EFECTO DEL ÁREA MARINA PROTEGIDA DE LAS ISLAS DE VENTOTENE Y SANTO STEFANO SOBRE LA COMUNIDAD DE PECES

AUTOR:

ENRIQUE OGALLAS MOLIZ

TUTOR:

JOSÉ CARLOS HERNÁNDEZ PÉREZ

MÁSTER EN BIOLOGÍA MARINA: BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

JUNIO, 2018

JOSÉ CARLOS HERNÁNDEZ PÉREZ, profesor contratado doctor del Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología de la Universidad de La Laguna,

CERTIFICA:

Que la memoria presentada por el graduado en Biología Enrique Ogallas Moliz, titulado "Efecto del área marina protegida de las islas de Ventotene y Santo Stefano sobre la comunidad de peces", ha sido realizada bajo mi dirección y considero que reúne todas las condiciones de calidad y rigor científico requeridas para optar a su presentación como Trabajo de Fin de Máster, en el Máster de Biología Marina: Biodiversidad y Conservación de la Universidad de La Laguna, curso 2016-2018.

Y para que así conste y surta los efectos oportunos, firmo el presente certificado

En San Cristóbal de La Laguna, a 29 de Mayo de 2018

Fdo. Dr. José Carlos Hernández Pérez

Índice

Resumen 4
Abstract 4
1. Introducción 5
1.1 Generalidades de las Áreas Marinas Protegidas 5
1.2 AMP de las islas de Ventotene y Santo Stefano 6
1.3 Objetivo del TFM: Efecto reserva 8
2. Material y métodos 9
2.1 Zonación, localidades de estudio y temporalidad del muestreo. 9
2.2 Muestreo de peces 11
2.3 Análisis de los datos. 13
2.4 Organismos y comunidades presentes en los fondos del AMP-VSS 13
3. Resultados 17
3.1 Análisis descriptivo 17
3.2 Efecto reserva sobre la biomasa peces 19
4. Discusión 24
5. Conclusiones 26
6. Agradecimientos 27
7. Bibliografía 28

Resumen

El presente estudio pretende examinar el efecto de la reserva marina protegida de las islas de Ventotene y Santo Stefano, mediante el estudio de la biomasa de la comunidad de peces en las diferentes zonas de protección, Para ello se realizaron muestreos de abundancia y talla de peces en dos periodos de tiempo y en distintas localidades, dentro de la reserva. Las especies de peces encontradas se analizaron en su conjunto como comunidad, pero también se agruparon en especies comerciales bentónicas, especies comerciales pelágicas con el objetivo de determinar el posible efecto de la reserva sobre estos grupos por separado. Por otro lado, y dado su importante papel socioeconómico, el caso del mero, fue analizado aparte. Los resultados indican que existen diferencias significativas en la biomasa de peces para las distintas zonas de la reserva estudiadas. La zona A de reserva integral presentó un mayor número y biomasa de especies comerciales bentónicas. Del mismo modo, el mero presentó mayores biomasas dentro de la reserva. Sin embargo, en las especies pelágicas, su biomasa vino determinada por la variabilidad estacional. El presente trabajo pone de manifiesto la utilidad del Área Marina Protegida de las islas de Ventotene y Santo Stefano para aumentar la biomasa de peces de interés comercial.

Palabras clave: Área Marina Protegida, biomasa de peces, comunidad de peces, efecto reserva.

Abstract

The present study aims to examine the effect of the marine protected reserve of the islands of Ventotene and Santo Stefano, by studying the biomass of the fish community in the different protected zones. For that they sampled and sized the fish in two periods of time and in different locations, within the reserve. The fish species that were found were analysed together as a community, but they were also grouped into benthic commercial species, commercial species with the objective of determining the possible effect of the reserve on these groups separately. On the other hand, and given its important socioeconomic role, the case of the grouper was analysed separately. The results indicate that there are significant differences in fish biomass for the other areas of the reserve studied. The zone A of integral reserve presented a greater number and biomass of benthic commercial species. In the same way, the grouper presented higher biomasses within the reserve. But in the case of the pelagic species, their biomass was determined by seasonal variability and not by the effect of the reserve. This study highlights the utility of the Marine Protected Area of the islands of Ventotene and Santo Stefano to increase the biomass of fish of commercial interest.

