		Hexaplex trunculus
	Crisia sp		Maja crispata
<b>Briozoos</b>	Schizobrachiella sp	<b>Peces</b>	Chromis chromis
	Schizoporella sp*		Diplodus annularis
	Watersipora sp*		Diplodus vulgaris
<b>Crustáceos</b>	Balanidae sp		Oblada melanura
<b>Esponjas</b>	Crambe crambe		Parablennius pilicornis
<b>Hidrozoos</b>	Eudendrium racemosum		Parablennius rouxi
<b>Poliquetos</b>	Filograna sp		Serranus scriba
	Bonellia viridris		Symphodus tinca
	Polycirrus sp*		Thalassoma pavo
	Spirobranchus triqueter		Diplodus sargus
	Spirorbis sp*		Apogon imberbis
	Serpula vermicularis		Diplodus cervinus
			Epinephelus marginatus
			Tripterygion sp

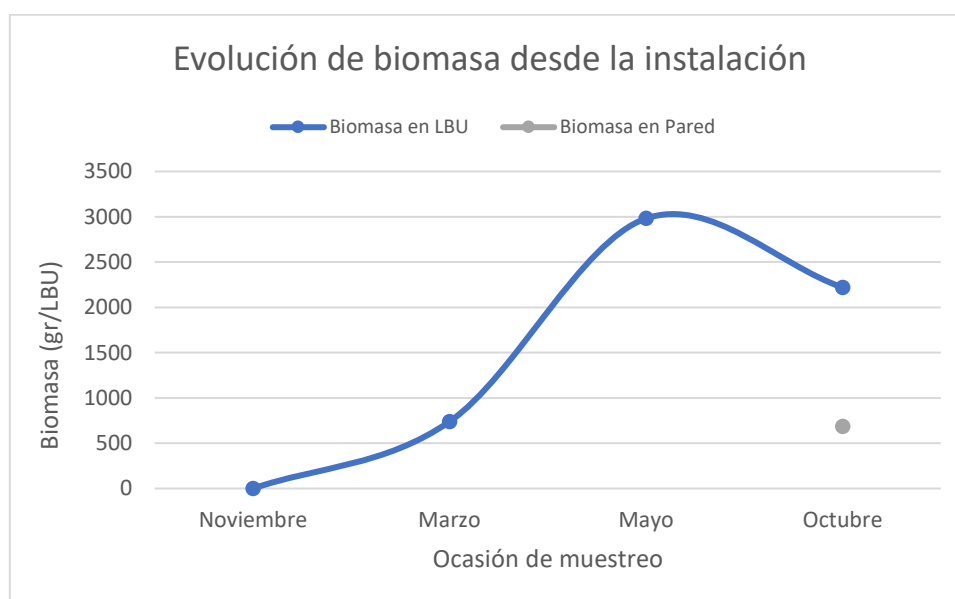
**Tabla 3 – Inventario especies alóctonas**

En la siguiente tabla se recoge la información de qué especies alóctonas que se encontraron en cada zona estudiada durante el muestreo realizado el 17 de octubre de 2023.

<b>Zona</b>	<b>Especies alóctonas</b>	<b>Número de especies alóctonas</b>
Zona 1	<i>Polycirrus sp</i>	3
	<i>Ciona sp</i>	
	<i>Watersipora sp</i>	
Zona 2	<i>Clavelina lepadiformis</i>	2
	<i>Styela plicata</i>	
Zona 3	<i>Clavelina lepadiformis</i>	2
	<i>Styela plicata</i>	

