

La Reserva Marina del Nord de Menorca

Seguimiento de las poblaciones de peces de sustrato rocoso en el periodo 2000-2023



**Conselleria d'Agricultura,
Pesca i Medi Natural**

Direcció General de Pesca


Reserves Marines
de les Illes Balears



Autores: Gabriel Morey¹, Joan Palmer¹, Oliver Navarro² y Maria Arpa¹

1: Tragsatec 2: IRFAP

 **Tragsatec**
GrupoTragsa

Citar como:

Morey, G., Palmer, J. Navarro, O. y Arpa, M. 2023. La Reserva Marina del Nord de Menorca. Seguimiento de las poblaciones de peces de sustrato rocoso en el periodo 2000-2023. Direcció General de Pesca/Govern de les Illes Balears – Tragsatec. 54 páginas.

Fotografía de portada: Sargo (*Diplodus sargus*) y mojarra (*Diplodus vulgaris*) sobre fondo rocoso con algas fot filas.

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Metodología.....	2
2.1. El área de estudio y el diseño de muestreo.....	2
2.2. La toma de datos.....	4
2.3. Tratamiento estadístico de los datos.....	6
3. Resultados.....	9
3.1. Riqueza específica (S)	9
3.2. Densidad total de peces (Dt)	12
3.3. Biomasa total (Bt)	15
3.4. Biomasa de especies de nivel trófico alto (NT>3,5).....	21
4. Discusión y conclusiones.....	25
5. Bibliografía.....	30
6. Anexos.....	36

1. Introducció

La Reserva Marina del Nord de Menorca (RMNM) fue declarada en junio de 1999 (Orden de 15 de junio de 1999. BOCAIB Núm. 81) y, en 2000, la Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears inició un estudio de seguimiento de sus recursos pesqueros. Las metodologías aplicadas han sido variadas a lo largo de los más de veinte años transcurridos, destacando las campañas de pescas experimentales del CSIC-IMEDEA llevadas a cabo durante los cuatro primeros años de seguimiento (Morales-Nin *et al.*, 2004), el estudio de los poblamientos bentónicos (Ballesteros i Cebrián, 2004), el seguimiento de los cuadernos de capturas de la flota de Fornells (Coll *et al.*, 2007a), y el seguimiento de los peces de fondos rocosos mediante técnicas no destructivas de censos visuales con escafandra autónoma (Garcia-Rubies y Coll, 2004; Coll *et al.*, 2012, 2013, 2007a,b, 2011, 2017, 2019). Esta metodología no destructiva de los censos visuales ha sido la que ha tenido más continuidad, tal como ha sucedido en otras áreas marinas protegidas (AMP) del Mediterráneo.

El presente informe incorpora los datos de los censos visuales de la campaña de junio de 2023, realizada tanto sobre fondos superficiales (3-15 m) como profundos (20-25 m), y que supone la duodécima y cuarta campaña, respectivamente, desde que se inició el seguimiento. Para el estrato superficial, el último informe técnico databa de 2019, y en él se describía una evolución positiva de la reserva, mejor que la resultante de anteriores campañas, aunque con ciertos matices, destacando sobre todo la heterogeneidad espacial (diferencias entre zonas dentro de un mismo nivel de protección tanto o más importantes que entre zonas con distinto nivel de protección); y que la reserva parcial presenta mejores resultados que la reserva integral. A semejanza de esto, los hábitats más profundos (20-25 m) mostraron un efecto reserva, en consonancia con las mejores condiciones naturales que presenta el cap de Cavalleria, situado dentro del área parcialmente protegida, respecto a la reserva integral.

Como en todos los casos anteriores en el seguimiento de la RMNM, el objetivo principal de este estudio ha sido evaluar la evolución temporal y las diferencias entre diferentes niveles de protección sobre una serie de indicadores calculados a partir de los censos: el número de especies o riqueza específica, la densidad de peces y la biomasa.

2. Metodología

2.1. El área de estudio y el diseño de muestreo

La RMNM ocupa una área de 5.119 ha marinas (Figura 2.1) y está dividida en tres niveles de protección: las reservas integrales, siendo la más importante de ellas la situada en la zona *dels Alocs*, y la de *la colàrsega de Fornells*, que presenta fondos predominantemente blandos. Alrededor de la reserva integral *dels Alocs* se localiza una zona de veda para la pesca recreativa. En tercer lugar se encuentra el resto de la reserva, que aquí, a efectos prácticos, denominamos “reserva parcial”.



Figura 2.1. Mapa de la Reserva Marina del Nord de Menorca (RMNM).

Para el muestreo del estrato superficial (3-15 m), dentro de la reserva integral *dels Alocs*, dentro de la reserva parcial, y fuera de la reserva marina se escogieron dos zonas sobre fondos rocosos. En cada una de estas zonas se realizaron 18 transectos de 50x5 m en el transcurso de, al menos, dos días diferentes. Per causas meteorològiques, en junio de 2000 tan solo se pudieron realizar 9 transectos en cada zona. Igualmente, en junio de 2023 se llevaron a cabo 9 transectos por zona, toda vez que se ha comprobado que no existen diferencias diarias en los resultados de campañas anteriores.

En los muestreos profundos (20-25m), los niveles de protección estudiados fueron los mismos, pero la replicación fue inferior (entre 4 y 6 transectos) debido a aspectos de

seguridad del buceo o, a menudo, a la falta de hábitat apropiado para las especies sedentarias de fondos rocosos. En las figura 2.2 y 2.3 se puede observar la distribución de las zonas de estudio en los fondos superficiales y profundos, respectivamente.

La serie temporal actual consta de 12 campañas en el estrato superficial: junio de 2000, octubre de 2000, junio de 2001, junio de 2002, junio de 2003, octubre de 2003, junio de 2005, junio de 2007, junio de 2011, junio de 2017, junio de 2019 y junio de 2023. Y de 4 campañas en el estrato profund: 2006, 2017, 2021 y 2023; todas elles en junio.

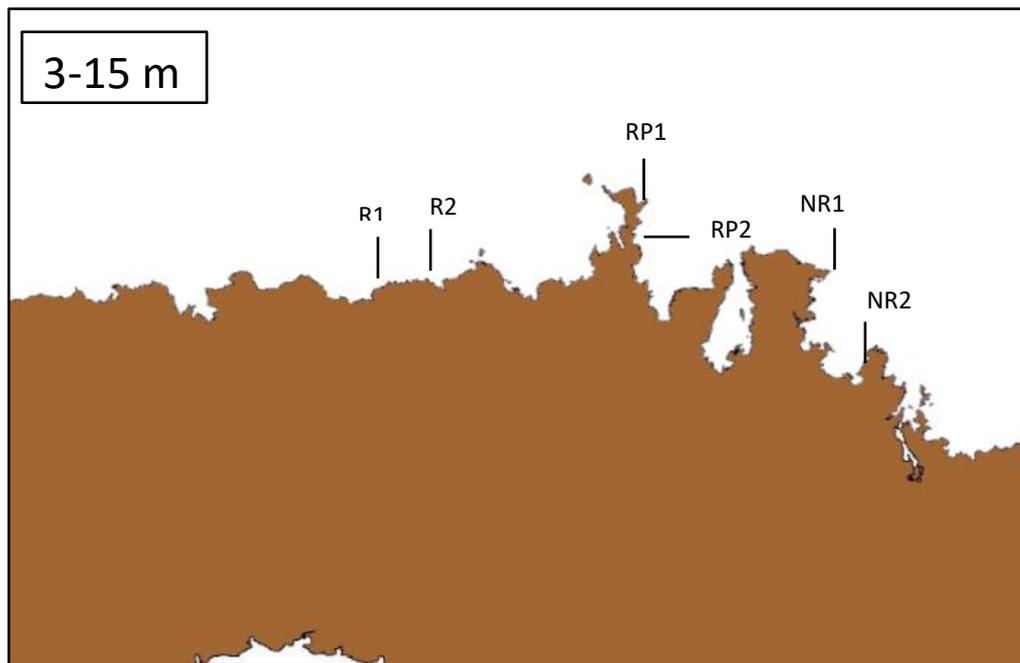


Figura 2.2. Distribución de las zonas de muestreo en el estrato superficial (3-15 m) de la RMNM. R: reserva integral; RP: reserva parcial; NR: no reserva.

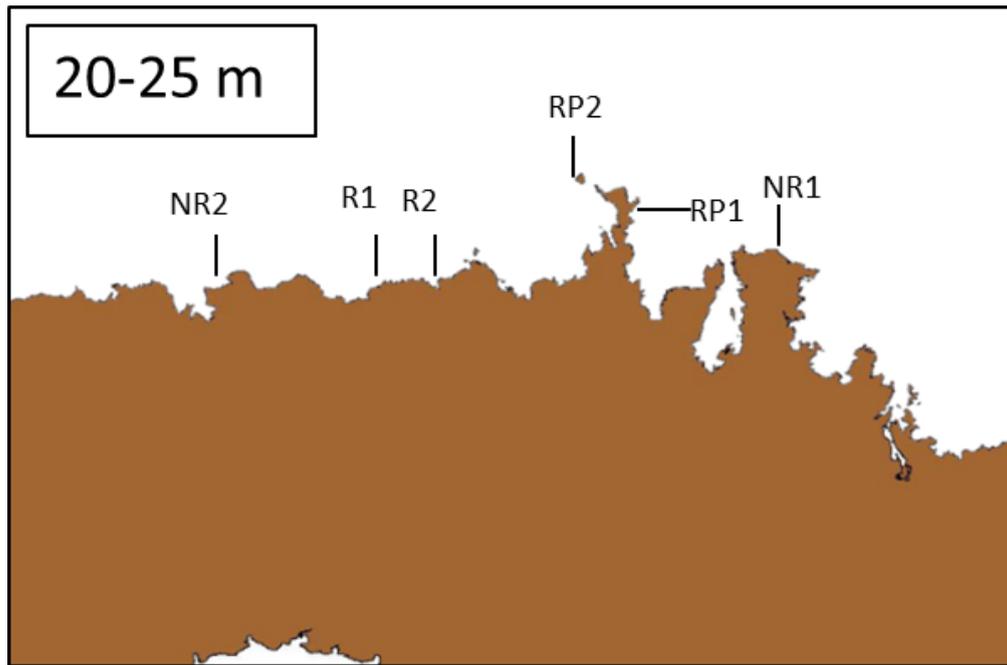


Figura 2.3. Zonas de muestreo en el estrato profundo. Reserva Integral: zona 1 (R1. Pedra de sa Sal), zona 2 (R2. Proximidades de cala Calderer y cala Barril). Reserva Parcial: zona 1 (RP1. Llosa des patró Pere), zona 2 (RP2. Illa des Porros). Zonas Control: zona 1 (NR1. Ses Capelles), zona 2 (NR2. Punta Rotja).

2.2. La toma de datos

La unidad de muestra fue el transecto de 50x5 m que se extendía sobre el perfil del fondo con una cinta métrica mientras el buceador avanzaba. Cada transecto fue muestreado por un solo buceador sobre un conjunto de especies que por sus características lo hacía casi cerrado: especies de sustrato rocoso, objetivo de la pesca profesional, submarina y recreativa y con *home ranges* reducidos. Son especies que en su mayoría se agrupan en las categorías espaciales 3, 5 y 6 de Harmelin (1987). Este grupo reducido de especies mejora considerablemente la precisión del censo, tal como Greene y Alevizon (1989) demostraron con el llamado *Discret Group Censusing*; consume menos tiempo y permite un mayor número de réplicas que cuando se tiene en cuenta toda la comunidad de peces. Asimismo, al tratarse de un método de toma de datos no destructivo, su aplicación es especialmente adecuada en estudios relacionados con las áreas marinas protegidas. Cada buceador estaba familiarizado en el reconocimiento de las especies, el censo y la estima de las tallas tras seguir protocolos de entrenamiento con distribuciones de peces artificiales y contrastar el agrupamiento por clase de talla que menos diferencia proporciona entre la distribución observada y la real mediante un test de Kolmogorov-Smirnov (Bell *et al.* 1985). Todos los transectos se

distribuyeron al azar siempre sobre sustrato rocoso entre 3 y 15 m de profundidad y con una distancia entre transectos contiguos superior a 20 m para evitar casos de autocorrelación (Ordines *et al.* 2005).

Sobre cada uno de los transectos se identificaron las especies objetivo y se estimó el número de individuos y su talla. Se procuró, en todo caso, que la estima del número de ejemplares fuera lo más precisa posible. Si los peces formaban grupos densos, se atribuyó el número de individuos estimado a clases de abundancia preestablecidas que seguían, aproximadamente, una progresión geométrica de clase 2 (1; 2; 3-5; 6-10; 11-30; 31-50; 51-100; etc.). Las tallas se estimaron en clases de 2cm. El error en la estimación visual de las tallas ha demostrado ser mínimo en ejemplares de hasta 30 cm de longitud total, pero se incrementa, tendiendo a una cierta subestima, en clases de talla superiores. En cualquier caso, y a pesar del error inherente al observador, ha sido demostrado que, a partir de inventarios visuales, incrementando si es necesario el intervalo establecido en la precisión (de 2 a 4 o 5 cm), en peces con tamaños variables de hasta 60 cm de longitud total, se podía obtener una distribución de tallas que no difería significativamente de la real.

Las especies vulnerables observadas en los transectos se pudieron agrupar dentro de las categorías espaciales 1, 3, 5 y 6 de las seis que fueron definidas por Harmelin (1987) y que, brevemente descritas, son las siguientes:

Categoría 1: peces que se mueven en aguas libres, generalmente muy móviles y de carácter errático. Pueden formar bancos y son de actividad generalmente diurna. Entre ellas encontramos la serviola o pez de limón (*Seriola dumerili*) y las barracudas (*Sphyraena* spp.), a las que, en base a la experiencia y discrepando de Harmelin (1987), podemos añadir el dentón (*Dentex dentex*).

Categoría 3: peces característicamente necto-bentónicos, en general mesófagos, que efectúan desplazamientos verticales moderados y horizontales importantes, pero con una marcada fidelidad por zonas determinadas. Todos pertenecen a la familia de los espáridos y presentan una actividad básicamente diurna. Los sargos picudos, los sargos y las mojaras (*D. puntazzo*, *D. sargus*, *D. vulgaris*), la chopo (*Spondylisoma cantharus*) la dorada (*Sparus aurata*) son los representantes típicos. Esta categoría está integrada por especies que eran muy apreciadas por los pescadores profesionales, deportivos y submarinos; por lo cual son *a priori* buenas indicadores del grado de explotación o de protección de una zona determinada (García-Rubies 1997, 1999).

Categoría 5: Peces necto-bentónicos meso y macrocarnívoros, marcadamente sedentarios, con desplazamientos verticales y horizontales poco importantes. Los grandes lábridos (*Labrus* spp.) y los serránidos (*Epinephelus* spp. y *Mycteroperca rubra*) son los representantes más típicos.

Categoría 6: Peces necto-bentónicos muy sedentarios con desplazamientos verticales y horizontales poco importantes, que dependen de guaridas que ofrecen un refugio momentáneo o un reposo cíclico. Pueden presentar una actividad diurna o nocturna; en esta categoría se incluyen especies como el congrio (*Conger conger*), la morena (*Muraena helena*), el corvallo (*Sciaena umbra*), los escorpénidos o la brótola de roca (*Phycis phycis*).

Además de los datos referentes a los peces, sobre cada transecto se realizó una caracterización del hábitat en base a los rasgos más relevantes del fondo. Así, se registró siempre la profundidad mínima, máxima y media, y se tipificó la naturaleza física del sustrato en base al tipo de cobertura. Esta se diferenció en: roca homogénea; grandes bloques ($\varnothing > 2\text{m}$), bloques medios ($1\text{m} < \varnothing < 2\text{m}$) y bloques pequeños ($\varnothing < 1\text{m}$); la cobertura de arena o grava, y la de *Posidonia oceanica*. Las coberturas de cada tipo de sustrato se estimaron en base a los porcentajes ocupados sobre la longitud total del transecto, señalada por la cinta métrica de 50m que sirve de cuerda guía. El relieve del fondo, o "rugosidad" (sensu Lukhurst y Lukhurst 1978), se estimó de visu, estableciéndose una escala de 4 grados: 1: relación entre la longitud real y la longitud lineal, igual o ligeramente superior a 1, sin grietas ni anfractuosidades aparentes, ni importantes variaciones verticales; 2: relación entre ambas longitudes claramente superior a 1, con variaciones verticales poco importantes (menores de 2m) y pocas grietas y anfractuosidades; 3: relación entre longitud real y lineal claramente superior a 1,5, con grietas y anfractuosidades de una cierta entidad, ocupando, al menos un 25% de la longitud total del transecto y/o variaciones verticales de más de 2m; 4: presencia de grietas y/o bloques importantes, ocupando más del 25% de la longitud del transecto y/o profundas variaciones verticales con una relación entre la longitud real y la lineal cercana o superando el 2. Finalmente, en cada transecto se estimó la pendiente del sustrato en base a una escala establecida del 1 al 4, siendo: 1, una pendiente de entre 0 y 30°; 2 de 30 a 60; 3 de 60 a 90°; y 4, si la pendiente superaba los 90°, formando superficies extraplomadas.

2.3. Tratamiento estadístico de los datos

En cuanto a los peces, se calcularon los siguientes indicadores a partir de la información de cada transecto:

- La riqueza de especies (número de especies/250 m²), considerando todas las especies vulnerables (categorías 1, 3, 5 y 6).
- La abundancia, medida como densidad de peces (número de individuos/250 m²), considerando solamente las especies demersales (categorías 3, 5 y 6).