Key words: Community of fish, fish biomass, marine protected area, reserve effect.

1. Introducción

1.1 Generalidades de las Áreas Marinas Protegidas.

Las Áreas Marinas Protegidas (AMPs) han tenido, a escala global, un desarrollo fundamental en las últimas décadas puesto que son consideradas como un instrumento eficiente para la protección de la biodiversidad, la conservación del ambiente marino y como modelo para el estudio de las poblaciones marinas en ausencia de la pesca (Massaro, 2009). El éxito de éstas se mide en relación al cumplimiento de lo planificado en los objetivos de gestión, teniendo en cuenta que este cumplimiento dependerá de las especies protegidas o del tiempo con respecto al establecimiento del AMP (Mosqueira *et al*., 2000; Claudet *et al*., 2006). Los efectos positivos de las AMPs se ven claramente en el aumento de la abundancia y biomasa de la comunidad de especies marinas, aumento de la proporción de individuos más grandes y longevos (Côté *et al*., 2001) e incluso en el aumento de los rendimientos de pesca local en zonas adyacentes (García-Charton *et al*., 2008).

En el Mediterráneo, el número de AMPs ha aumentado desde el primer parque nacional marino de Port-Cros en 1963 (Francour *et al*., 2001; Fraschetti *et al*., 2005). En general, el tipo de AMP más extendidas son aquellas donde las actividades humanas están reguladas, a fin de conciliar las necesidades de conservación con las del desarrollo sostenible (Badalamenti *et al*., 2000). Las AMPs en las cuales cualquier forma de actividad antrópica está prohibida, son bastante raras en el Mediterráneo y suelen ser de pequeño tamaño. En el caso de Italia, la legislación nacional prevé la puesta en funcionamiento de AMPs con objetivos tanto naturalistas como socioeconómicos y, por lo tanto, se suelen sectorizar en niveles de protección diferentes: Zona "reserva integral" A, Zona reserva "general" B y Zona de reserva "parcial" C (Di Donato, 2008).

Desde un punto de vista ecológico, la alteración de los ecosistemas marinos litorales por la sobrepesca de los depredadores de mayor tamaño, genera un efecto cascada sobre las cadenas tróficas (Tegner & Dayton, 2000; Shears & Babcock, 2002), desequilibrando el ecosistema marino y generando sistemas empobrecidos con poca capacidad para generar beneficios económicos. En este sentido, varios estudios han explorado el efecto del cese de la pesca dentro de las reservas marinas y han descubierto que, en general, la abundancia

y biomasa de las poblaciones de peces explotadas son mayores dentro de las áreas protegidas comparado con las áreas cercanas a la reserva, tanto en el Mediterráneo (Bell, 1983; García-Rubies & Zabala, 1990; Francour, 1994; Harmelin *et al*., 1995) como en otras zonas del Atlántico (García-Charton *et al*., 2008).

1.2 AMP de las islas de Ventotene y Santo Stefano.

El Área Marina Protegida de Ventotene y Santo Stefano (AMP de VSS) comprende las aguas entre ambas islas, con una extensión de unas 2800 ha de superficie marina y 10 km de costa. Éstas junto con Ponza, Zannone y Palmarola constituyen el archipiélago Pontino, caracterizado por presentar una geografía de origen volcánico. Ventotene y Santo Stefano son las islas más recientes del archipiélago, formándose hace 800.000 años.

Este AMP fue constituida el 12 de diciembre de 1997 por el Ministerio de Ambiente, quedando reflejada en la ley de áreas marinas protegidas n. 394/91. Dos años más tarde, el 11 de mayo de 1999 fue proclamada por el decreto del ministerio como Reserva Natural Terrestre.