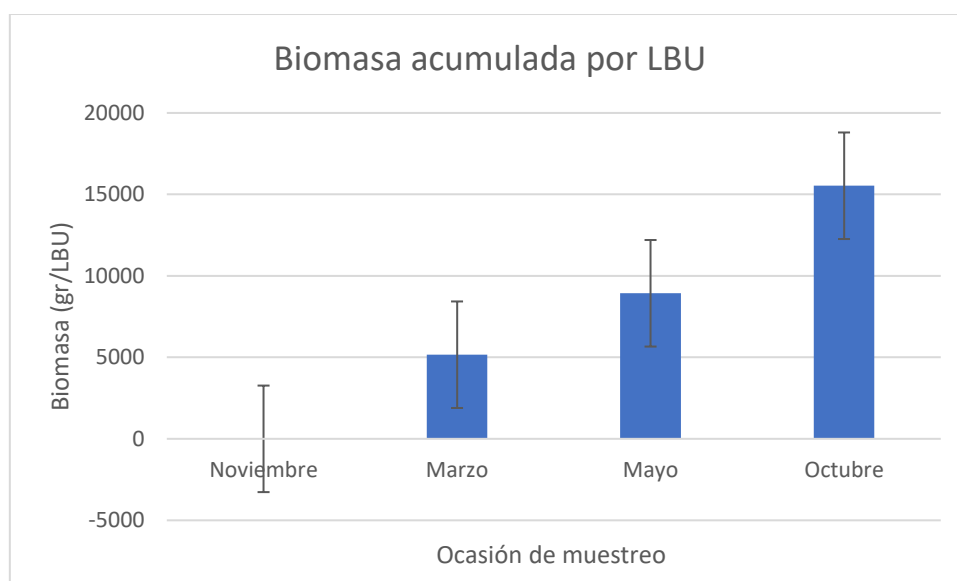
## Biomasa generada en las unidades LBU

La biomasa observada de forma general en las diferentes estructuras LBU (**Figura 11**) ha disminuido desde el último monitoreo realizado en mayo. Aun y así, los datos de biomasa observados en las LBU son un 225% superiores a los observados en la pared, lo cual demuestra que a pesar de haber sufrido una disminución en la biomasa, la tendencia generalizada es al alza. Hay que tener en cuenta que la biomasa no siempre se acumula en una tasa similar, las variaciones estacionales afectan a la biomasa encontrada en un momento determinado. La **Figura 12** muestra los valores de biomasa acumulada desde la instalación de las LBU (expresada en peso seco) y los resultados reflejan la acumulación continua. Este incremento se debe al aumento de densidad de individuos, así como al aumento de su tamaño y podemos ver como en tan solo 5 meses hemos pasado de **8,3kg/LBU** a **15,5kg/LBU**. Con este dato podemos estimar la **producción del conjunto de los 10 LBU instalados en el Puerto José Banús**, que ha sido de **155kg**, muy por encima de la productividad global observada en mayo, **89kg**.



**Figura 1.1 – Evolución de la biodiversidad general en las LBU del Puerto José Banús**

Peso de la materia orgánica encontrada en los LBU. Se distingue la biomasa en las LBUs (línea azul) y la biomasa en las paredes del puerto, a forma de control (punto gris). Es importante remarcar que el valor de biomasa en la pared solo se ha empezado a calcular a partir del muestreo realizado en octubre.