- La biomasa total (kg/250 m²), considerando solamente las especies demersales (categorías 3, 5 y 6).
- La biomasa de las especies demersales con nivel trófico superior a 3,5 (según Froese y Pauly, 2023). Estas especies son indicadoras de madurez del ecosistema, en el sentido de la sucesión ecológica (Margalef, 1993; Sandin y Sala, 2012) y acotan el análisis a un grupo de especies con alto grado de residencia o fidelidad espacial. Las especies pertenecientes a este grupo y censadas durante el estudio fueron: el congrio (*Conger conger*), la morena (*Muraena helena*), la herrera (*Lithognathus mormyrus*), la dorada (*Sparus aurata*), el merlo (*Labrus merula*), el gallano (*Labrus mixtus*), el bodión verde (*Labrus viridis*), el falso abadejo (*Epinephelus costae*), el mero (*Epinephelus marginatus*), el mero dentón (*Epinephelus caninus*), el gitano (*Mycteroperca rubra*), el corvallo (*Sciaena umbra*), el rascacio (*Scorpaena porcus*), el cabracho (*Scorpaena scrofa*), la cabriela (*Scorpaena notata*) y el roncador (*Pomadasys incisus*).

Para el cálculo de la biomasa de cada especie se utilizaron las relaciones talla:peso descritas por Morey *et al.* (2003) y, en caso de no estar descritas por estos autores, las disponibles en www.fishbase.org (Froese y Pauly, 2023), tomando aquellas que correspondieran a las localidades más cercanas a las Illes Balears y/o cuyos rangos de tallas mejor se ajustaran a los observados en los censos.

El efecto del nivel de protección y del tiempo en cada uno de los 5 niveles considerados fue comprobado mediante un análisis de la varianza (ANOVA) con un factor fijo, llamado "Protección" (Ph), que recoge las diferencias entre los niveles de protección y se replica espacialmente en "sites" (Zi), aleatorios y encajados dentro del nivel de protección. Para estos factores espaciales se analizó el efecto de la interacción con el tiempo Tj . Así, cada réplica o transecto ($Xhijk$) se puede definir como la suma de la media global (μ) de todas las réplicas efectuadas, más la variación creada por el efecto protección (Ph), más la variación debida al site i en el nivel de protección h $Zi(h)$, más el efecto del tiempo (años 2008, 2009, 2010 y 2016; Tj), más la interacción del tiempo con cada site $Tj \times Zi(h)$, más la interacción del tiempo con la protección $Tj \times Ph$, más el término de error debido a la variación entre réplicas ($ehijk$). El modelo lineal queda, pues:

$$Xhijk = \mu + Ph + Zi(h) + Tj + Tj \times Zi(h) + Tj \times Ph + ehijk.$$

Previamente al análisis se comprobó la homogeneidad de las varianzas (mediante el test de Cochran (Zar, 1984)), la ausencia de correlación entre medias y desviaciones típicas, y la normalidad de los datos. En el caso, frecuente, que no cumplieran estos requerimientos, los datos fueron transformados logarítmicamente ($x' = \log(x + 1)$). En cualquier caso, los datos fueron analizados a pesar de que no se cumplieran todas estas condiciones, tomando la precaución de elevar el nivel de significación hasta 0,01 (en

lugar del habitual $p < 0,05$) con el fin de evitar el riesgo de cometer un error de tipo I, es decir, de afirmar que hay diferencias cuando realmente no las hay (Underwood, 1997).

En los casos en que se detectó interacción $Tj \times Ph$, se analizaron las diferencias entre los diferentes años o entre los niveles de protección en el primer y el último año de estudio mediante los tests *a posteriori* de Newman-Keuls.

En los análisis de la interacción entre tiempo y el nivel de protección se procedió a realizar un *pooling* de los términos de error y del efecto zona cuando las diferencias detectadas para este efecto anidado presentasen una probabilidad de aceptación de la hipótesis nula, cuando ésta es verdadera, mayor a 0,25 (Underwood, 1997). De esta manera se incrementa el poder de detectar diferencias debidas a la interacción entre los diferentes niveles de protección.

Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico Statistica 6.0.

3. Resultados

3.1. Riqueza específica (S)

La riqueza específica (S) se refiere al número total de especies diferentes que coexisten en un determinado ecosistema, área geográfica o hábitat específico (Soininen *et al.*, 2012).

En el cálculo de la riqueza específica (S), tanto en el estrato superficial como en el estrato profundo, se ha contabilizado la presencia o ausencia de las especies definidas en las categorías 1, 3, 5 y 6, definidas por Harmelin (1987). No obstante, para el resto de los análisis (densidad y biomasa), no han sido consideradas las especies que pertenecen a la categoría 1 (en este caso, *D. dentex*, *D. labrax*, *S. dumerili* y *S. viridensis*).

❖ Estrato superficial

En lo que respecta a la riqueza de especies vulnerables a la pesca presentes en el estrato superficial de la RMNM en el período comprendido entre 2000 y 2023, se han registrado 21 especies (Anexo 2, Tabla A2.1). De estas, 17 fueron registradas en la RI, 18 en la RP y 19 en las zonas control (NR).

En la Figura 3.1.1 se puede observar que el número de especies en los tres niveles de protección es estable, con diferencias mínimas entre ellos y con un muy ligero aumento, siendo este más notable en la RP. En los tres niveles de protección, el número de especies/transecto se sitúa entre 3 y 4 especies. En general, los valores de riqueza han sido bajos, con un promedio de $3,4 \pm 0,2$ especies/transecto en RI, $3,7 \pm 0,2$ especies/transecto en RP y $3,1 \pm 0,2$ especies/transecto en NR.

Aunque gráficamente se pueda apreciar cierta diferencia en las progresiones de RI, RP y NR, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres niveles de protección (Tabla 3.1.1; PROT: $p > 0,01$). Sin embargo, la tendencia en el aumento de la riqueza de especies a lo largo del tiempo sí ha podido confirmarse para cada uno de los tres niveles de protección (Tabla 3.1.2; TIME: $p < 0,01$). La única diferencia observable se da a nivel temporal para cada nivel de protección, sin diferencias espaciales, por lo que no se observan efectos de la protección sobre este indicador.

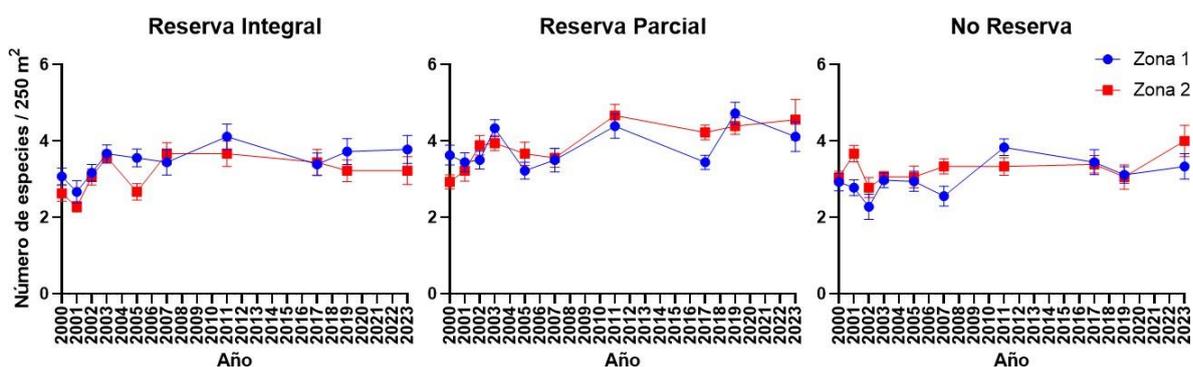


Figura 3.1.1. Variación del número promedio de especies entre los años 2000 y 2023 en el estrato superficial, dentro de la reserva integral, la reserva parcial y las zonas control del Norte de Menorca.

Tabla 3.1.1. Análisis de la varianza de la riqueza de especies entre las 12 campañas (2000 – 2023; TIME), el nivel de protección (PROT), la zona anidada dentro del nivel de protección (ZONA(PROT)) y sus interacciones. SC: suma de cuadrados, GL: grados de libertad, MC: media cuadrática, F = test de F; p = nivel de significancia(significativo -en rojo- si: $p < 0,01$).

	SC	GL	MC	F	p
Intercept	12549,13	1	12549,13	2532,765	0,000017
TIME	121,52	9	13,50	8,079	0,000011
PROT	102,38	2	51,19	10,331	0,045144
TIME*PROT	56,42	18	3,13	1,876	0,067762
ZONA(PROT)	14,86	3	4,95	3,029	0,043866
TIME*ZONA(PROT)	45,12	27	1,67	1,290	0,147321
Error	1461,72	1128	1,30		

❖ Estrato profundo

En el estrato profundo de la RMNM se han registrado 18 especies (Anexo 2, Tabla A2.2). De estas, 16 fueron registradas en la reserva integral (RI), 17 en la reserva parcial (RP) y 14 en las zonas control fuera de la reserva marina (NR).

En el estrato profundo, como se puede observar en la Figura 3.1.2, el número de especies presentes en cada uno de los niveles de protección (RI, RP y NR) es estable, con algunas excepciones en función de la zona y el año muestreado, como es el caso de R2, con valores por debajo de 2 especies/transecto en el año 2006, siendo el menor número registrado en toda la serie temporal, o el caso de RP2 en el año 2021, con un valor de 5 – 6 especies/transecto, el mayor valor registrado para este estrato.

Además, la Figura 3.1.2 muestra que la mayor riqueza se da en la RP, seguida de la NR y la RI. El número medio de especies registradas en los transectos, en cada nivel de protección, se considera bajo, con alrededor de 3 – 5 especies/transecto, y con diferencias estadísticamente significativas entre los tres niveles de protección (Tabla 3.1.2; PROT: $p < 0,01$). Es en la RP donde se ha encontrado el mayor número de especies por transecto, con $4,5 \pm 0,8$ especies/transecto, seguida de la NR, con $3,4 \pm 0,4$ especies/transecto y la RI, con $3,2 \pm 0,5$ especies/transecto.

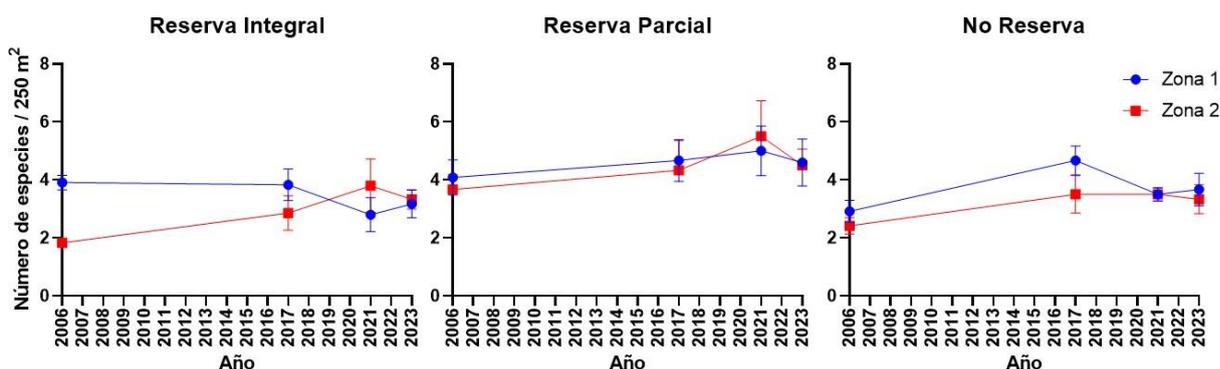


Figura 3.1.2. Variación del número medio de especies entre los años 2006 y 2023 en el estrato profundo, dentro de la reserva integral, la reserva parcial y las zonas control del Norte de Menorca.

En este caso no se han tenido en cuenta las zonas de estudio (ZONA) en el análisis estadístico, dado que las diferencias para este factor resultaron en una $p > 0,25$. En el análisis estadístico y mediante los test *post-hoc* se han detectado diferencias entre la RP y los otros niveles de protección, siendo los valores de RP superiores a RI y NR (Anexo 2, Tabla A2.3). No obstante, la inexistencia de interacción entre el tiempo y el nivel de protección indica que los tres niveles de protección no han evolucionado de forma distinta, lo que impide afirmar que haya un efecto reserva (Tabla 3.1.2; TIME*PROT: $p > 0,01$).

Tabla 3.1.2. Análisis de la varianza de la riqueza de especies entre las 4 (2006 – 2023) campañas (TIME), el nivel de protección (PROT) y su interacción. SC: suma de cuadrados, GL: grados de libertad, MC: media cuadrática, F = test de F; p = nivel de significancia (significativo -en rojo- si: $p < 0,01$).

	SC	GL	MC	F	p
INTERCEPT	2194,597	1	2194,597	926,8319	0,000000
TIME	28,593	3	9,531	4,0251	0,008546
PROT	55,369	2	27,685	11,6918	0,000018
TIME*PROT	8,904	6	1,484	0,6268	0,708692
Error	385,959	163	2,368		

3.2. Densidad total de peces (Dt)

❖ Estrato superficial

Como se puede observar en la Figura 3.2.1, en los momentos iniciales de la RMNM, la densidad media era muy similar entre los tres niveles de protección, con un promedio de 10 a 15 individuos/transecto. Con el paso del tiempo, la densidad ha aumentado en todos los niveles de protección (Tabla 3.2.1; TIME: $p < 0,01$). El test *post-hoc* señala que, aunque la densidad obtenida en 2023 es superior a la del año 2000 ($p < 0,01$), se ha producido un descenso con respecto a la campaña anterior ($p < 0,01$).

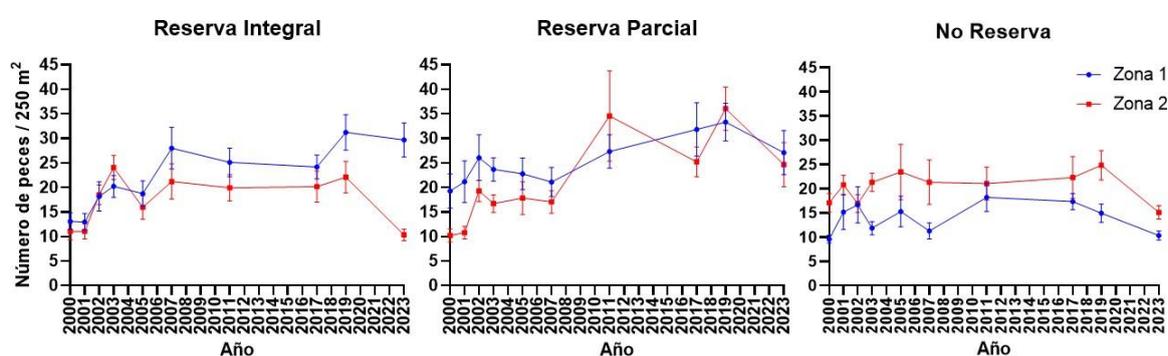


Figura 3.2.1. Variación de la densidad promedio de peces entre los años 2000 y 2023, en el estrato superficial, dentro de la reserva integral, la reserva parcial y las zonas control del Norte de Menorca.

El año 2023 presenta un importante descenso en el número medio de peces en todos los niveles de protección, con un número de individuos/transecto promedio de 20 ± 2 en RI, 26 ± 4 en RP y 13 ± 1 en NR, valores muy inferiores a los obtenidos en la campaña anterior (2019) de 27 ± 3 individuos/transecto en RI, de 35 ± 4 individuos/transecto en RP y de 20 ± 2 individuos/transecto en NR, y representando así un descenso notable en el contexto de una tendencia positiva desde el comienzo de la serie (Coll *et al.*, 2019; 2021).

Tabla 3.2.1. Análisis de la varianza de la densidad de peces (transformada según $\log_{10}(x+1)$) entre las 12 campañas (2000 – 2023; TIME), el nivel de protección (PROT), la zona anidada dentro del nivel de protección (ZONA(PROT)) y sus interacciones. SC: suma de cuadrados, GL: grados de libertad, MC: media cuadrática, F= test de F; p = nivel de significancia (significativo -en rojo- si: $p < 0,05$).

	SC	GL	MC	F	p
Intercept	429606,3	1	429606,3	183,3318	0,000871
TIME	18420,4	9	2046,7	9,0486	0,000004
PROT	6555,3	2	3277,7	1,3987	0,372242
TIME*PROT	8009,0	18	444,9	1,9671	0,054341
ZONA(PROT)	7030,0	3	2343,3	10,5280	0,000057
TIME*ZONA(PROT)	6107,2	27	226,2	1,2042	0,217343
Error	211879,3	1128	187,8		

No obstante, el hecho más destacable es que no existe interacción con el factor tiempo, lo que indica que la densidad no ha variado de forma diferente en los tres niveles de protección (Tabla 3.2.1; TIME*PROT: $p > 0,05$). La densidad de las especies censadas en cada una de las zonas para cada nivel de protección se puede ver en el Anexo 3 (Tablas A3.1 a A3.6).

❖ Estrato profundo

En el estrato profundo, la serie temporal de datos es menor, pero nos permite observar como la densidad en la RI se ha mantenido en el tiempo sin variaciones importantes desde la campaña de 2006. (Fig. 3.2.2). En la RP, este patrón se observa también en la RP1, pero no en la RP2, donde en 2021 se obtuvo un valor notablemente más alto. Por otro lado, en la NR se ha registrado una disminución en la densidad, muy clara en la NR1 (38 individuos/transecto en 2006 y 18 individuos/transecto en 2023).

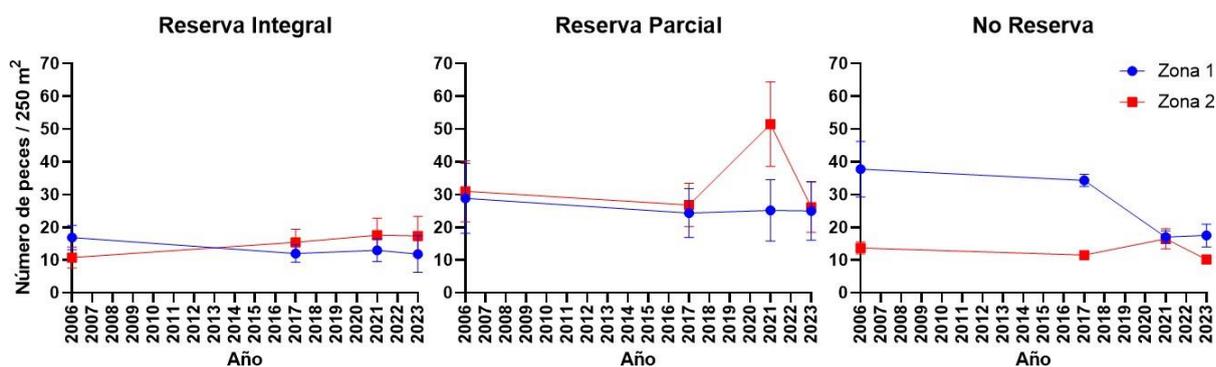


Figura 3.2.2. Variación de la densidad promedio de peces entre los años 2006 y 2023 en el estrato profundo, dentro de la reserva integral, la reserva parcial i las zonas control del Norte de Menorca.

Tabla 3.2.2. Análisis de la varianza de la densidad de peces entre las 4 campañas (2006 – 2023; TIME), el nivel de protección (PROT), la zona anidada dentro del nivel de protección (ZONA(PROT)) y sus interacciones. SC:suma de cuadrados, GL: grados de libertad, MC: media cuadrática, F = test de F; p = nivel de significancia (significativo -en rojo- si: $p < 0,01$).

	SC	GL	MC	F	p
Intercept	1	71514,51	3,0006	64,92859	0,003990
TIME	3	254,16	9,0945	0,70156	0,574282
PROT	2	3275,57	3,0003	2,97363	0,194142
TIME*PROT	6	319,16	9,0449	0,88111	0,544806
ZONA(PROT)	3	1101,64	10,1751	3,03165	0,078973
TIME*ZONA(PROT)	9	362,18	151,0000	0,94453	0,488552
Error	151	383,45			

Esta estabilidad en los datos se ve reflejada en la Tabla 3.2.2, donde el análisis de la varianza no indica que se esté dando ninguna variación para ninguno de los factores ni para las interacciones de los mismos. Los valores promedio de densidad correspondientes al estrato profundo indican que, aún sin presentar diferencias estadísticamente significativas (Tabla 3.2.2; PROT: $p > 0,01$), es en la RP donde se encuentra el mayor número de peces, con 30 ± 9 individuos/transecto, seguido de la NR, con 19 ± 3 individuos/transecto y la RI, con 14 ± 4 individuos/transecto. La densidad de las especies censadas en cada una de las zonas para cada nivel de protección se puede ver en el Anexo 4 (Tablas A4.1 a A4.6)

3.3. Biomasa total (Bt)

❖ Estrato superficial

En la actual campaña (2023), la RP y la NR han presentado una Bt menor que la de 2019 y similar a la de la campaña de 2017, ya descrito anteriormente como un caso de ligera recesión en la Bt de la reserva. En la RI se ha obtenido una biomasa inferior, pero con importantes diferencias entre las dos zonas de estudio. Mientras que R1 mantiene una biomasa similar a la de la campaña anterior, la Bt de R2 ha retrocedido a niveles cercanos a los de 2005.

La Bt registrada en la RI ha sido $5,2 \pm 0,7$ kg/transecto (Zona 1 - Pedra de sa Sal) y $1,6 \pm 0,3$ kg/transecto (Zona 2 - Cala Calderer), suponiendo un incremento en un factor x5 (R1) y x2 (R2) en relación a la biomasa estimada en la campaña del año 2000 (Figura 5.3.1). En la RP, la Bt obtenida ha sido $5,1 \pm 1,2$ kg/transecto, con bastante similitud entre las dos zonas de estudio (s'Olla y Cala Viola), representando un incremento en un factor x2,5 (RP1) y x7 (RP2) con respecto a la Bt original estimada en el año 2000 (Figura 3.3.1).

Tanto la RP como la RI presentan, en 2023, valores de biomasa superiores a los del momento de la creación de la reserva, pero suponen una disminución importante y una ruptura de la tendencia en el incremento que se venía observando a lo largo de toda la serie temporal. Respecto a la NR, de igual manera que en RI y RP, los valores de Bt obtenidos en la última campaña son inferiores a los obtenidos en las últimas campañas, con $1,6 \pm 0,4$ kg/transecto en el Cap Pentiner (NR1) y $1,9 \pm 0,3$ kg/transecto en s'Arenal d'en Castell (NR2), valores que no se alejan en gran medida de los obtenidos en la campaña del año 2000, que eran cercanos a 1 kg/transecto (Figura 3.3.1).

Aunque se puedan notar reducciones significativas en las biomásas por transecto en casi la totalidad de las zonas de estudio en la última campaña (excepción de NR1), sobre todo en la RI y en la RP, se observan niveles de Bt que superan los valores originales registrados en el momento de la creación de la reserva. Este hecho se evidencia en el análisis de varianza para este factor, que revela las diferencias estadísticamente significativas existentes entre las campañas (Tabla 3.3.1; TIME: $p < 0,01$).

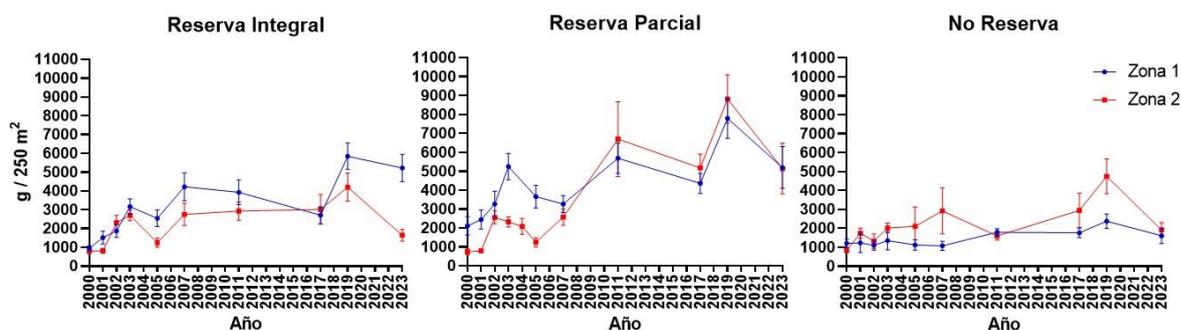


Figura 3.3.1. Variación de la biomasa media de peces entre las campañas del 2000 y 2023 en el estrato superficial, dentro de la reserva integral, la reserva parcial y las zonas control del Norte de Menorca.

No se detectan diferencias estadísticamente significativas entre niveles de protección (Tabla 3.3.1; PROT: $p > 0,01$), ni tampoco entre la interacción de los factores TIME*PROT. La Bt acumulada en la RP es superior a la de los otros niveles de protección, pero existe una gran dispersión entre transectos (es decir, que la biomasa no está homogéneamente distribuida en el espacio), que hace que no existan diferencias estadísticamente significativas con los otros niveles de protección (Tabla 3.3.1; TIME*ZONA(PROT): $p < 0,01$).

La Tabla 3.3.1 indica diferencias estadísticamente significativas entre las zonas anidadas en los niveles de protección (ZONA(PROT)), así como diferencias entre campañas para las zonas anidadas en los diferentes niveles de protección (TIME*ZONA(PROT)). Los test *post-hoc* para ZONA(PROT) confirman que las diferencias de biomasa se dan entre cada una de las zonas que se encuentran dentro de un mismo nivel de protección, confirmando que la biomasa no está homogéneamente distribuida en el espacio (Anexo 5, Tabla A5.1). La biomasa de las especies censadas en cada una de las zonas para cada nivel de protección se puede ver en el Anexo 5 (Tablas A5.2 a A5.7).

Tabla 3.3.1. Análisis de la varianza de la biomasa de peces (g/transecto) entre las 12 campañas (2000 – 2023; TIME), el nivel de protección (PROT), la zona anidada dentro del nivel de protección (ZONA(PROT)) y sus interacciones. SC: suma de cuadrados, GL: grados de libertad, MC: media cuadrática, F = test de F; p = nivel de significancia (significativo -en rojo- si: $p < 0,01$).

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	8,651658E+09	1	8,651658E+09	157,9707	0,001086
TIME	1,787956E+09	9	1,986617E+08	16,3920	0,000000
PROT	8,354385E+08	2	4,177192E+08	7,6271	0,066625
TIME*PROT	4,999914E+08	18	2,777730E+07	2,2920	0,024953
ZONA(PROT)	1,643027E+08	3	5,476756E+07	4,7103	0,008176
TIME*ZONA(PROT)	3,272259E+08	27	1,211948E+07	1,7584	0,009862
Error	7,781398E+09	1129	6,892292E+06		

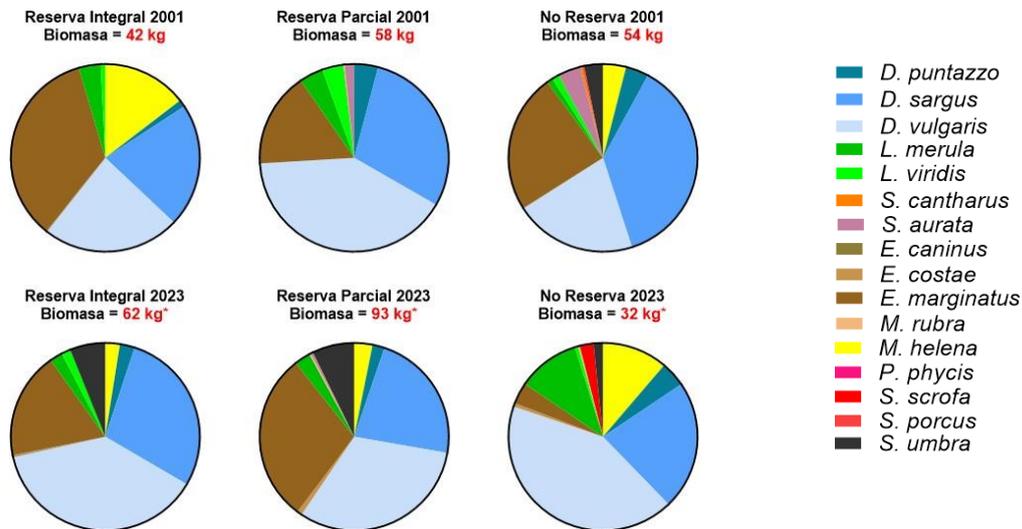


Figura 3.3.2 Composición de la biomasa (%) de peces en 2001 y en 2023 en el estrato superficial, dentro de la reserva integral, la reserva parcial y las zonas control de la Reserva Marina del Norte de Menorca. Biomasa total integrada a partir de N=36 transectos del año 2001 y N=18 transectos del año 2023.

Para cada nivel de protección, se ha evaluado la contribución de las especies a la biomasa total. Para evaluar la situación inicial de la reserva se han tomado los datos de junio de 2001 (N=36 transectos por nivel de protección) y se han comparado con los de la campaña de junio de 2023 (N=18 transectos por nivel de protección). En la campaña actual (2023), se ha llevado a cabo un número inferior de transectos por zona y nivel de protección (reducción del 50%) en comparación con las campañas anteriores de la serie temporal. Esta reducción en el esfuerzo de muestreo se decidió tras determinar que tal ajuste no comprometería los resultados obtenidos.

En la RI, zona con una protección total, donde no se permiten las prácticas extractivas, podemos observar que el porcentaje de las especies con un elevado interés pesquero, como son los meros (*E. marginatus*), presentan una importante contribución a la biomasa (18,4%), pero inferior a la estimada en la campaña del 2001 (34,7%). No obstante, en este nivel de protección son los espáridos los que más contribuyen a la biomasa, con un incremento respecto al año 2001; en este caso, *D. vulgaris* con un 38% y *D. sargus* con un 28,4% para el año 2023, en comparación a los valores estimados en el año 2001 (23,5% y 21,3%, respectivamente). Cabe destacar la presencia de *S. umbra*, con un 6% en 2023, especie sedentaria, longeva y muy vulnerable a la pesca submarina, que no fue censada en las primeras campañas de muestreo (Figura 3.3.2).

En la RP, la distribución de la biomasa de peces en 2023 es muy similar a la de la RI, con la predominancia de los espáridos *D. vulgaris* y *D. sargus* (31,6% y 22,6%, respectivamente), y una mayor importancia de *E. marginatus* (29,1%). Mientras, *S. umbra* presenta un valor similar (7,2%). Esto contrasta con la campaña del 2001, donde los espáridos predominantes contribuyeron con una mayor biomasa (*D. vulgaris*: 40,7%, *D. sargus*: 29,2%), mientras que los meros presentaron una contribución menor (*E. marginatus*: 16,3%). No obstante, en la RP, a diferencia de la RI, podemos ver

que algunas especies vulnerables, que se encontraban menos representadas en la RI, adquieren una mayor importancia, como son *L. merula* (2,7%), ya presente en la campaña de 2001 con un (4%) y *M. helena* (3,1%). Especies con bajas contribuciones para la biomasa en la campaña del 2001 (*L. viridis*: 3,7% y *D. puntazzo*: 4%), reducen drásticamente su contribución (*D. puntazzo*: 2%) o no han sido censadas en la campaña del 2023 (caso de *L. viridis*) (Figura 3.3.2).

En la NR dominan las dos especies de espáridos mencionadas (*D. vulgaris*, 42,4%; *D. sargus*, 22,2%; además de *D. puntazzo*, 4,3%), acompañadas de *M. helena* (11,2%) y *L. merula* (10,7%). En cambio, las especies de carácter más residente, con menores tasas de desplazamiento y objetivo de la pesca submarina, como son los meros (*E. marginatus*, *E. costae* o *M. rubra*) o el corvallo (*S. umbra*), presentan porcentajes muy bajos. La predominancia de los espáridos se observa de igual forma en la campaña del 2001; no obstante, se puede observar la reducción importante en la contribución por parte de los meros (*E. marginatus*), estimada inicialmente en un 24%.

❖ Estrato profundo

La biomasa del estrato profundo en 2023 no presenta diferencias importantes con respecto a la campaña anterior (Coll *et al.*, 2021). A diferencia del estrato superficial, no es posible deducir una tendencia de incremento o decrecimiento de la Bt a lo largo de la serie estudiada (Figura 3.3.3).

En la RI, los valores de biomasa en la campaña de 2023 son $8,3 \pm 2,9$ kg/transecto en R1 y $3,9 \pm 1,2$ kg/transecto en R2, resultando en valores promedios de 6 kg/transecto para la última campaña, muy similar a las dos campañas anteriores (5 kg/transecto en 2017 y 2021), suponiendo un incremento de tan solo x0,7 veces para este factor desde el inicio del estudio en el año 2006, con 4 kg/transecto (Figura 3.3.3). En la RP encontramos los niveles de biomasa más elevados de la campaña, con $9,6 \pm 3,5$ kg/transecto en RP1 y $12,1 \pm 2,4$ kg/transecto en RP2, manteniendo, al igual que en la RI, valores similares a los estimados en anteriores campañas teniendo en cuenta el nivel de protección en su conjunto, pero con una importante variación entre las dos zonas de la RP.

Si se tiene en cuenta el nivel de protección, la biomasa promedio obtenida en la RP para el 2023 es aproximadamente 11 kg/transecto, que en comparación con las anteriores campañas (11 kg/transecto en 2006, 14 kg/transecto en 2017 y 13 kg/transecto en 2021) sugiere que no se está dando un incremento en la biomasa en este nivel de protección (Figura 3.3.3). RP1 y RP2, en la primera campaña presentaban valores de biomasa muy similares pero su evolución en el tiempo ha sido diferente, con incrementos y decrecimientos de biomasa en 2017 y 2021 de manera alterna para cada zona de estudio,

Por otra parte, en la NR, encontramos los niveles más bajos de Bt. Los valores de biomasa que se han estimado en la campaña de 2023 son $2,8 \pm 0,7$ kg/transecto en NR1 y $2,2 \pm 0,3$ kg/transecto en NR2. En las anteriores campañas, los valores promedio se estimaron en 3 kg/transecto en 2006 y 2017, 4 kg/transecto en 2021 y la biomasa promedio de la última campaña se ha estimado en 2 kg/transecto, por lo que, no se ha podido observar un incremento en la Bt para este nivel de protección (Figura 3.3.3).

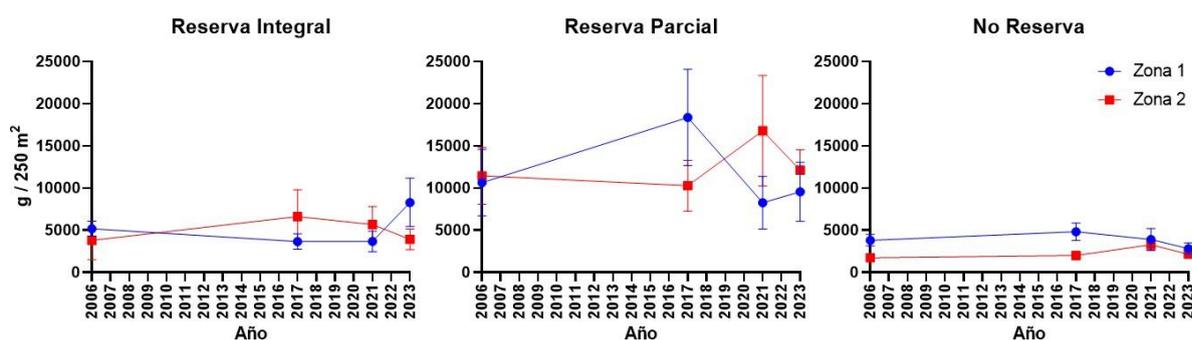


Figura 3.3.3. Variación de la biomasa media de peces entre las campañas del 2006 y 2023 en el estrato profundo, dentro de la reserva integral, la reserva parcial y las zonas control del Norte de Menorca.