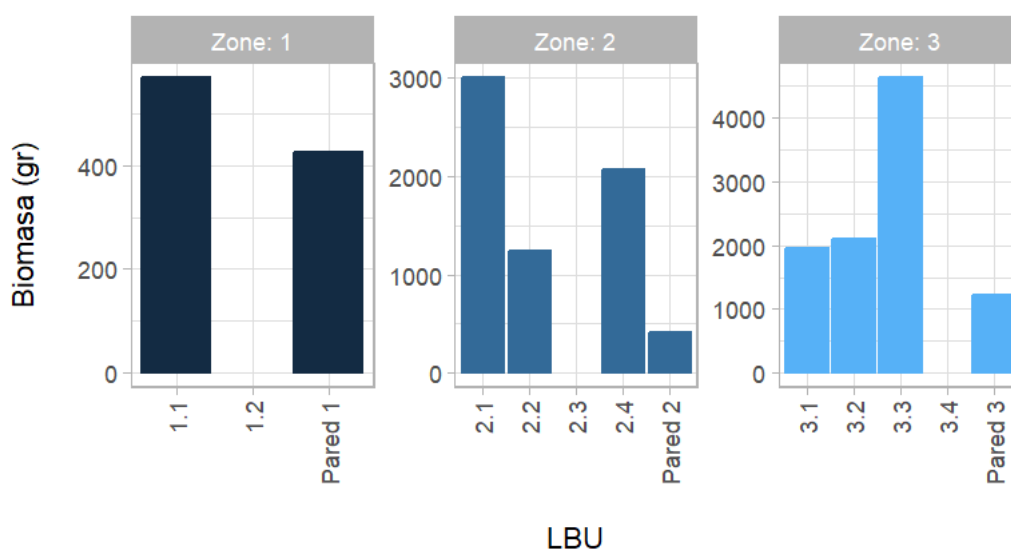


**Figura 12. – Evolución de la biodiversidad general en las LBU del Puerto José Banús**

Biomasa acumulada en las estructuras LBU desde su instalación. Cada valor representa la suma de todos los muestreos realizados hasta el momento.

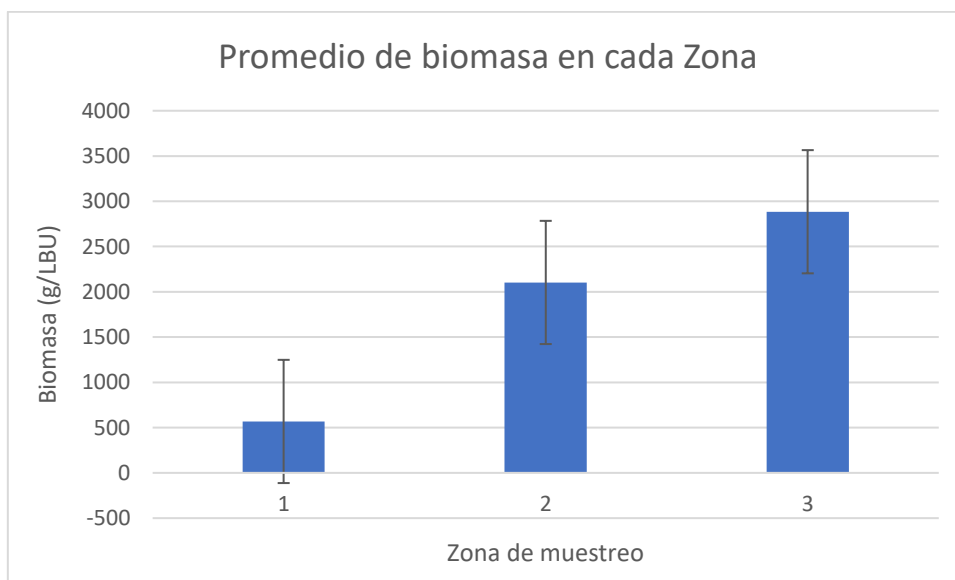
La biomasa encontrada en cada LBU se refleja en las **Figuras 13 y 14**, donde podemos observar que todas las LBU presentan mayor biomasa que la pared control con gran diferencia. La Zona 3 presenta una mayor biomasa, con una media 2885g/LBU, aunque gran parte de esta cantidad proviene de la estructura 3.3 (carbonatada), que supera con creces a todas las demás. La Zona 2 sigue con una media de 2014g/LBU y en este caso podemos ver mayor variabilidad entre las LBU, siendo la 2.1 (carbonatada) la que presenta mayor biomasa. Finalmente está la Zona 1, que presenta una media de 568g/LBU, aunque en este caso solo se ha podido obtener datos del LBU 1.1 (3D).