Integrando las dos zonas de cada nivel de protección a lo largo de toda la serie temporal, la biomasa ha resultado superior en la RP (con importantes variaciones espaciotemporales en las dos zonas de estudio), con $12,1 \pm 4$ kg/transecto, seguido de la RI, con $5,1 \pm 1,8$ kg/transecto y finalmente, la NR, con $3 \pm 0,6$ kg/transecto. Estas diferencias entre los niveles de protección se confirman con el análisis de la varianza (Tabla 3.3.2; PROT: $p < 0,01$) y los test *post-hoc* para esta variable (Anexo 6, Tabla A6.1; $p < 0,01$). En este caso no se han tenido en cuenta las zonas de estudio (ZONA) en el análisis estadístico por presentar una $p > 0,25$. La biomasa de las especies censadas en cada una de las zonas dentro de cada nivel de protección se puede ver en el Anexo 6 (Tablas A6.2 a A6.7).

La estabilidad en los valores medios de biomasa de cada nivel de protección (Figura 3.3.3) se confirma con los análisis de varianza de la biomasa (Tabla 3.3.2; TIME: $p > 0,01$). A su vez, tampoco se ha observado que se dé una interacción entre el tiempo y el nivel de protección (TIME*PROT: $p > 0,01$), indicando que no se está dando el efecto reserva.

Tabla 3.3.2. Análisis de la varianza de la biomasa de peces (g/transecto) entre las 4 (2006 – 2023) campañas (TIME), el nivel de protección (PROT) y su interacción. SC: suma de cuadrados, GL: grados de libertad, MC: media cuadrática, F = test de F; p = nivel de significancia (significativo si: $p < 0,01$)

	SC	GL	MC	F	p
Intercept	7,358874E+09	1	7,358874E+09	130,1879	0,000000
TIME	6,777776E+07	3	2,259259E+07	0,3997	0,753403
PROT	2,407052E+09	2	1,203526E+09	21,2919	0,000000
TIME*PROT	6,988501E+07	6	1,164750E+07	0,2061	0,974514
Error	9,213579E+09	163	5,652502E+07		

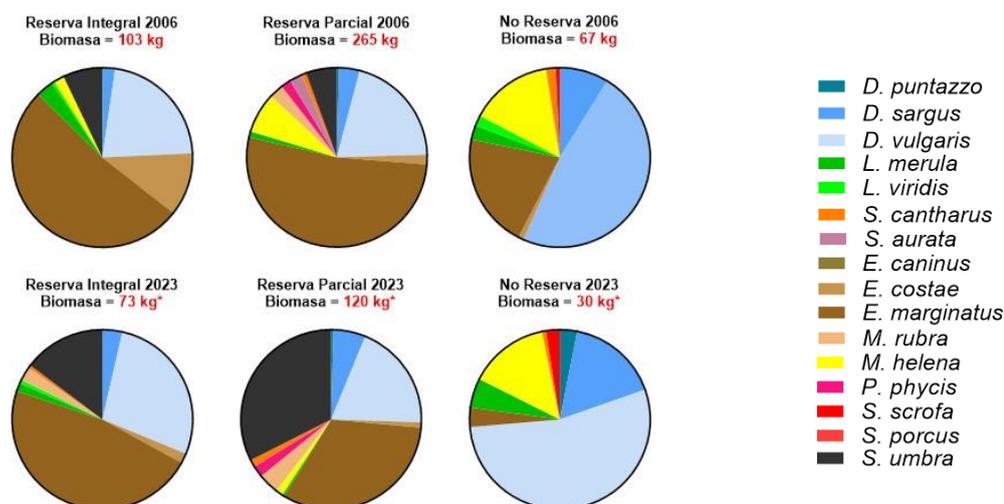


Figura 3.3.4. Composición de la biomasa (%) de peces en 2006 y en 2023 en el estrato profundo, dentro de la reserva integral, la reserva parcial y las zonas control de la Reserva Marina del Norte de Menorca. Biomasa total integrada a partir de N=24 transectos del año 2006 y N=12 transectos del año 2023.

Al igual que para el estrato superficial, se ha analizado la contribución de las especies a la biomasa total en el estrato profundo (Figura 5.3.4). Por ello, para evaluar la situación inicial de la reserva se han tomado los datos de junio de 2006 (N₁ = 24 transectos) y se han comparado con los de la campaña de junio de 2023 (N = 12 transectos). Al igual que para el estrato superficial, en la campaña actual (2023) se ha llevado a cabo un número inferior de transectos (reducción del 50%) por zona y nivel de protección en comparación con las campañas anteriores de la serie temporal.

En la RI, son dos las especies que suponen cerca del 75% de la biomasa en ambos años: el mero *E. marginatus* (52% en 2006 y 47% en 2023) y la mojarra *D. vulgaris* (22% y 28%, respectivamente). No obstante, en la última campaña, se ha visto incrementada la contribución de *S. umbra* (15%) y *M. rubra* (2,5%), especies altamente vulnerables a la pesca y de carácter residente, probablemente a causa de que en este nivel de protección se prohíbe cualquier actividad extractiva.

Siguiendo una tendencia similar a la RI, en la RP se ha visto incrementado el aporte de biomasa por parte de *S. umbra* con un 32,5% y se mantiene una buena proporción de *E. marginatus* (32,3%) en comparación a la campaña del 2006. Estas especies, junto a *M. rubra* (3,7%), tienen gran valor comercial y presentan un interés pesquero elevado, siendo su gran aporte de biomasa un buen indicador del estado de madurez de la comunidad de peces presente en esta parte de la reserva. También es de destacar la gran abundancia de espáridos, manteniendo una presencia similar de *D. vulgaris* (19,3%) y de *D. sargus* (5,8%) con respecto a la campaña de 2006.

Al igual que sucede en el estrato superficial, el estrato profundo, al no presentar la NR limitaciones en las prácticas extractivas, muestra una composición de la biomasa de peces en la que se ven muy poco representadas las especies altamente vulnerables a la pesca y de carácter residente, como son los meros (*E. marginatus*, *E. costae*, *M. rubra*), los corvallos (*S. umbra*) o los escorpénidos (*S. porcus*,

S. scrofa). Destaca la reducción en el aporte de biomasa entre las campañas de 2006 y 2023 de *E. marginatus* (de 20,6% a 3,5%, respectivamente). En cambio, son las especies de espáridos (*D. vulgaris*: 47,8%, *D. sargus*: 8,8% en 2006 y *D. vulgaris*: 54%, *D. sargus*: 16,5% en 2023) las que aportan una mayor cantidad de biomasa. También hay que remarcar que, en este nivel de protección, encontramos altos porcentajes para *M. helena* (14,4%) y *L. merula* (5,3%), ya presentes de manera similar en el año 2006 (Figura 5.3.4).

3.4. Biomasa de especies de nivel trófico alto (NT>3,5)

Las especies de nivel trófico superior a 3,5 y censadas en este estudio han sido: *Conger conger*, *Muraena helena*, *Sparus aurata*, *Epinephelus caninus*, *Epinephelus costae*, *Epinephelus marginatus*, *Mycteroperca rubra*, *Labrus merula*, *Labrus viridis*, *Sciaena umbra*, *Scorpaena porcus*, *Scorpaena scrofa* y *Phycis phycis* (Froese y Pauly, 2023).

❖ Estrato superficial

La Figura 3.4.1 muestra la evolución de $B_{NT>3,5}$ en las dos zonas dentro de cada nivel de protección. Los valores más elevados de este indicador, en 2023, se encuentran en la RP, donde se alcanzan los 2,4 y 2,1 kg/transecto en la zona 1 y la zona 2, respectivamente. La $B_{NT>3,5}$ es menor en la reserva integral, (1,5 kg/transecto en la zona 1 y 0,6 kg/transecto en la zona 2), y más aún en las zonas control (0,6 y 0,4 kg/transecto),

Tal como sucede con la biomasa total, la $B_{NT>3,5}$ ha aumentado con el tiempo de protección. Este incremento presenta variaciones muy importantes entre los dos niveles de protección dentro de la reserva, siendo en la RP donde se encuentra más pronunciado, con valores de biomasa que se han multiplicado por x3,5 (Zona 1) y x8,5 (Zona 2) entre la primera y la última campaña (2000 – 2023), y viendo como en la campaña de 2023 la RI y en la NR presentan niveles de biomasa para estas especies inferiores a campañas anteriores, con valores que tan solo se han multiplicado por x2,5 en la RI y por x1,7 en la NR entre la primera y la última campaña (Figura 3.4.1).

No obstante, los análisis de varianza de este indicador no señalan diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes niveles de protección (Tabla 3.4.1; PROT; $p > 0,01$). Por otro lado, los análisis de la evolución de la $B_{NT>3,5}$ en la totalidad de la serie temporal de campañas (2000 – 2023) confirman que sí existen diferencias estadísticamente significativas, corroborando así la tendencia de evolución en biomasa en cada nivel de protección observada en la Figura 3.4.1 (Tabla 3.4.1; TIME; $p < 0,01$).

Es importante destacar también que se han observado diferencias en $B_{NT>3,5}$ entre las zonas anidadas en cada nivel de protección (Tabla 3.4.1; ZONA(PROT); $p < 0,01$). Estas diferencias entre zonas dentro de un mismo nivel de protección causan que en el ANOVA no aparezcan diferencias

significativas para la interacción de los factores tiempo y nprotección, que en definitiva es aquello que indica el efecto reserva. Por ello, estos resultados deben ser interpretados analizando las causas que subyacen a esta inexistencia de diferencias significativas, y que se comentan en el apartado de Discusión y Conclusiones.

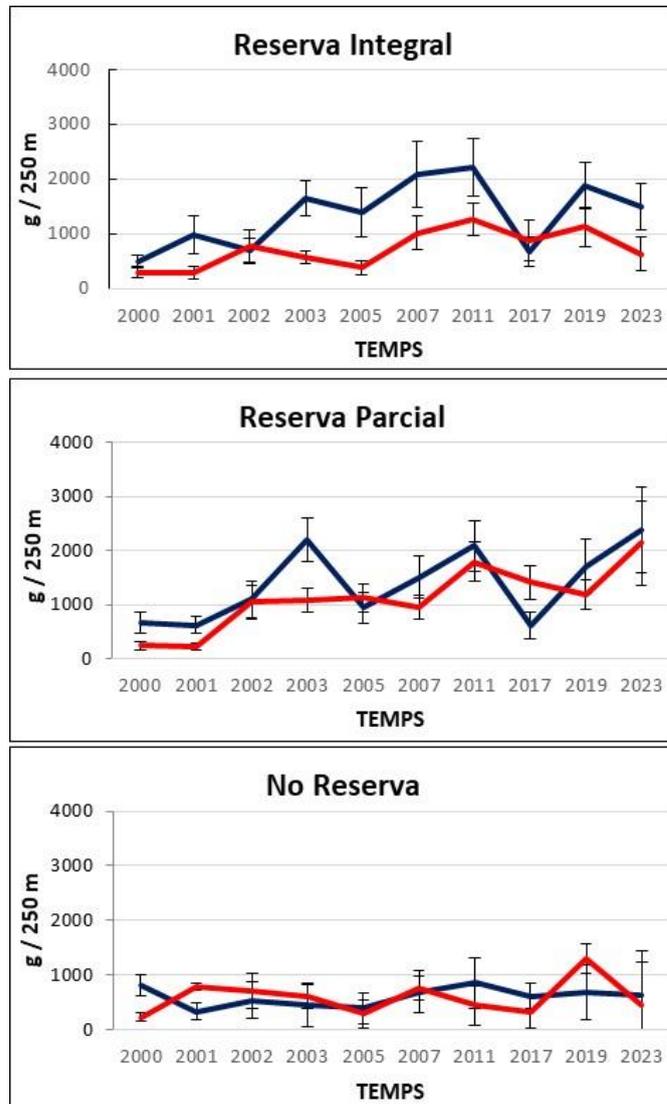


Figura 3.4.1. Variación de la biomasa media de peces de nivel trófico >3,5 entre las campañas del 2000 y 2023 en el estrato superficial, dentro de la reserva integral, la reserva parcial y las zonas control del Norte de Menorca. En azul la zona 1 y en rojo la zona 2 de cada nivel de protección.

Tabla 3.4.1. Análisis de la varianza de la biomasa de peces pertenecientes a niveles tróficos superiores a 3,5 (g/transecto) entre las 12 campañas (2000 – 2023; TIME), el nivel de protección (PROT) y la zona anidada dentro del nivel de protección (ZONA(PROT)). SC: suma de cuadrados, GL: grados de libertad, MC: media cuadrática, F= test de F; p = nivel de significancia (significativo si: $p < 0,01$).

	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	9,811670E+08	1	981167007	70,75629	0,003525
TIME	1,243397E+08	9	13815525	6,08953	0,000117
PROT	7,782478E+07	2	38912392	2,80614	0,205591
ANY*PROT	6,649814E+07	18	3694341	1,62837	0,122606
ZONA(PROT)	4,160061E+07	3	13866870	6,24733	0,001880
ANY*ZONA(PROT)	6,125599E+07	27	2268740	1,29839	0,141325
Error	1,972764E+09	1129	1747355		

❖ Estrato profundo

Como se puede observar en la Figura 3.4.2, la biomasa media de peces pertenecientes a niveles tróficos superiores a 3,5 presenta, por un lado, diferencias importantes en cuanto a sus valores entre los diferentes niveles de protección (RP>RI>NR) y, por otro, un comportamiento distinto en su evolución.

La RP presenta los valores promedio de $B_{NT>3,5}$ más elevados, con $8,4 \pm 3,2$ kg/transecto, seguida de la RI, con $3,4 \pm 1,5$ kg/transecto y de NR, con $0,9 \pm 0,4$ kg/transecto. Estas diferencias entre los niveles de protección se asemejan a las observadas para la biomasa total en el estrato profundo, dándose que, en todas las ocasiones, se trata de la RP la que presenta los niveles más elevados de biomasa, seguida de la RI y finalmente por la NR.

Las diferencias entre los niveles de protección se confirman en la Tabla 3.4.2, donde se indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes niveles de protección (PROT; $p < 0,01$). Además, mediante el test *post hoc*, ha podido confirmarse que la diferencia de biomasa se da entre todos los niveles de protección y que RP>RI>NR.

Por otra parte, no se han podido observar diferencias estadísticamente significativas en la biomasa de las especies con NT > 3,5 con el paso del tiempo (TIME; $p > 0,01$), así como tampoco se ha visto que exista interacción entre el tiempo transcurrido y el nivel de protección (TIME*PROT; $p > 0,01$).

En este caso no se han tenido en cuenta las zonas de estudio (ZONA) en el análisis estadístico debido una $p > 0,25$.

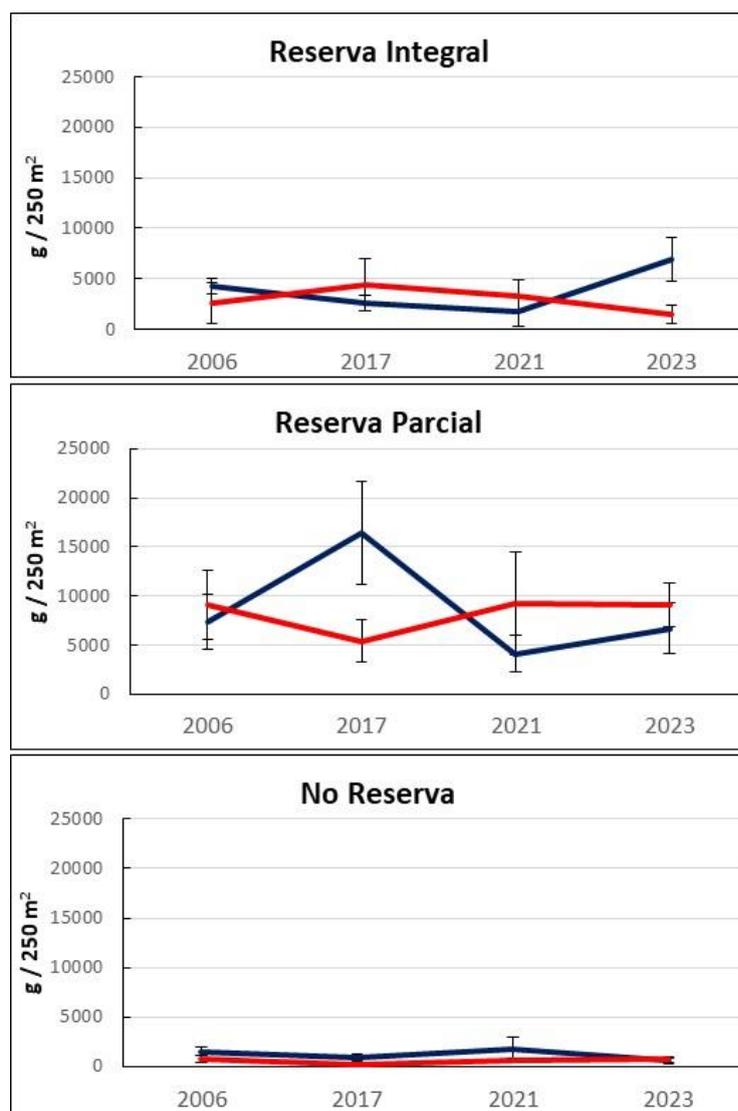


Figura 3.4.2. Variación de la biomasa media de peces de nivel trófico >3,5 entre las campañas del 2006 y 2023 en el estrato profundo, dentro de la reserva integral, la reserva parcial y las zonas control del Norte de Menorca. En azul la zona 1 y en rojo la zona 2 de cada nivel de protección.

Tabla 3.4.2. Análisis de la varianza de la biomasa de peces pertenecientes a niveles tróficos superiores a 3,5 entre 4 campañas (2006 – 2023; TIME) y el nivel de protección (PROT). SC: suma de cuadrados, GL: grados de libertad, MC: media cuadrática, F= test de F; p = nivel de significancia (significativo si: $p < 0,01$)

	SC	GL	MC	F	p
Intercept	2,857026E+09	1	2,857026E+09	69,13076	0,000000
TIME	4,328567E+07	3	1,442856E+07	0,34912	0,789829
PROT	1,561673E+09	2	7,808364E+08	18,89371	0,000000
TIME*PROT	8,877093E+07	6	1,479515E+07	0,35799	0,904412
Error	6,736440E+09	163	4,132785E+07		

4. Discusión y conclusiones

El análisis de la evolución temporal de los indicadores tratados (riqueza específica, densidad y biomasa total), junto con la comparación entre los diferentes niveles de protección, se presenta como una herramienta altamente valiosa para evaluar la eficacia de los modelos de gestión implementados en la Reserva Marina del Norte de Menorca (RMNM). De estos indicadores, la biomasa (Bt) es el indicador más representativo para evaluar las poblaciones de peces, ya que integra otros dos (densidad y talla), dando una visión general y fiable del poblamiento íctico en cada uno de los niveles de protección de la RMNM, así como la contribución de cada especie (u otros niveles taxonómicos) a la biomasa total (Coll *et al.*, 2012, 2013; Sandin *et al.*, 2008; Sandin y Sala, 2012).

De acuerdo con los análisis estadísticos en el estrato superficial, no se observan diferencias significativas de Bt entre diferentes niveles de protección (RI, RP y NR), ya que existe una gran dispersión de valores entre transectos; es decir, que la biomasa no está homogéneamente distribuida en el espacio. No obstante, en valores absolutos (Bt acumulada en cada zona durante una campaña), la RP presenta valores de Bt mayores a la RI, y esta a su vez a la NR (así: $RP > RI > NR$), dándose una distribución típica “a manchas” (*patchy distribution*) descrita en otras AMPs del Mediterráneo (García-Charton *et al.*, 2004). El valor que se viene considerando como referencia para definir un buen estado de los recursos ícticos en aguas baleares es de entre 4 y 5 kg/250m² (Coll, 2022). En el contexto del descenso generalizado de Bt en 2023 en todas las zonas estudiadas, los valores obtenidos en la RMNM son considerados muy bajos para la R2 ($1,6 \pm 0,3$ kg/transecto) y moderados tanto para la R1 ($5,2 \pm 0,7$ kg/transecto), como para la RP ($5,1 \pm 1,2$ kg/transecto, con bastante similitud entre las dos zonas de estudio). Aun así, el incremento es evidente respecto a la Bt estimada en el año 2000 (RI: x5 en R1 y x2 en R2; RP: x2,5 en RP1 y x7 en RP2).

Los resultados muestran que, tanto para el estrato superficial como para el estrato profundo, y contrariamente a lo que podría pensarse, es en la RP y no en la RI donde se ha registrado una mayor Bt, aunque se trate de un nivel de protección en el que se permiten las actividades extractivas como la pesca recreativa y la profesional. Esta particularidad ya se observó con anterioridad tanto en la RMNM (Coll *et al.*, 2019; 2021) como en otras AMPs de las Islas Baleares (Coll *et al.*, 2020; Arpa *et al.*, 2022; Morey *et al.*, 2022), y viene determinada principalmente por la mejor calidad del hábitat y la mayor exposición existente en la RP en comparación con la RI, lo que permite a la RP tener una mayor capacidad de carga (K; Coll *et al.*, 2012, 2013).

El modelo de capacidad de carga (K) definido por Coll *et al.* (2013) relaciona las variables a mesoescala: área de los tipos de sustrato (roca, *P. oceanica*, arena, sedimento detrítico, lecho marino mixto de roca y *P. oceanica*), pendiente mar adentro, nivel de exposición en cada sitio de muestreo y dos índices descriptores del hábitat, el índice de complejidad del hábitat (HCI) y la variable combinada (ERS = exposición, rugosidad, pendiente a mesoescala), con la Bt asintótica en áreas de máxima protección. Mediante este modelo, y en zonas no protegidas, se puede calcular la Bt esperada, es decir, el valor de Bt correspondiente a la zona de estudio si esta tuviera un nivel máximo de conservación. Así, si se analiza el nivel de explotación/conservación de cada sitio de pesca mediante

la definición de un rango de valores para la Bt, se puede determinar si los recursos se encuentran dentro de los límites de sostenibilidad (establecidos entre el 63% y el 35% de K) (Coll *et al.*, 2013).

Por esta razón, las zonas de estudio dentro de la RP en la RMNM presentan hábitats (variables a mesoescala) más adecuados para las especies que se busca proteger en comparación con las áreas en la RI. Esto resulta en una mayor capacidad de carga (K), lo que explica las diferencias observadas en la Bt de las especies estudiadas entre estos niveles de protección dentro de la RMNM. Además, este hecho se intensifica por la presencia de corrientes que favorecen una mayor abundancia de peces en la zona de la RP, localizada en las zonas más expuestas de la RMNM (Cap de Cavalleria, Illa des Porros) (Balbín *et al.*, 2014; Barral *et al.*, 2021).

De hecho, antes de la creación de la RMNM, se llevaron a cabo estudios para determinar las medidas de gestión y qué zonas eran las más interesantes/importantes a proteger, con tal de obtener los mayores beneficios ecosistémicos una vez establecidas las regulaciones correspondientes. Ballesteros (1992) elaboró una lista de zonas potenciales a tener una protección prioritaria en función de la riqueza, fragilidad y riesgo de degradación de los sistemas, en la que se marcaba como zona de protección prioritaria el área comprendida entre la Illa des Porros y el Cap des Morter (donde en la actualidad situamos las zonas de muestreo definidas como RP en este estudio: s'Olla, Cala Viola, Llosa des Patró Pere, e Illa des Porros).

No obstante, durante el proceso de formalización de la RMNM, debido a las presiones llevadas a cabo por el sector pesquero, estas consideraciones no fueron tenidas en cuenta y se limitó el área de la RI a una zona con una calidad de hábitat muy inferior, haciendo caso omiso a las zonas de protección prioritaria previamente propuestas (Ballesteros, 1992). La RI, caracterizada principalmente por la presencia de fondos rocosos homogéneos, sustrato detrítico costero y praderas de *P. oceanica*, no se propuso inicialmente como una zona de importancia para la protección debido a la baja calidad de sus hábitats, hecho que fue confirmado posteriormente mediante el modelo de capacidad de carga (Coll, 2013) y por los resultados obtenidos en otras AMPs de Baleares, siendo la RI de la RMNM la que peores resultados ha ofrecido, debido a presentar una fisiografía con pendiente suave, continuidad de hábitats y poca corriente (baja capacidad de carga, K), que favorece la dispersión y exportación de peces a zonas más productivas (Rojo *et al.*, 2021a).

De esta forma, se consiguió que la flota pesquera (y actualmente los centros de buceo recreativos) pudiesen hacer uso de las áreas con una mayor K (en beneficio de los pescadores) y limitar las restricciones de las actividades extractivas a un área con bajo interés para llevar a cabo la pesca. Sin embargo, no es adecuado afirmar que la RI carezca por completo de efectividad para el sector pesquero. La predominancia de ciertos hábitats dentro de la RI, como las praderas de *P. oceanica*, los afloramientos rocosos de escasa rugosidad y zonas de material detrítico costero en los estratos más profundos, con una pendiente suave desde la superficie, favorece la dispersión de los peces. Esto implica que las zonas adyacentes a la RI podrían estar beneficiándose de su protección total, incluyendo el beneficio para la pesca artesanal.

Juntamente con la K, es el impacto de las actividades pesqueras de artes menores lo que determina los resultados obtenidos en cada uno de los niveles de protección (Goetze *et al.*, 2011;

Lloret y Font, 2013). La flota pesquera balear ha sufrido y sufre un declive importante (pérdida del 60% de las embarcaciones de la flota de artes menores en 26 años (1986 – 2014)), resultado de diversos factores como la sobrepesca, la degradación del hábitat, la competencia con la pesca industrial, los cambios en las regulaciones pesqueras o factores socioeconómicos, entre otros. No obstante, en aquellas cofradías donde las AMPs cubren un porcentaje elevado de su ámbito territorial, el número de embarcaciones en sus flotas no se ha reducido tanto e incluso se ha revertido ligeramente la situación, como es el caso de la Còlonia de Sant Jordi, Alcúdia, Eivissa y Formentera (Cerdà *et al.*, 2020; Grau *et al.*, 2015; Grau, 2022).

La actividad pesquera, tanto la artesanal como la recreativa, se caracteriza por focalizar su actividad en zonas cercanas a la costa, usando gran variedad de *métiers*, cada uno de ellos de elevada especificidad pero afectando, en conjunto, a una gran diversidad de especies (Collocaet *al.*, 2004). Las técnicas con un mayor impacto sobre las zonas costeras estudiadas son la pesca de palangre de fondo (en su modalidad de artes menores), el curricán de fondo y la pesca con arpón o pesca submarina, y las especies más vulnerables son las demersales con movimientos reducidos y/o longevas (*Scorpaena* spp., *P. phycis*, *Epinephelus* spp., *S. umbra*) y otras con un mayor *home range* pero con bajas tasas de crecimiento, reproducción y un elevado interés pesquero (*S. aurata* o *D. labrax*) (Colloca *et al.*, 2004; Morales-Nin *et al.*, 2004).

En las zonas control estudiadas (NR), debido a que están permitidas las modalidades de pesca de mayor impacto, no solo se han registrado niveles más bajos de Bt, sino que también es posible notar una contribución reducida de las especies más vulnerables a la Bt estimada. En contraste, en la RI y en la RP, la prohibición de las técnicas pesqueras de mayor impacto (principalmente la pesca submarina) ha permitido el aumento en la biomasa de las especies vulnerables, hecho documentado extensamente en otras AMPs del Mediterráneo (Coll *et al.*, 1999; 2022; Morey *et al.*, 2020; Rojo *et al.*, 2021b).

Teniendo esto en cuenta, se ha podido observar un aumento de la Bt en todos los niveles de protección (RI, RP y NR), fenómeno que podría deberse a los efectos resultantes de las medidas de gestión, así como a la tendencia de cambio en las especies objetivo de la flota pesquera. Por una parte, el incremento de la Bt en la NR puede darse como consecuencia de la migración de organismos (*spillover*), a la dispersión de juveniles o por contribuciones reproductivas desde las áreas con mayor protección hacia el exterior de la reserva (Crec'hriouet *al.*, 2010; García-Rubies *et al.*, 2013; Harmelin-Vivien *et al.*, 2008; Planes *et al.*, 2000). Esto sugiere que la RI y la RP funcionan como reservorios y sistemas efectivos para sostener las poblaciones en las zonas no protegidas adyacentes a la reserva (NR) (Le Port *et al.*, 2017; Marshall *et al.*, 2019). Por otra parte, en los últimos años, la actividad de la flota pesquera ha cambiado, dejando de capturar ciertas especies que antes eran un objetivo habitual (*D. sargus* y *D. vulgaris*). Esto ha resultado en un aumento notable de la abundancia y de la Bt de estas dos especies, no solo dentro de las AMPs sino también en las áreas abiertas a la pesca, un fenómeno que no se limita únicamente a la RMNM, sino que es una tendencia observada en todo el archipiélago de las Islas Baleares (Morey *et al.*, 2020; Arpa *et al.*, 2022).

No obstante, aunque en el estrato superficial se había registrado un aumento gradual de la Bt en la RMNM y en las zonas de NR, la campaña actual (2023) marca un cambio en esta tendencia, ya que

se han observado valores de Bt (así como de densidad) significativamente más bajos de lo esperado en el estrato superficial, comparables a los obtenidos en campañas más tempranas, cercanas a la creación de la RMNM (Coll *et al.*, 2007b).

La disminución de Bt en el estrato superficial supone que entre la campaña anterior (Coll *et al.*, 2019) y la actual han acontecido una serie de eventos que han afectado negativamente a las poblaciones de peces de sustrato rocoso presentes no solo en la RMNM (RI y RP), sino también en las zonas control fuera de la reserva (NR). Este hecho es probablemente debido al incremento de la temperatura del agua tal como se comenta en el informe del seguimiento de las reservas marinas de Sa Dragonera (Coll *et al.*, 2022) y del Llevant de Mallorca (Morey *et al.*, 2022), resultando en un desplazamiento de los individuos hacia aguas más profundas, hecho que explicaría por qué el estrato profundo no se ha visto afectado (Caley *et al.*, 1996; De Leo y Micheli, 2015; Strathmann *et al.*, 2002).

En agosto de 2022 se alcanzaron unas temperaturas récord superiores a 30°C en las estaciones de muestreo del norte de Menorca, como parte de una ola de calor que también fue registrada en varias estaciones de la red T-MEDNet (<https://t-mednet.org/>) situadas en aguas baleares. Así, por ejemplo, en la estación de la Illa des Porros (situada en la RMNM), se registraron temperaturas cercanas a los 25°C a 10 m de profundidad durante la segunda quincena de junio de 2023, cuando se desarrolló la campaña de muestreo en la RMNM, y que fueron 4°C superiores a la registrada en 2019. Además, las temperaturas obtenidas tanto *in situ* como por T-MEDNet mostraron una estratificación en la columna de agua, con la termoclina situándose entre 15 y 20 m durante la segunda quincena de junio, por debajo de la cual la temperatura era de 20°C. En este sentido, podría esperarse que el calentamiento de las aguas superficiales resultase en un desplazamiento de algunas especies (o al menos de ciertos individuos) hacia aguas más profundas, como es el caso del mero *E. marginatus* (Alvarez-Berastegui *et al.* 2018), o que la profundización de la termoclina permitiese que ciertas especies ampliasen su rango batimétrico de distribución (e.g. el corvallo *S. umbra*; Brazo *et al.* 2021).

Por lo que se refiere al estrato profundo, se ha mantenido la estabilidad observada anteriormente en los valores elevados de Bt a lo largo de la serie temporal, con valores similares entre la primera (2006) y la última campaña (2023). La elevada Bt presente en este estrato se da por la correlación positiva entre la talla de los individuos y la profundidad, que surge como consecuencia directa de los cambios ontogénicos en la selección de hábitat, una característica común entre los peces, ampliamente descrita para especies costeras del Mediterráneo (Bell, 1983; Harmelin y Harmelin-Vivien, 1999; MacPherson, 1998).

Teniendo en cuenta todo esto, no se ha registrado una interacción entre el tiempo y los niveles de protección (TIME*PROT) para ninguno de los dos estratos, por lo que podemos decir que se ha visto comprometido el efecto reserva (García-Rubies y Zabala, 1990; Roberts y Polunin, 1991; Lester *et al.*, 2009). No obstante, se deben tener en cuenta las restricciones impuestas por los análisis estadísticos, de manera que a pesar de estos resultados se podría aplicar el argumento de “si a un pescador le dices la libertad de pescar en uno de los tres niveles de protección, seguiría eligiendo la RP, tanto en el estrato superficial como en el estrato profundo, debido a la mejor calidad de hábitat (mayor capacidad de carga), dándose valores absolutos de biomasa (Bt acumulada en cada zona durante una campaña) superiores en la RP en comparación a la RI y a la NR”.

En cuanto a la contribución de las especies a la biomasa total en el estrato superficial y en el estrato profundo, dos especies del género *Diplodus* (*D. vulgaris* y *D. sargus*) son las más importantes en todos los niveles de protección, siendo aún más relevantes en las áreas no protegidas (sobre todo para el estrato profundo de la NR). Por otra parte, se observa un aumento en la proporción de meros (*Epinephelus* spp.) y corvallos (*S. umbra*) en la RI y la RP, prácticamente inexistentes en la NR, consecuencia directa de las limitaciones y regulaciones de las actividades extractivas, que permiten la presencia de estas especies que se caracterizan por su elevado interés pesquero. Por tanto, se puede observar cómo ha cambiado la composición de la biomasa (%) de peces entre las campañas de 2001 y 2006 (en el estrato superficial y profundo, respectivamente) y la de 2023, siendo este un indicador importante sobre el efecto de la regulación de las actividades extractivas, dando lugar a la presencia de comunidades ícticas más maduras, con mayor abundancia de especies residentes, longevas, con bajas tasas de crecimiento/reproducción y vulnerables a la pesca. Se da, pues, un incremento en la contribución de las especies que se encuentran en niveles tróficos superiores a 3,5 y de las especies que presentan un mayor interés pesquero, manteniéndose, en todos los niveles de protección, los elevados porcentajes de espáridos, a la vez que se consigue una mayor equidad entre los niveles tróficos (Coll *et al.*, 1999; 2022; Morey *et al.*, 2020; Rojo *etal.*, 2021b).