### Biomasa por LBU y Zona



**Figura 13 – Biomasa encontrada en cada LBU del Puerto José Banús**

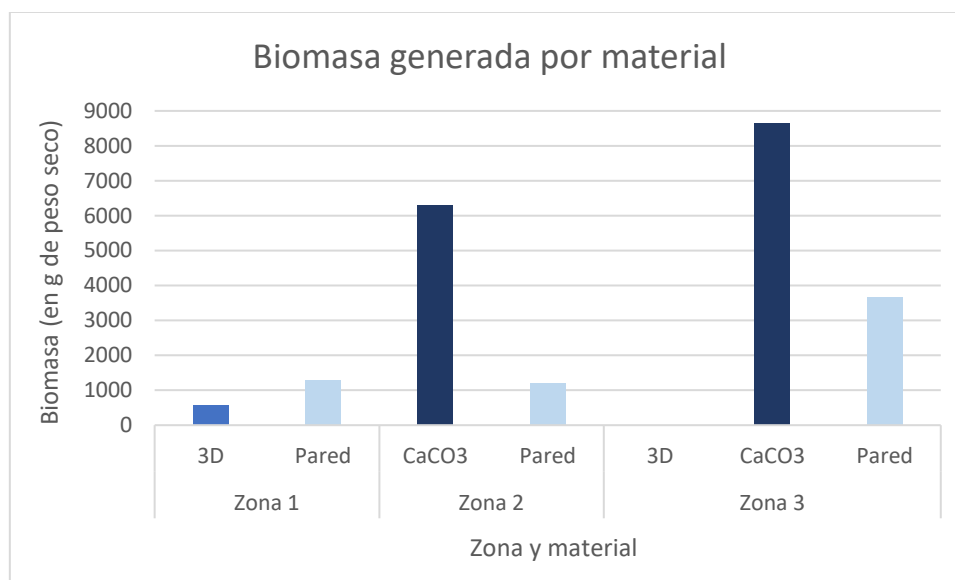
Biomasa acumulada en las estructuras LBU y la pared control en el momento del muestreo en octubre. Cada valor representa los gramos de materia orgánica por LBU. Las zonas 1.2, 2.3 y 3.4 no pudieron ser muestreadas en esta ocasión.



**Figura 14 – Promedio de biomasa encontrada en cada Zona del Puerto José Banús**

Promedio de la biomasa observada en cada Zona del Puerto en el momento del muestreo en octubre.

Cuando analizamos la biomasa por zona y material vemos que las unidades de carbonato cálcico son las que han acumulado mayor biomasa, siendo la de la Zona 3 la más rica (**Figura 15**). Los datos de 3D son incompletos porque para la Zona 3 no se pudo extraer una muestra. Por otro lado, en la Zona 1 se observa menor biomasa en la unidad LBU que la pared control. Aunque no es una diferencia significativa estamos pendientes de ver como evoluciona.



**Figura 15 – Biomasa generada en las 3 zonas en función del material**

En la figura se representa la biomasa generada de cada material en las zonas estudiadas.

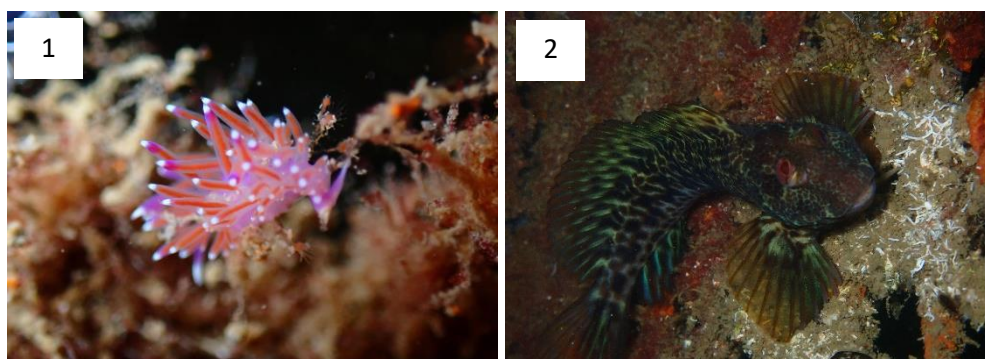
### Observaciones

En el monitoreo realizado en octubre se observó que una de las LBU estaba parcialmente expuesta fuera del agua. A pesar de que esto ha sucedido debido a la bajada del nivel del agua y que no era lo que estaba previsto inicialmente, el equipo de Ocean Ecostructures considera que es una buena oportunidad para estudiar las especies intermareales y el potencial que tiene esta estructura para colonizar especies diferentes con respecto de las demás LBU. Por ello, se ha concluido que el LBU se mantendrá como está y que se irá monitoreando juntamente con el resto de las estructuras.

## Conclusiones

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

- La **biodiversidad identificada en las unidades es mayor que la biodiversidad en las paredes del puerto** (que actúan como unidad de control). Este aumento de biodiversidad ocurre tanto a nivel global del puerto como a nivel individual de cada zona y unidad LBU.
- La **Zona 2** es la que **presenta mejores resultados** en biodiversidad, en que todas las estructuras LBU presentan valores superiores a los observados para la pared control. Aun y así, el caso más extremo se encuentra en la Zona 3, en la **unidad 3.4**, donde la **biodiversidad bentónica es un 133% superior respecto al control** y la **biodiversidad de fauna móvil es un 16% superior al control**.
- En cuanto a la biomasa, podemos decir que las **unidades CaCO<sub>3</sub>** están teniendo una **respuesta muy positiva** ya que están generando más biomasa que las paredes control.
- La **Zona 3** es la que presenta mejores resultados, siendo la zona donde se ha observado una mayor acumulación, con un **37% más de biomasa que la Zona 2 y un 407% más que la Zona 1**.
- En cuanto a 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.



**Imagen 3 – Primera observación de dos nuevas especies en el Puerto José Banús**

1: Se observa un individuo del nudibranquio *Flabellina affinis*. 2: Se observa un individuo de *Epinephelus marginatus*.

## Anexos

Tabla 4 – Inventario detallado de las especies

En la tabla se recoge información más específica de cada especie, en concreto: grupo (a que grupo filogenético pertenecen), especie (nombre científico de la especie), fecha de observación, método de observación, las zonas donde se ha observado la especie y nivel de presencia (rara, esporádica, abundante o dominante). Las especies con un asterisco (\*) se consideran alóctonas.

Grupo	Especie	Fecha de observación	Método de observación	Zonas	Nivel de presencia
<b>Algas marrones</b>	Brown algae indet sp1	23/05/2023 17/11/2023	Inspección visu	1, 2, 3	Dominante
	<i>Halopteris scoparia</i>	23/05/2023	Inspección visu	3	Rara
	<i>Rugolopteryx okamurae</i>	23/05/2023	Inspección visu	2, 3	Esporádica
	<i>Colpomenia sinuosa</i>	23/05/2023	Inspección visu	2, 3	Rara
<b>Algas rojas</b>	<i>Ceramiales spp</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección visu	1, 2, 3	Dominante
	<i>Lithophyllum sp</i>	23/05/2023	Inspección visu	3	Rara
<b>Algas verdes</b>	<i>Cladophora vagabunda</i>	23/05/2023	Inspección visu	3	Rara
<b>Ascidias</b>	<i>Ciona sp*</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección visu	1, 2, 3	Dominante
	<i>Clavelina lepadiformis*</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección visu	2, 3	Abundante
	<i>Crisia sp</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección visu	1, 2, 3	Abundante
	<i>Styela plicata*</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección visu	2	Rara
<b>Antozoo</b>	<i>Aiptasia sp</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección visu	3	Rara
	<i>Oculina patagonica</i>	23/05/2023	Inspección visu	3	Rara
<b>Artrópodos</b>	<i>Calcinus tubularis</i>	23/05/2023	Inspección visu	3	Rara
<b>Briozoos</b>	<i>Schizobrachiella sp</i>	17/11/2023	Inspección visu	2	Rara
	<i>Schizoporella errata*</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección visu	1, 2, 3	Abundante
	<i>Botryllus sp</i>	23/05/2023	Inspección visu	3	Rara
	<i>Bugula neritina</i>	23/05/2023	Inspección visu	2	Rara
	<i>Celleporaria sp*</i>	23/05/2023	Inspección visu	2, 3	Esporádica