5. Bibliografia

- Alvarez-Berastegui, D., Coll, J., Rueda, L., Stobart, B., Morey, G., Navarro, O., ... & Reñones, O. (2018). Multiscale seascape habitat of necto-benthic littoral species, application to the study of the dusky grouper habitat shift throughout ontogeny. *Marine Environmental Research*, 142: 21-31.
- Arpa, M., Morey, G., Coll, J. & Navarro, O. (2022). La Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera. Seguiment de les espècies íctiques d'interès pesquer sobre substrat rocós. *Informe Tècnic de la Direcció General de Pesca i Medi Marí/Govern de les Illes Balears-Tragsatec*. 77 pàgines.
- Balbín, R., López-Jurado, J. L., Flexas, M. D. M., Reglero, P., Vélez-Velchí, P., González-Pola, C., ... & Alemany, F. (2014). Interannual variability of the early summer circulation around the Balearic Islands: driving factors and potential effects on the marine ecosystem. *Journal of Marine Systems*, 138: 70-81.
- Ballesteros, E. (1992). Els fons marins de l'illa de Menorca: bionomia, estat general de conservació, interès i zones a protegir. *Jornades sobre conservació i desenvolupament a Menorca. UNESCO*, 1, 137-141.
- Ballesteros, E., & Cebrian, E. (2004). Estudi sobre la bionomia bentònica, biodiversitat i cartografia de les reserves marines dels Freus entre Eivissa i Formentera, de la badia de Palma i del Nord de Menorca. *Informe tècnic del Centre d'Estudis Avançats de Blanes-CSIC*, 3.
- Barral, Q. B., Zakardjian, B., Dumas, F., Garreau, P., Testor, P., & Beuvier, J. (2021). Characterization of fronts in the Western Mediterranean with a special focus on the NorthBalearic Front. *Progress in Oceanography*, 197: 102636.
- Bell, J. D. (1983). Effects of depth and marine reserve fishing restrictions on the structure of a rocky reef fish assemblage in the north-western Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ecology*, 357-369.
- Bell, J. D., Craik, G. J. S., Pollard, D. A., & Russell, B. C. (1985). Estimating length frequency distributions of large reef fish underwater. *Coral Reefs*, 4: 41-44.
- Brazo, A., Marques, R., Zimmermann, M., Aspillaga, E., Hereu, B., Saragoni, G., ... & Lenfant, P. (2021). Seasonal influence on the bathymetric distribution of an endangered fish within a marine protected area. *Scientific Reports*, 11(1): 13342.
- Caley, M. J., Carr, M. H., Hixon, M. A., Hughes, T. P., Jones, G. P., & Menge, B. A. (1996). Recruitment and the local dynamics of open marine populations. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27(1): 477-500.
- Cerdà, M., Grau, A. M., & Brotons, J. M. (2020). La gestió de la pesca artesanal a Cabrera:

passat, present i perspectives de futur. pp: 465-489. En: A.M. Grau, J.J. Fornós, D. Mateu, P.A. Oliver & B. Terrassa (eds.). *Arxipèlag de Cabrera: Història Natural. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 30. 738 pp.

- Crec'hriou, R., Alemany, F., Roussel, E., Chassanite, A., Marinaro, J. Y., Mader, J., ... & Planes, S. (2010). Fisheries replenishment of early life taxa: potential export of fish eggs and larvae from a temperate marine protected area. *Fisheries Oceanography*, 19(2): 135-150.
- Coll, J. (2022). The performance of partially protected zones. Examples from the Balearic Islands. Congreso sobre Áreas Marinas Protegidas (AMPs) del Mediterráneo Occidental/Western Mediterranean MPA Conference. Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació del Govern de les Illes Balears. Pàg: 28-3. Palma 27-29 de Octubre de 2022.
- Coll, J., Garcia-Rubies, A., Moranta, J., Stefanni, S., & Morales-Nin, B. (1999). Sport-fishing prohibition effects on the population structure of *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae) in the Cabrera Archipelago National Park (Majorca, W. Mediterranean). *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 42.
- Coll, J., Morey, G., Navarro, O., Martino, S., & Riera, F. (2007a). La Reserva Marina del Nord de Menorca (RMNM). Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós i anàlisi dels usos desenvolupats a la reserva. Període 2000-2006. Informe tècnic del Servei de Recursos Marins. *Direcció General de Pesca. Govern de les Illes Balears*; 40 pàgines.
- Coll, J., Garcia-Rubies, A., Morey, G., Navarro, O., Martino, S., Riera, F., & Grau, A. M. (2007b). The North of Minorca Marine Reserve (W Mediterranean) as a tool for a sustainable management of natural resources. The case of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). In *2nd Symposium on Mediterranean Groupers. Nice* (pp. 55-57).
- Coll, J., Morey, G., Navarro, O. & Grau, A.M. (2011). Avaluació dels recursos íctics litorals de la Rserve Marina del Nord de Menorca. Resultats del període 2000-2011. Informe tècnic de la Direcció General de medi Rural i Marí. Govern de les Illes Balears. 32 pàgines.
- Coll, J., Garcia-Rubies, A., Morey, G., & Grau, A. M. (2012). The carrying capacity and the effects of protection level in three marine protected areas in the Balearic Islands (NW Mediterranean). *Scientia Marina*, 76(4): 809-26.
- Coll, J., Garcia-Rubies, A., Morey, G., Reñones, O., Alvarez-Berastegui, D., Navarro, O., & Grau, A. M. (2013). Using no-take marine reserves as a tool for evaluating rocky-reef fish resources in the western Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 70(3): 578-590.
- Coll, J., Morey, G., Verger, F. & Navarro, O. (2017). La Reserva Marina del Nord de Menorca. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2017. Informe tècnic per a la Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears-Tragsatec, 51 pàgines.

- Coll, J., Morey, G., & Navarro, O. (2019). La Reserva Marina del Nord de Menorca. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2019. *Informe tècnic para la Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears-Tragsatec-SEMILLA*, 72 pàgines.
- Coll, J., Reñones, O., Moranta, J., Álvarez-Berastegui, D., & Cardona, L. (2020). Els peixos dels fons durs infralitorals de Cabrera. Efectes de 25 anys de protecció. In: Grau, A.M., J. J. Fornós, G. Mateu, P. Oliver i B. Terrassa. Arxipèlag de Cabrera: Història Natural. *Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 30: 243-277.
- Coll, J., Morey, G., & Navarro, O. (2021). La Reserva Marina del Nord de Menorca. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2021. *Informe tècnic para la Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears-Tragsatec-SEMILLA*, 47 pàgines.
- Coll, J., Morey, G., & Navarro, O. (2022). La Reserva Marina de Sa Dragonera. Seguimiento de los peces de fondos rocosos vulnerables a la pesca. *Informe tècnic para la Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears-Tragsatec-IRFAP*, 73 pàgines.
- Colloca, F., Crespi, V., Cerasi, S., & Coppola, S. R. (2004). Structure and evolution of the artisanal fishery in a southern Italian coastal area. *Fisheries Research*, 69(3): 359-369.
- Crist, E., Mora, C., & Engelman, R. (2017). The interaction of human population, food production, and biodiversity protection. *Science*, 356(6335): 260-264.
- De Leo, G. A., & Micheli, F. (2015). The good, the bad and the ugly of marine reserves for fishery yields. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1681): 20140276.
- Doney, S. C., Ruckelshaus, M., Emmett Duffy, J., Barry, J. P., Chan, F., English, C. A., ...& Talley, L. D. (2012). Climate change impacts on marine ecosystems. *Annual Review of Marine Science*, 4: 11-37.
- Francour, P., Harmelin, J. G., Pollard, D., & Sartoretto, S. (2001). A review of marine protected areas in the northwestern Mediterranean region: siting, usage, zonation and management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 11(3): 155-188.
- Froese, R., & Pauly, D. (2023). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org.
- García-Charton, J. A., Pérez-Ruzafa, A., Sánchez-Jerez, P., Bayle-Sempere, J. T., Reñones, O., & Moreno, D. (2004). Multi-scale spatial heterogeneity, habitat structure, and the effect of marine reserves on Western Mediterranean rocky reef fish assemblages. *Marine Biology*, 144: 161-182.
- Garcia-Rubies, A. (1997). Estudi ecològic de les poblacions de peixos litorals sobre

substrat rocós a la Mediterrània Occidental: efectes de la fondària, el substrat, l'estacionalitat i la protecció. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona.

- Garcia Rubies, A. (1999). Effects of fishing on community structure and on selected populations of Mediterranean coastal reef fish. *Naturalista Siciliano* 23 (Suppl.): 59-81.
- Garcia-Rubies, A & Coll, J. (2004). Evolució de la ictiofauna litoral de la Reserva del nord de Menorca: 2000-2003. Informe Final. Informe tècnic del CEAB-CSIC. 105 pàg.
- Garcia-Rubies, A., Zabala, M. & Limousin, M. (1990). Effects of total fishing prohibition on the rocky fish assemblages of Medes Islands marine reserve (NW Mediterranean). *Scientia Marina*, 54(4): 317-328.
- Garcia-Rubies, A., Hereu, B., & Zabala, M. (2013). Long-term recovery patterns and limited spillover of large predatory fish in a Mediterranean MPA. *PLoS One*, 8(9), e73922.
- Goetze, J. S., Langlois, T. J., Egli, D. P., & Harvey, E. S. (2011). Evidence of artisanal fishing impacts and depth refuge in assemblages of Fijian reef fish. *Coral Reefs*, 30: 507-517.
- Goñi, R., Adlerstein, S., Alvarez-Berastegui, D., Forcada, A., Renones, O., Criquet, G., ... & Planes, S. (2008). Spillover from six western Mediterranean marine protected areas:evidence from artisanal fisheries. *Marine Ecology Progress Series*, 366: 159-174.
- Grau, A. M. (2022). Las AMPs en las Islas Baleares. La política de reservas marines de les Illes Balears. *Congreso sobre Áreas Marinas Protegidas (AMPs) del Mediterráneo Occidental*: 8-12.
- Grau, A. M., Mayol, J., Oliver, J., Riera, F., & Riera, M. I. (2015). Llibre vermell dels peixos de les Illes Balears. *Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca. Govern Illes Balears*.
- Greene, L. E., & Alevizon, W. S. (1989). Comparative accuracies of visual assessment methods for coral reef fishes. *Bulletin of Marine Science*, 44(2): 899-912.
- Harmelin, J. G. (1987). Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rocheuse protégée en Méditerranée (Parc national de Port-Cros, France) Structure and Variability of the Ichthyo-fauna in a Mediterranean Protected Rocky Area (National Park of Port-Cros, France). *Marine Ecology*, 8(3): 263-284.
- Harmelin, J. G., & Harmelin-Vivien, M. (1999). A review on habitat, diet and growth of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). *Marine Life*, 9(2), 11-20.
- Harmelin-Vivien, M., Le Diréach, L., Bayle-Sempere, J., Charbonnel, E., García- Charton, J. A., Ody, D., ... & Valle, C. (2008). Gradients of abundance and biomass acrossreserve boundaries in six Mediterranean marine protected areas: evidence of fish spillover? *Biological conservation*, 141(7): 1829-1839.
- Kelleher, G. (1999). Guidelines for marine protected areas. *UCN World Commission on Protected Areas (WCPA), Coastal Zone Management Centre, NL, Cardiff University, Department of City and Regional Planning, UK, United States, NOAA, United Kingdom,*

Countryside Council for Wales.

- Le Port, A., Montgomery, J. C., Smith, A. N. H., Croucher, A. E., McLeod, I. M., & Lavery, S. D. (2017). Temperate marine protected area provides recruitment subsidies to local fisheries. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1865), 20171300.
- Lester, S. E., Halpern, B. S., Grorud-Colvert, K., Lubchenco, J., Ruttenberg, B. I., Gaines, S. D., ... & Warner, R. R. (2009). Biological effects within no-take marine reserves: a global synthesis. *Marine Ecology Progress Series*, 384: 33-46.
- Lleonart, J. (2011). Los recursos pesqueros del Mediterráneo. *Quaderns de la Mediterrània Cuadernos del Mediterráneo*, 16: 246-51.
- Lloret, J., & Font, T. (2013). A comparative analysis between recreational and artisanal fisheries in a Mediterranean coastal area. *Fisheries Management and Ecology*, 20(2-3): 148-160.
- Luckhurst, B. E., & Luckhurst, K. (1978). Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities. *Marine Biology*, 49: 317-323.
- Macpherson, E. (1998). Ontogenetic shifts in habitat use and aggregation in juvenile sparid fishes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 220(1): 127-150.
- Margalef, R. (1993). Teoría de los sistemas ecológicos. Edicions Universitat de Barcelona. 290 pp.
- Marshall, D. J., Gaines, S., Warner, R., Barneche, D. R., & Bode, M. (2019). Underestimating the benefits of marine protected areas for the replenishment of fished populations. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(7): 407-413.
- Morey, G., Moranta, J., Massutí, E., Grau, A., Linde, M., Riera, F., & Morales-Nin, B. (2003). Weight-length relationship of littoral to lower slope fishes from the western Mediterranean. *Fisheries Research*, 62: 89-96.
- Morales-Nin, B., Morey, G., Moranta, J., Ruiz, A., Palmer, M., Ordines, F., & Tugores, P. (2004). Seguiment de les mesures de protecció sobre la comunitat íctica de les reserves marines de les Illes Balears. *CSIC-IMEDEA. Informe tècnic*, 756 pàgines.
- Morey, G., Coll, J., Verger, F., & Navarro, O. (2020). Les reserves marines de l'illa del Toro i les Illes Malgrats. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables de substrat rocós. Juliol de 2020. *Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears- Tragsatec. Informe tècnic*, 140 pàgines.
- Morey, G., Coll, J., Arpa, M., & Navarro, O. (2022). La reserva marina del Llevant de Mallorca. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrato rocoso. Novembre de 2020. *Direcció General de Pesca i Medi Marí/Govern de les Illes Balears- Tragsatec*. 98 pàgines.
- Ordines, F., Moranta, J., Palmer, M., Lerycke, A., Suau, A., Morales-Nin, B., & Grau, A. M. (2005). Variations in a shallow rocky reef fish community at different spatial scales in the

western Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 304: 221-233.

- Planes, S., Galzin, R., Rubies, A. G., Goñi, R., Harmelin, J. G., Le Diréach, L., ... & Quetglas, A. (2000). Effects of marine protected areas on recruitment processes with special reference to Mediterranean littoral ecosystems. *Environmental Conservation*, 27(2): 126-143.
- Roberts, C. M., & Polunin, N. V. (1991). Are marine reserves effective in management of reef fisheries? *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 1: 65-91.
- Rojo, I., Irigoyen, A. J., Cuadros, A., Calo, A., Pereniguez, J. M., Hernández-Andreu, R., ... & García-Charton, J. A. (2021a). Detection of protection benefits for predatory fishes depends on census methodology. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 31(7): 1670-1685.
- Rojo, I., Anadón, J. D., & García-Charton, J. A. (2021b). Exceptionally high but still growing predatory reef fish biomass after 23 years of protection in a Marine Protected Area. *PLoS One*, 16(2), e0246335.
- Sandin, S. A., & Sala, E. (2012). Using successional theory to measure marine ecosystem health. *Evolutionary Ecology*, 26: 435-448.
- Sandin, S. A., Smith, J. E., DeMartini, E. E., Dinsdale, E. A., Donner, S. D., Friedlander, A. M., ... & Sala, E. (2008). Baselines and degradation of coral reefs in the Northern Line Islands. *PLoS One*, 3(2), e1548.
- Sciberras, M., Jenkins, S. R., Kaiser, M. J., Hawkins, S. J., & Pullin, A. S. (2013). Evaluating the biological effectiveness of fully and partially protected marine areas. *Environmental Evidence*, 2(1): 1-31.
- Sciberras, M., Jenkins, S. R., Mant, R., Kaiser, M. J., Hawkins, S. J., & Pullin, A. S. (2015). Evaluating the relative conservation value of fully and partially protected marine areas. *Fish and Fisheries*, 16(1) : 58-77.
- Soininen, J., Passy, S., & Hillebrand, H. (2012). The relationship between species richness and evenness: a meta-analysis of studies across aquatic ecosystems. *Oecologia*, 169: 803-809.
- Strathmann, R. R., Hughes, T. P., Kuris, A. M., Lindeman, K. C., Morgan, S. G., Pandolfi, J. M., & Warner, R. R. (2002). Evolution of local recruitment and its consequences for marine populations. *Bulletin of Marine Science*, 70(1): 377-396.
- Sumaila, U. R., Bellmann, C., & Tipping, A. (2016). Fishing for the future: An overview of challenges and opportunities. *Marine Policy*, 69: 173-180.
- Underwood, A. J. (1997). Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge University Press.
- Zar, J. H. (1984). Simple linear regression. *Biostatistical analysis*, 4: 324-35.

Anexo 1 – Categorías espaciales (Harmelin, 1987)

Tabla A1.1. Ejemplos de las especies vulnerables a la pesca registradas en los censos visuales incluidas dentro de las categorías espaciales 1, 3, 5 y 6 de Harmelin (1987).

Categoría Espacial	Definición	Ejemplos
1	Especies muy móviles, que se desplazan en agua libres, erráticas, generalmente diurnas y que viven en bancos (incluidas especies planctófagas, omnívoras y carnívoras).	Serviola (<i>Seriola dumerili</i>) Espetones (<i>Sphyræna</i> spp.) Palometón (<i>Lichia amia</i>) Dentón (<i>Dentex dentex</i>) Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>).
3	Especies nectobentónicas, mesófagas, con importantes desplazamientos horizontales y movimientos moderados a lo largo del eje vertical. Presentan una actividad básicamente diurna y muestran una marcada fidelidad por zonas determinadas.	Sargo picudo (<i>Diplodus puntazzo</i>) Sargo (<i>Diplodus sargus</i>) Mojarra (<i>Diplodus vulgaris</i>) Chopa (<i>Spondylisoma cantharus</i>) Dorada (<i>Sparus aurata</i>)
5	Especies nectobentónicas, meso y macrocarnívoras. Marcadamente sedentarias, con desplazamientos verticales y horizontales poco importantes.	Lábridos (<i>Labrus</i> spp.) Grandes serránidos (<i>Epinephelus</i> spp. y <i>Mycteroperca rubra</i>) Corvallo (<i>Sciaena umbra</i>)
6	Especies nectobentónicas muy sedentarias que dependen de una cueva donde encuentran un refugio momentáneo o un reposo cíclico (incluidas especies de hábitos tanto diurnos como nocturnos).	Congrio (<i>Conger conger</i>) Morena (<i>Muraena helena</i>) Escorpénidos (<i>Scorpaena</i> spp.) Brótola de roca (<i>Phycis phycis</i>)

Anexo 2 – Riqueza específica (S)

Tabla A2.1. Especies vulnerables a la pesca registradas dentro de los transectos superficiales entre las campañas de 2000 y 2023 (+: presencia; -: ausencia). En azul las especies agrupadas en la categoría 1 de Harmelin (1987).