	<i>Savignyella lafontii</i>	23/05/2023	Inspección visu	2	Esporádica
	<i>Watersipora sp*</i>	17/11/2023	Inspección visu	1, 3	Esporádica
<b>Crustáceos</b>	<i>Balanidae sp</i>	17/11/2023	Inspección visu	2, 3	Esporádica
<b>Esponjas</b>	<i>Crambe crambe</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección visu	2, 3	Esporádica
	<i>Sycon raphanus</i>	23/05/2023	Inspección visu	2, 3	Rara
	<i>Leucosolenia sp</i>	23/05/2023	Inspección visu	2	Rara
<b>Hidrozoos</b>	<i>Eudendrium racemosum</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección visu	1, 2, 3	Dominante
	<i>Ectopleura crocea</i>	23/05/2023	Inspección visu	2	Rara
<b>Moluscos</b>	<i>Flabellina affinis</i>	17/11/2023	Inspección visu	3	Rara
	<i>Hexaplex trunculus</i>	17/11/2023	Inspección visu	2, 3	Esporádica
	<i>Maja crispata</i>	17/11/2023	Inspección visu	2	Rara
	<i>Cratena peregrina</i>	17/11/2023	Inspección visu	3	Rara
	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección visu	1, 2, 3	Abundante
	<i>Calliostoma sp</i>	23/05/2023	Inspección visu	2	Rara
	<i>Stramonita haemastoma</i>	23/05/2023	Inspección visu	3	Rara
	<i>Ostreidae sp</i>	17/11/2023	Inspección visu	2, 3	Esporádica
<b>Peces</b>	<i>Chromis chromis</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección visu	2, 3	Esporádica
	<i>Coris julis</i>	23/05/2023	Inspección visu	1	Rara
	<i>Diplodus cervinus</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección visu	2, 3	Abundante
	<i>Diplodus annularis</i>	17/11/2023	Inspección visu	1	Rara
	<i>Diplodus sargus</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección visu	1, 2, 3	Abundante
	<i>Diplodus vulgaris</i>	17/11/2023	Inspección visu	2, 3	Abundante
	<i>Epinephelus marginatus</i>	17/11/2023	Inspección visu	3	Rara
	<i>Oblada melanura</i>	17/11/2023	Inspección visu	1	Rara
	<i>Parablennius pilicornis</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección visu	2, 3	Esporádica

	<i>Parablennius rouxi</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección <i>visu</i>	2, 3	Esporádica
	<i>Serranus scriba</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección <i>visu</i>	2, 3	Abundante
	<i>Apogon imberbis</i>	17/11/2023	Inspección <i>visu</i>	2	Rara
	<i>Symphodus tinca</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección <i>visu</i>	2, 3	Esporádica
	<i>Sarpa salpa</i>	23/05/2023	Inspección <i>visu</i>	1, 2, 3	Esporádica
	<i>Tripterygion sp</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección <i>visu</i>	2, 3	Esporádica
	<i>Thalassoma pavo</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección <i>visu</i>	2, 3	Esporádica
<b>Poliquetos</b>	<i>Bonellia viridris</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección <i>visu</i>	3	Rara
	<i>Filograna sp</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección <i>visu</i>	2, 3	Abundante
	<i>Polycirrus sp*</i>	17/11/2023	Inspección <i>visu</i>	1	Rara
	<i>Serpula vermicularis</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección <i>visu</i>	2, 3	Rara
	<i>Spirobranchus triqueter</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección <i>visu</i>	1, 2	Rara
	<i>Sabella discifera</i>	23/05/2023	Inspección <i>visu</i>	1, 2, 3	Rara
	<i>Spirorbis sp</i>	23/05/2023 17/11/2023	Inspección <i>visu</i>	1, 2, 3	Dominante