	Reserva Integral (RI)	Reserva Parcial (RP)	No Reserva (NR)
<i>Dentex dentex</i>	+	+	+
<i>Dicentrarchus labrax</i>	-	+	-
<i>Seriola dumerili</i>	-	+	-
<i>Sphyraena viridensis</i>	-	+	+
<i>Diplodus puntazzo</i>	+	+	+
<i>Diplodus sargus</i>	+	+	+
<i>Diplodus vulgaris</i>	+	+	+
<i>Sparus aurata</i>	+	+	+
<i>SpondylIOSoma cantharus</i>	+	+	+
<i>Epinephelus caninus</i>	+	-	+
<i>Epinephelus costae</i>	+	+	+
<i>Epinephelus marginatus</i>	+	+	+
<i>Mycteroperca rubra</i>	+	+	+
<i>Labrus merula</i>	+	+	+
<i>Labrus viridis</i>	+	+	+
<i>Conger conger</i>	-	-	+
<i>Muraena helena</i>	+	+	+
<i>Phycis phycis</i>	+	+	+
<i>Sciaena umbra</i>	+	+	+
<i>Scorpaena porcus</i>	+	+	+
<i>Scorpaena scrofa</i>	+	-	+
Total	17	18	19

Tabla A2.2. Especies vulnerables a la pesca registradas dentro de los transectos en el estrato profundo entre las campañas de 2006 y 2023 (+: presencia; -: ausencia). En azul las especies agrupadas en la categoría 1 de Harmelin (1987).

	Reserva integral (RI)	Reserva Parcial (RP)	No Reserva (NR)
<i>Dentex dentex</i>	+	+	+
<i>Seriola dumerili</i>	-	+	-
<i>Sphyraena viridensis</i>	+	+	-
<i>Diplodus puntazzo</i>	+	+	+
<i>Diplodus sargus</i>	+	+	+
<i>Diplodus vulgaris</i>	+	+	+
<i>Sparus aurata</i>	+	+	-
<i>SpondylIOSoma cantharus</i>	+	+	+
<i>Epinephelus costae</i>	+	+	+
<i>Epinephelus marginatus</i>	+	+	+
<i>Mycteroperca rubra</i>	+	+	-
<i>Labrus merula</i>	+	+	+
<i>Labrus viridis</i>	+	+	+
<i>Muraena helena</i>	+	+	+
<i>Phycis phycis</i>	-	+	+
<i>Sciaena umbra</i>	+	+	+
<i>Scorpaena porcus</i>	+	-	+
<i>Scorpaena scrofa</i>	+	+	+
Total	16	17	14

Tabla A2.3. Test *post-hoc* de Newman-Keuls para PROT.

PROT	R	RP	NR
R		0,000035	0,545120
RP	0,000035		0,000080
NR	0,545120	0,000080	

Anexo 3 – Densidad estrato superficial

Tabla A3.1. Densidad media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 1 de la reserva integral (Pedra de Sa Sal) en el 2023 y en cuatro campañas anteriores.

	2000		2007		2017		2019		2023	
	Media	EE								
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	0,07	0,05	0,00	0,00	0,11	0,08	0,11	0,08	0,11	0,11
<i>D. puntazzo</i>	0,07	0,07	0,33	0,18	0,39	0,14	0,11	0,08	0,56	0,34
<i>D. sargus</i>	3,48	0,68	4,56	1,01	5,72	1,00	5,39	0,78	5,67	1,73
<i>D. vulgaris</i>	8,00	1,21	20,56	4,39	16,61	2,13	22,89	3,98	20,89	3,67
<i>S. aurata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,11
<i>E. costae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. marginatus</i>	0,74	0,17	1,56	0,30	0,33	0,14	0,50	0,22	1,33	0,65
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L. merula</i>	0,15	0,07	0,28	0,16	0,67	0,20	1,28	0,28	0,22	0,22
<i>L. viridis</i>	0,22	0,08	0,22	0,10	0,00	0,00	0,22	0,13	0,22	0,15
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. umbra</i>	0,00	0,00	0,44	0,25	0,06	0,06	0,50	0,22	0,56	0,29
<i>S. porcus</i>	0,30	0,17	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	0,07	0,05	0,06	0,06	0,17	0,17	0,22	0,13	0,00	0,00

Tabla A3.2. Densidad media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 2 de la reserva integral (Cala Calderer) en el 2023 y en cuatro campañas anteriores.

	2000		2007		2017		2019		2023	
	Media	EE								
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	0,11	0,06	0,00	0,00	0,11	0,08	0,00	0,00	0,11	0,11
<i>D. puntazzo</i>	0,11	0,06	0,50	0,20	0,39	0,18	0,17	0,09	0,00	0,00
<i>D. sargus</i>	2,89	0,56	4,83	1,12	4,89	0,87	6,39	1,35	3,00	0,67
<i>D. vulgaris</i>	7,11	1,48	13,17	2,23	13,50	2,45	13,94	2,32	5,44	0,91
<i>S. aurata</i>	0,00	0,00	0,11	0,08	0,11	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	0,00	0,00	0,56	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,11
<i>E. marginatus</i>	0,41	0,12	0,83	0,17	0,39	0,20	0,33	0,16	1,00	0,44
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L. merula</i>	0,22	0,08	0,44	0,18	0,56	0,12	0,89	0,23	0,22	0,15
<i>L. viridis</i>	0,15	0,07	0,11	0,08	0,06	0,06	0,11	0,08	0,22	0,15
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. umbra</i>	0,00	0,00	0,61	0,39	0,11	0,11	0,28	0,19	0,22	0,22
<i>S. porcus</i>	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla A3.3. Densidad media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 1 de la reserva parcial (s'Olla) en el 2023 y en cuatro campañas anteriores.

	2000		2007		2017		2019		2023	
	Media	EE								
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	0,11	0,06	0,11	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,24
<i>D. puntazzo</i>	0,48	0,15	0,28	0,14	0,89	0,34	1,44	0,53	0,22	0,15
<i>D. sargus</i>	8,37	1,85	5,22	1,66	7,94	0,93	9,39	1,44	3,11	0,68
<i>D. vulgaris</i>	8,41	2,10	13,11	2,91	21,67	5,45	18,50	2,57	19,67	4,02
<i>S. aurata</i>	0,04	0,04	0,33	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	0,11	0,11	0,33	0,20	0,11	0,08	1,78	0,61	0,00	0,00
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,11
<i>E. marginatus</i>	1,00	0,18	1,22	0,26	0,83	0,25	1,06	0,25	1,89	0,73
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,11
<i>L. merula</i>	0,26	0,09	0,17	0,12	0,22	0,10	0,56	0,20	0,33	0,17
<i>L. viridis</i>	0,15	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,09	0,00	0,00
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,00
<i>S. umbra</i>	0,15	0,15	0,33	0,14	0,06	0,06	0,33	0,20	1,22	0,76
<i>S. porcus</i>	0,19	0,08	0,00	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla A3.4. Densidad media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 2 de la reserva parcial (Cala Viola) en el 2023 y en cuatro campañas anteriores.

	2000		2007		2017		2019		2023	
	Media	EE								
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	0,00	0,00	0,17	0,12	0,06	0,06	0,11	0,08	0,11	0,11
<i>D. puntazzo</i>	0,26	0,13	0,72	0,23	0,94	0,26	0,72	0,24	1,33	0,44
<i>D. sargus</i>	3,22	0,71	6,78	2,12	11,94	2,41	23,11	3,89	9,00	2,99
<i>D. vulgaris</i>	5,26	0,73	7,28	1,11	9,61	1,86	8,56	1,37	11,67	2,42
<i>S. aurata</i>	0,00	0,00	0,17	0,09	0,00	0,00	0,11	0,11	0,11	0,11
<i>S. cantharus</i>	0,00	0,00	0,33	0,24	0,11	0,08	1,22	0,79	0,11	0,11
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,11
<i>E. marginatus</i>	0,67	0,17	1,00	0,28	1,72	0,28	0,83	0,20	1,11	0,45
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,11
<i>L. merula</i>	0,67	0,15	0,44	0,15	0,61	0,18	1,28	0,23	0,89	0,42
<i>L. viridis</i>	0,15	0,07	0,17	0,09	0,22	0,10	0,11	0,08	0,00	0,00
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. umbra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,11
<i>S. porcus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla A3.5. Densidad media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 1 del área no protegida en el exterior de la reserva (Cap Pentiner) en el 2023 y en cuatro campañas anteriores.

	2000		2007		2017		2019		2023	
	Media	EE								
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	0,19	0,09	0,17	0,12	0,17	0,12	0,06	0,06	0,22	0,22
<i>D. puntazzo</i>	0,11	0,06	0,11	0,08	0,78	0,26	0,56	0,29	0,56	0,29
<i>D. sargus</i>	1,96	0,39	0,39	0,16	3,56	0,97	1,56	0,38	1,33	0,44
<i>D. vulgaris</i>	6,11	0,73	9,17	1,52	11,44	1,54	11,33	1,67	7,11	0,82
<i>S. aurata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	0,00	0,00	0,06	0,06	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. marginatus</i>	0,81	0,18	0,67	0,18	0,50	0,20	0,28	0,14	0,33	0,17
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L. merula</i>	0,11	0,06	0,50	0,19	0,39	0,14	1,06	0,21	0,56	0,34
<i>L. viridis</i>	0,22	0,08	0,11	0,08	0,11	0,08	0,06	0,06	0,22	0,15
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. umbra</i>	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. porcus</i>	0,07	0,05	0,00	0,00	0,22	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00

Tabla A3.6. Densidad media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 2 del área no protegida en el exterior de la reserva (Arenal d'en Castell) en el 2023 y en cuatro campañas anteriores.

	2000		2007		2017		2019		2023	
	Media	EE								
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	0,00	0,00	0,11	0,08	0,00	0,00	0,11	0,08	0,00	0,00
<i>D. puntazzo</i>	0,19	0,09	0,17	0,12	0,78	0,17	0,33	0,14	0,44	0,18
<i>D. sargus</i>	4,70	1,06	8,17	4,41	6,78	2,07	8,22	2,61	3,22	0,83
<i>D. vulgaris</i>	10,93	1,32	11,33	1,53	13,50	2,79	15,28	1,50	9,67	0,73
<i>S. aurata</i>	0,00	0,00	0,11	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,11
<i>E. marginatus</i>	0,67	0,13	0,94	0,17	0,28	0,11	0,11	0,08	0,33	0,17
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,11
<i>L. merula</i>	0,37	0,12	0,28	0,11	0,28	0,14	0,39	0,14	0,89	0,31
<i>L. viridis</i>	0,11	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,08	0,00	0,00
<i>S. umbra</i>	0,11	0,11	0,17	0,09	0,33	0,20	0,17	0,12	0,11	0,11
<i>S. porcus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,15

Anexo 4 – Densidad estrato profundo

Tabla A4.1. Densidad media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 1 de la reserva integral (Pedra de Sa Sal) en el 2023 y en tres campañas anteriores.

	2006		2017		2021		2023	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	0,18	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>D. puntazzo</i>	0,09	0,09	0,00	0,00	0,20	0,20	0,00	0,00
<i>D. sargus</i>	0,55	0,25	1,00	0,37	0,40	0,24	0,33	0,33
<i>D. vulgaris</i>	12,27	3,21	8,33	2,51	10,20	3,92	7,67	5,33
<i>S. aurata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	0,00	0,00	0,50	0,22	0,20	0,20	0,17	0,17
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	1,27	0,41	0,67	0,33	0,00	0,00	0,17	0,17
<i>E. marginatus</i>	0,91	0,28	0,50	0,22	0,00	0,00	1,33	0,67
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17
<i>L. merula</i>	0,64	0,24	0,67	0,33	0,60	0,40	0,50	0,50
<i>L. viridis</i>	0,18	0,12	0,17	0,17	0,20	0,20	0,33	0,21
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. umbra</i>	0,82	0,63	0,17	0,17	1,00	1,00	1,00	0,63
<i>S. porcus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17
<i>S. scrofa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,00	0,00

Tabla A4.2. Densidad media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 2 de la reserva integral (Cala Calderer) en el 2023 y en tres campañas anteriores.

	2006		2017		2021		2023	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,37	0,00	0,00
<i>D. puntazzo</i>	0,00	0,00	0,29	0,29	0,80	0,58	0,00	0,00
<i>D. sargus</i>	0,33	0,19	3,29	1,90	2,60	1,29	1,83	1,08
<i>D. vulgaris</i>	9,83	3,18	8,86	3,79	10,00	2,65	13,83	6,13
<i>S. aurata</i>	0,00	0,00	0,14	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	0,17	0,17	0,14	0,14	0,00	0,00	0,33	0,21
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. marginatus</i>	0,25	0,13	0,57	0,30	0,20	0,20	0,50	0,34
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,17	0,17
<i>L. merula</i>	0,17	0,11	0,14	0,14	0,40	0,40	0,50	0,34
<i>L. viridis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,00	0,00
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. umbra</i>	0,00	0,00	2,00	1,15	2,40	1,50	0,17	0,17
<i>S. porcus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla A4.3. Densidad media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 1 de la reserva parcial (Llosa des Patró Pere) en el 2023 y en tres campañas anteriores.

	2006		2017		2021		2023	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	0,58	0,29	0,33	0,33	0,17	0,17	0,40	0,24
<i>D. puntazzo</i>	0,25	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,40	0,24
<i>D. sargus</i>	1,50	0,56	4,67	3,35	2,00	0,45	1,00	0,63
<i>D. vulgaris</i>	22,75	9,86	10,33	4,13	18,17	8,53	19,00	7,19
<i>S. aurata</i>	0,33	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	0,00	0,00	0,17	0,17	0,83	0,48	0,20	0,20
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	0,08	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. marginatus</i>	1,08	0,53	1,17	0,48	0,83	0,40	1,00	0,32
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L. merula</i>	0,17	0,11	0,67	0,33	0,33	0,21	0,20	0,20
<i>L. viridis</i>	0,00	0,00	0,33	0,21	0,17	0,17	0,20	0,20
<i>P. phycis</i>	0,25	0,18	0,00	0,00	0,33	0,21	0,20	0,20
<i>S. umbra</i>	1,67	0,64	6,33	1,84	2,17	0,87	2,40	1,25
<i>S. porcus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	0,17	0,17	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla A4.4. Densidad media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 2 de la reserva parcial (Illa des Porros) en el 2023 y en tres campañas anteriores.

	2006		2017		2021		2023	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	0,83	0,24	0,17	0,17	0,33	0,21	0,00	0,00
<i>D. puntazzo</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	0,33	0,33
<i>D. sargus</i>	2,00	1,82	1,67	0,92	4,17	2,23	4,17	2,88
<i>D. vulgaris</i>	25,00	8,73	18,00	5,56	35,50	10,13	15,17	8,35
<i>S. aurata</i>	0,08	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	0,58	0,50	3,33	3,33	7,83	7,64	0,67	0,33
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	0,17	0,11	0,50	0,34	1,33	0,80	0,17	0,17
<i>E. marginatus</i>	2,00	0,59	1,17	0,40	1,17	0,79	0,67	0,33
<i>M. rubra</i>	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,50	0,34
<i>L. merula</i>	0,17	0,11	0,33	0,33	0,67	0,21	0,17	0,17
<i>L. viridis</i>	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	0,17	0,17	0,17	0,17	0,33	0,21
<i>S. umbra</i>	0,00	0,00	0,83	0,83	0,00	0,00	4,00	0,97
<i>S. porcus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla A4.5. Densidad media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 1 del área no protegida en el exterior de la reserva (Ses Capelles) en el 2023 y en tres campañas anteriores.

	2006		2017		2021		2023	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	0,58	0,19	0,33	0,21	0,50	0,34	0,50	0,34
<i>D. puntazzo</i>	0,00	0,00	0,33	0,21	0,33	0,21	0,67	0,33
<i>D. sargus</i>	0,92	0,50	5,17	2,24	1,00	0,45	1,83	0,40
<i>D. vulgaris</i>	34,67	8,64	26,17	1,49	12,00	0,97	13,83	3,28
<i>S. aurata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	0,58	0,31	1,17	0,31	0,50	0,50	0,00	0,00
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. marginatus</i>	0,50	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L. merula</i>	0,25	0,18	0,67	0,33	0,67	0,33	0,33	0,21
<i>L. viridis</i>	0,08	0,08	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	0,00	0,00
<i>S. umbra</i>	0,00	0,00	0,17	0,17	1,67	1,67	0,00	0,00
<i>S. porcus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	0,17	0,17	0,17	0,17	0,00	0,00	0,17	0,17

Tabla A4.6. Densidad media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 2 del área no protegida en el exterior de la reserva (Cap Gros) en el 2023 y en tres campañas anteriores.

	2006		2017		2021		2023	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	0,17	0,11	0,00	0,00	0,17	0,17	0,50	0,22
<i>D. puntazzo</i>	0,00	0,00	0,50	0,29	0,33	0,21	0,00	0,00
<i>D. sargus</i>	1,33	0,67	0,50	0,29	1,33	0,49	2,00	0,82
<i>D. vulgaris</i>	11,33	1,58	9,00	0,71	13,00	3,16	6,67	1,41
<i>S. aurata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	0,08	0,08	0,50	0,29	0,00	0,00	0,17	0,17
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	0,08	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. marginatus</i>	0,25	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L. merula</i>	0,17	0,11	0,50	0,29	1,33	0,33	0,67	0,33
<i>L. viridis</i>	0,17	0,11	0,50	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. umbra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00
<i>S. porcus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	0,08	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17

Anexo 5 – Biomasa estrato superficial

Tabla A5.1. Test *post-hoc* de Newman-Keuls para PROT(ZONA).

	PROT	ZONA	1	2	3	4	5	6
1	NR	1		0,006355	0,000008	0,005799	0,000020	0,000017
2	NR	2	0,006355		0,003710	0,723142	0,000017	0,000031
3	R	1	0,000008	0,003710		0,004214	0,000028	0,164819
4	R	2	0,005799	0,723142	0,004214		0,000008	0,000082
5	RP	1	0,000020	0,000017	0,000028	0,000008		0,000840
6	RP	2	0,000017	0,000031	0,164819	0,000082	0,000840	

Tabla A5.2. Biomasa total media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 1 de la reserva integral (Pedra de Sa Sal) en el 2023 y en cuatro campañas anteriores.

	2000		2007		2017		2019		2023	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	22,82	16,52	0,00	0,00	67,89	49,68	154,07	121,00	113,20	113,20
<i>D. puntazzo</i>	4,81	4,81	75,26	56,03	47,65	19,11	24,03	16,75	174,27	101,20
<i>D. sargus</i>	252,41	55,78	770,61	199,47	887,72	241,31	1090,44	183,22	1422,54	424,08
<i>D. vulgaris</i>	208,17	37,27	1288,98	325,72	1104,79	141,33	2850,56	617,17	2129,23	299,15
<i>S. aurata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	19,95	19,95	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,32	14,32
<i>E. costae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. marginatus</i>	369,58	109,92	1799,71	541,12	258,24	139,46	424,58	223,56	943,88	431,32
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L. merula</i>	22,01	15,09	62,08	38,91	197,68	62,30	398,77	123,29	87,23	87,23
<i>L. viridis</i>	35,47	22,72	73,36	38,70	0,00	0,00	122,45	81,33	47,62	32,67
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	142,01	101,42	18,87	18,87	614,16	301,56	288,91	149,09
<i>S. umbra</i>	13,16	7,22	0,00	0,00	0,54	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. porcus</i>	21,44	18,24	8,21	8,21	104,59	104,59	167,88	91,53	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla A5.3. Biomasa total media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 2 de la reserva integral (Cala Calderer) en el 2023 y en cuatro campañas anteriores.

	2000		2007		2017		2019		2023	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	101,16	79,20	0,00	0,00	119,79	88,92	0,00	0,00	57,37	57,37
<i>D. puntazzo</i>	13,39	9,32	52,15	22,25	65,88	27,81	20,40	12,77	0,00	0,00
<i>D. sargus</i>	225,21	51,82	661,28	176,15	866,01	201,60	1452,01	378,20	529,92	135,73
<i>D. vulgaris</i>	279,77	81,92	870,43	243,00	1212,73	300,08	1607,67	385,47	482,15	125,06
<i>S. aurata</i>	0,00	0,00	35,88	24,61	155,89	109,42	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	0,00	0,00	160,00	160,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	0,00	0,00	42,20	42,20	0,00	0,00	0,00	0,00	7,90	7,90
<i>E. marginatus</i>	155,11	71,83	687,53	303,33	442,92	320,73	390,32	216,35	316,98	227,44
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L. merula</i>	22,89	11,45	118,78	53,48	70,14	21,40	289,40	102,16	61,70	41,17
<i>L. viridis</i>	5,29	3,29	18,37	15,02	22,76	22,76	50,27	46,63	60,29	41,17
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	107,80	66,43	42,16	42,16	395,77	293,07	128,03	128,03
<i>S. umbra</i>	3,53	3,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. porcus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	22,10	22,10	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla A5.4. Biomasa total media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 1 de la reserva parcial (s'Olla) en el 2023 y en cuatro campañas anteriores.

	2000		2007		2017		2019		2023	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	130,79	86,13	82,38	56,91	0,00	0,00	0,00	0,00	279,68	178,41
<i>D. puntazzo</i>	110,69	39,08	45,26	23,46	125,52	54,28	336,86	153,67	48,10	35,58
<i>D. sargus</i>	920,44	264,34	766,23	233,31	1726,98	266,14	2388,84	364,21	542,72	130,09
<i>D. vulgaris</i>	401,81	110,12	908,27	197,37	1876,40	463,71	2433,72	424,71	2229,51	648,10
<i>S. aurata</i>	9,57	9,57	344,63	278,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	19,39	19,39	48,88	28,04	13,26	9,15	942,81	378,12	0,00	0,00
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,94	35,94
<i>E. marginatus</i>	433,39	137,64	918,39	219,21	488,00	238,35	1119,94	376,76	1337,07	519,05
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,24	21,24
<i>L. merula</i>	11,65	4,26	34,92	24,66	38,63	24,62	107,77	51,14	53,70	42,44
<i>L. viridis</i>	4,31	2,54	0,00	0,00	0,00	0,00	20,90	13,17	0,00	0,00
<i>P. phycis</i>	64,30	64,30	119,54	60,52	48,13	48,13	356,98	203,27	649,25	442,28
<i>S. umbra</i>	8,18	4,19	0,00	0,00	1,85	1,85	10,01	10,01	0,00	0,00
<i>S. porcus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	36,38	36,38	78,06	78,06	0,00	0,00

Tabla A5.5. Biomasa total media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 2 de la reserva parcial (Cala Viola) en el 2023 y en cuatro campañas anteriores.

	2000		2007		2017		2019		2023	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	0,00	0,00	148,25	109,72	15,63	15,63	76,65	52,64	44,14	44,14
<i>D. puntazzo</i>	31,26	22,25	49,87	20,42	176,02	54,63	187,25	94,45	165,88	71,34
<i>D. sargus</i>	315,84	103,52	1258,19	453,89	2770,19	705,10	5998,86	953,48	1789,67	631,89
<i>D. vulgaris</i>	160,07	26,85	305,17	59,98	815,32	221,09	1053,33	181,35	1041,19	312,06
<i>S. aurata</i>	0,00	0,00	122,29	84,49	0,00	0,00	95,33	95,33	35,88	35,88
<i>S. cantharus</i>	0,00	0,00	16,73	11,98	3,88	2,74	393,57	308,31	4,76	4,76
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,11	52,11
<i>E. marginatus</i>	195,34	78,26	574,69	212,24	1083,78	262,84	611,88	199,32	1674,70	825,66
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,71	6,71
<i>L. merula</i>	43,22	14,33	71,52	24,96	236,54	76,48	378,46	121,63	229,43	118,61
<i>L. viridis</i>	5,61	4,54	31,06	20,11	69,33	33,65	18,37	15,02	0,00	0,00
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	96,26	96,26
<i>S. umbra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. porcus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla A5.6. Biomasa total media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 1 del área no protegida en el exterior de la reserva (Cap Pentiner) en el 2023 y en cuatro campañas anteriores.

	2000		2007		2017		2019		2023	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	269,89	143,25	151,13	104,27	212,89	146,93	36,56	36,56	394,20	394,20
<i>D. puntazzo</i>	24,61	13,96	7,16	4,91	58,72	23,27	117,58	58,77	104,04	59,42
<i>D. sargus</i>	184,76	58,01	57,20	31,85	373,70	80,95	254,88	62,14	211,50	93,36
<i>D. vulgaris</i>	175,79	31,45	319,56	68,59	708,55	122,79	1321,05	305,37	647,54	179,46
<i>S. aurata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	0,00	0,00	0,06	0,06	1,34	1,34	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. marginatus</i>	497,80	143,21	415,31	132,59	285,00	166,86	241,45	152,21	68,85	45,28
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L. merula</i>	12,90	8,06	99,48	37,56	80,42	36,63	359,02	98,20	157,87	97,27
<i>L. viridis</i>	18,57	10,69	4,03	2,83	29,55	21,94	14,80	14,80	20,74	14,56
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	6,88	6,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. umbra</i>	17,67	12,37	0,00	0,00	11,72	6,15	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. porcus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,82	29,82	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	0,00	0,00	13,41	13,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla A5.7. Biomasa total media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 2 del área no protegida en el exterior de la reserva (Arenal d'en Castell) en el 2023 y en cuatro campañas anteriores.

	2000		2007		2017		2019		2023	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	745,23	745,23	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	0,00	0,00	78,67	59,53	0,00	0,00	78,67	59,53	0,00	0,00
<i>D. puntazzo</i>	4,45	2,23	32,14	28,58	69,68	23,54	29,85	16,30	48,14	20,74
<i>D. sargus</i>	342,73	106,02	1520,98	1008,71	1397,63	681,40	1891,13	643,14	570,80	226,63
<i>D. vulgaris</i>	266,95	46,79	605,21	146,38	1131,87	394,37	1525,70	196,82	843,88	116,80
<i>S. aurata</i>	0,00	0,00	56,52	41,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	9,26	8,14	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,93	20,93
<i>E. marginatus</i>	159,32	52,47	554,23	195,47	129,45	70,45	64,28	48,08	61,47	47,14
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,33	9,33
<i>L. merula</i>	28,02	13,56	46,05	19,01	82,98	35,75	107,46	40,15	216,80	141,06
<i>L. viridis</i>	29,09	22,48	9,01	9,01	26,05	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>P. phycis</i>	17,55	17,55	16,97	9,33	97,38	59,39	105,51	102,96	56,72	56,72
<i>S. umbra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,29	6,29	0,00	0,00
<i>S. porcus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	82,23	57,80
<i>S. scrofa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	190,59	131,04	0,00	0,00

Anexo 6 – Biomasa estrato profundo

Tabla A6.1. Test *post-hoc* de Newman-Keuls para PROT.

PROT	R	RP	NR
R		0,000009	0,156485
RP	0,000009		0,000022
NR	0,156485	0,000022	

Tabla A6.2. Densidad media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 1 de la reserva integral (Pedra de Sa Sal) en el 2023 y en tres campañas anteriores.

	2006		2017		2021		2023	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	167,60	113,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>D. puntazzo</i>	10,99	10,99	0,00	0,00	62,41	62,41	0,00	0,00
<i>D. sargus</i>	144,55	71,28	367,76	139,69	114,10	77,07	91,21	91,21
<i>D. vulgaris</i>	760,58	234,77	708,83	250,13	1759,36	658,78	1295,30	918,74
<i>S. aurata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	0,00	0,00	23,21	15,18	24,96	24,96	10,66	10,66
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	1055,86	315,92	1029,05	478,74	0,00	0,00	217,45	217,45
<i>E. marginatus</i>	2084,57	660,63	867,94	493,17	0,00	0,00	4637,49	2312,39
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	217,84	217,84
<i>L. merula</i>	248,11	124,71	208,57	111,86	143,28	102,62	81,17	81,17
<i>L. viridis</i>	45,43	37,32	252,09	252,09	99,60	99,60	79,38	50,73
<i>S. umbra</i>	658,49	536,43	196,90	196,90	1402,14	1402,14	1652,51	1070,35
<i>S. porcus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,54	5,54
<i>S. scrofa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	63,98	63,98	0,00	0,00
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla A6.3. Densidad media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 2 de la reserva integral (Cala Calderer) en el 2023 y en tres campañas anteriores.

	2006		2017		2021		2023	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	655,97	299,05	0,00	0,00
<i>D. puntazzo</i>	0,00	0,00	73,45	73,45	202,81	174,17	0,00	0,00
<i>D. sargus</i>	52,95	30,01	1076,76	652,41	774,51	383,58	342,83	182,55
<i>D. vulgaris</i>	1182,64	395,61	1121,70	576,29	1422,31	390,58	2086,18	1016,54
<i>S. aurata</i>	0,00	0,00	274,05	274,05	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	8,90	8,90	0,77	0,77	0,00	0,00	48,47	31,11
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. marginatus</i>	2518,37	2021,63	1985,00	1474,65	300,43	300,43	1115,99	836,55
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	125,67	125,67	88,39	88,39
<i>L. merula</i>	41,06	32,62	117,28	117,28	70,25	70,25	101,06	86,77
<i>L. viridis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	53,29	53,29	0,00	0,00
<i>S. umbra</i>	0,00	0,00	1974,37	1200,01	2081,67	1307,33	144,39	144,39
<i>S. porcus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla A6.4. Densidad media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 1 de la reserva parcial (Llosa des Patró Pere) en el 2023 y en tres campañas anteriores.

	2006		2017		2021		2023	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	402,62	198,17	890,03	890,03	66,21	66,21	303,88	188,85
<i>D. puntazzo</i>	84,27	58,92	20,14	20,14	52,01	52,01	49,59	32,23
<i>D. sargus</i>	335,38	95,37	1027,55	559,25	549,65	137,09	171,19	104,85
<i>D. vulgaris</i>	2810,25	1210,44	880,07	275,63	3345,91	1682,77	2573,19	1113,93
<i>S. aurata</i>	462,80	295,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	0,00	0,00	20,80	20,80	223,14	126,12	54,77	54,77
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	122,73	122,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. marginatus</i>	4635,97	2245,22	8215,50	2898,57	1923,43	1010,64	3790,41	1802,86
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L. merula</i>	126,00	85,32	475,61	220,53	92,55	59,14	37,97	37,97
<i>L. viridis</i>	0,00	0,00	232,24	164,52	118,77	118,77	24,50	24,50
<i>S. umbra</i>	1222,88	437,59	6558,05	2135,22	1864,05	756,30	2519,37	1133,62
<i>S. porcus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	27,49	27,49	42,13	42,13	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>P. phycis</i>	398,68	271,79	0,00	0,00	34,10	31,17	29,17	29,17

Tabla A6.5. Densidad media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 2 de la reserva parcial (Illa des Porros) en el 2023 y en tres campañas anteriores.

	2006		2017		2021		2023	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	1208,94	447,87	249,69	249,69	418,75	345,44	0,00	0,00
<i>D. puntazzo</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	33,68	33,68	41,05	41,05
<i>D. sargus</i>	482,58	436,24	276,66	135,71	1168,33	635,36	1014,45	741,58
<i>D. vulgaris</i>	1704,45	636,23	1792,63	752,69	4952,67	1364,76	1738,10	1018,34
<i>S. aurata</i>	40,37	40,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	161,35	138,34	2779,93	2779,93	1457,10	1435,80	227,35	108,16
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	262,94	180,43	609,94	387,09	3322,13	2388,76	191,66	191,66
<i>E. marginatus</i>	6916,92	2699,32	3388,28	1584,61	4906,30	3459,75	3318,35	1953,52
<i>M. rubra</i>	563,60	563,60	217,84	217,84	247,59	247,59	745,41	528,98
<i>L. merula</i>	107,98	75,85	92,55	92,55	222,51	105,43	31,64	31,64
<i>L. viridis</i>	0,00	0,00	238,24	238,24	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. umbra</i>	0,00	0,00	596,23	596,23	0,00	0,00	4418,23	1113,18
<i>S. porcus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	31,57	31,57	62,24	62,24	385,52	252,12

Tabla A6.6. Densidad media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 1 del área no protegida en el exterior de la reserva (Ses Capelles) en el 2023 y en tres campañas anteriores.

	2006		2017		2021		2023	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	562,28	250,51	293,13	207,75	302,24	193,33	238,32	159,21
<i>D. puntazzo</i>	0,00	0,00	12,14	7,94	60,03	38,39	154,24	83,81
<i>D. sargus</i>	156,44	87,43	1206,36	662,71	207,35	125,76	387,02	143,13
<i>D. vulgaris</i>	2031,70	505,91	2562,16	460,43	1752,37	225,51	1716,49	461,53
<i>S. aurata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	89,97	48,18	105,49	35,96	120,56	120,56	0,00	0,00
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. marginatus</i>	789,23	318,35	0,00	0,00	0,00	0,00	173,35	173,35
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L. merula</i>	111,91	75,49	248,56	158,33	141,33	92,40	119,97	81,47
<i>L. viridis</i>	49,89	49,89	99,78	99,78	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. umbra</i>	0,00	0,00	169,24	169,24	1312,58	1312,58	0,00	0,00
<i>S. porcus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	3,20	3,20	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	18,71	18,71	117,38	117,38	0,00	0,00	42,13	42,13
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	9,49	9,49	0,00	0,00

Tabla A6.7. Densidad media y error estándar (EE) de todas las especies vulnerables a la pesca censadas en la Zona 2 del área no protegida en el exterior de la reserva (Cap Gros) en el 2023 y en tres campañas anteriores.

	2006		2017		2021		2023	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<i>C. conger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. helena</i>	261,17	188,57	0,00	0,00	109,68	109,68	478,70	225,45
<i>D. puntazzo</i>	0,00	0,00	133,72	77,42	104,02	65,79	0,00	0,00
<i>D. sargus</i>	331,25	172,28	110,76	72,99	292,56	150,92	436,60	157,97
<i>D. vulgaris</i>	618,53	130,93	1471,93	95,36	2265,55	706,48	979,11	227,71
<i>S. aurata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. cantharus</i>	7,58	7,58	38,74	23,04	0,00	0,00	35,91	35,91
<i>E. caninus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. costae</i>	54,36	54,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>E. marginatus</i>	353,00	291,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>M. rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L. merula</i>	32,18	26,05	115,62	92,07	383,23	162,05	144,87	65,56
<i>L. viridis</i>	55,01	42,46	149,80	87,54	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. umbra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	120,63	120,63	0,00	0,00
<i>S. porcus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>S. scrofa</i>	21,06	21,06	0,00	0,00	0,00	0,00	81,22	81,22
<i>P. phycis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00