Estas dos islas se caracterizan por presentar unos fondos marinos muy heterogéneos, lo que favorece el asentamiento de una gran diversidad de poblaciones bentónicas. La presencia de numerosos veriles, cavidades y pequeñas cuevas permiten la existencia de organismos esciófilos a pocos metros de profundidad. Las praderas de la fanerógama marina *Posidonia oceanica* son también de gran importancia (Figura 1), ya que alcanzan profundidades de más de 40 metros gracias a la transparencia del agua. Los numerosos deslizamientos de tierra, típicos de los riscos volcánicos, son lugares importantes para el reclutamiento de especies de peces. Otro aspecto importante a destacar es el paso estacional de las grandes especies pelágicas, como el atún, el palometón, la barracuda o el medregal (Figura 2), así como grupos de cetáceos (Ministerio de Marina Mercantil, 1990; Di Stefano, 2004).

Figura 1. Fondo rocoso recubierto por *Posidonia oceanica* observado durante los muestreos en la zona B situada en la isla de Santo Stefano, que desciende hasta los 40 metros de profundidad.

Figura 2. Las zonas abiertas son zonas de paso utilizadas comúnmente por especies de peces pelágicos, como medregales o barracudas. Sitio de muestreo La Molara, Zona A.

1.3 Objetivo del TFM: Funcionalidad del AMP a través del “efecto reserva”.

La necesidad de creación de un AMP surgió por la creciente evidencia de que la explotación excesiva de los recursos pesqueros tiene un impacto claro sobre las especies de interés comercial y una desestructuración de las comunidades y ecosistemas marinos (Jackson *et al*., 2001), con efectos perjudiciales sobre éstos (Worm *et al*., 2006; Cattaeo-Vietti *et al*., 2011).

La evaluación del llamado “efecto de reserva” consiste en el estudio del aumento potencial en densidad y tamaño y / o biomasa (entendido como 'peso fresco' por unidad de área de muestra) de las especies objetivo de la pesca dentro de un AMP en comparación con las áreas de control abiertas a la pesca, de acuerdo con unos planes de muestreo apropiados (Guidetti, 2002) (Figura 3).

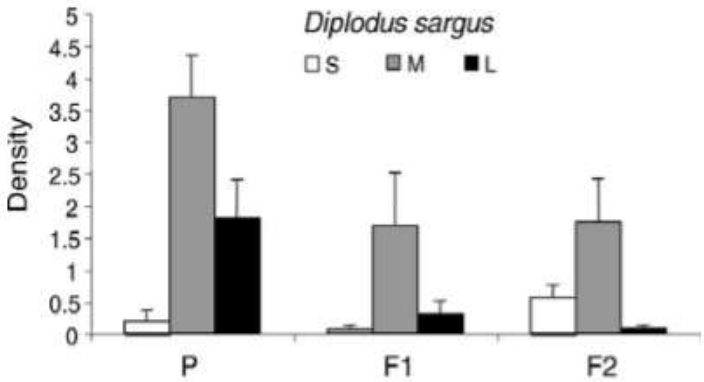

Figura 3. Ejemplo de 'efecto de reserva' (ER). Densidad media (± SE, número de individuos 125 m^2) de *Diplodus sargus*, en sitios protegidos (P) del Área Marina Protegida de Miramare (Trieste) y desprotegido (F1, F2), en relación con el tamaño del pez (S: pequeño = pequeño; M: medio = mediano; L: grande = grande). Guidetti *et al*., 2005).

En el presente estudio, nos centraremos en comprobar si se cumple el efecto reserva, comparando la abundancia y biomasa de peces de las distintas zonas de protección, haciendo un especial hincapié en especies de interés comercial.

2. Material y métodos

2.1 Zonación, localidades de estudio y temporalidad del muestreo.

El AMP de VSS está sectorizada en tres áreas: La Zona A o reserva integral, la Zona B o reserva general y la Zona C o reserva parcial (Tunesi & Diviacco, 1993) (Figura 4).

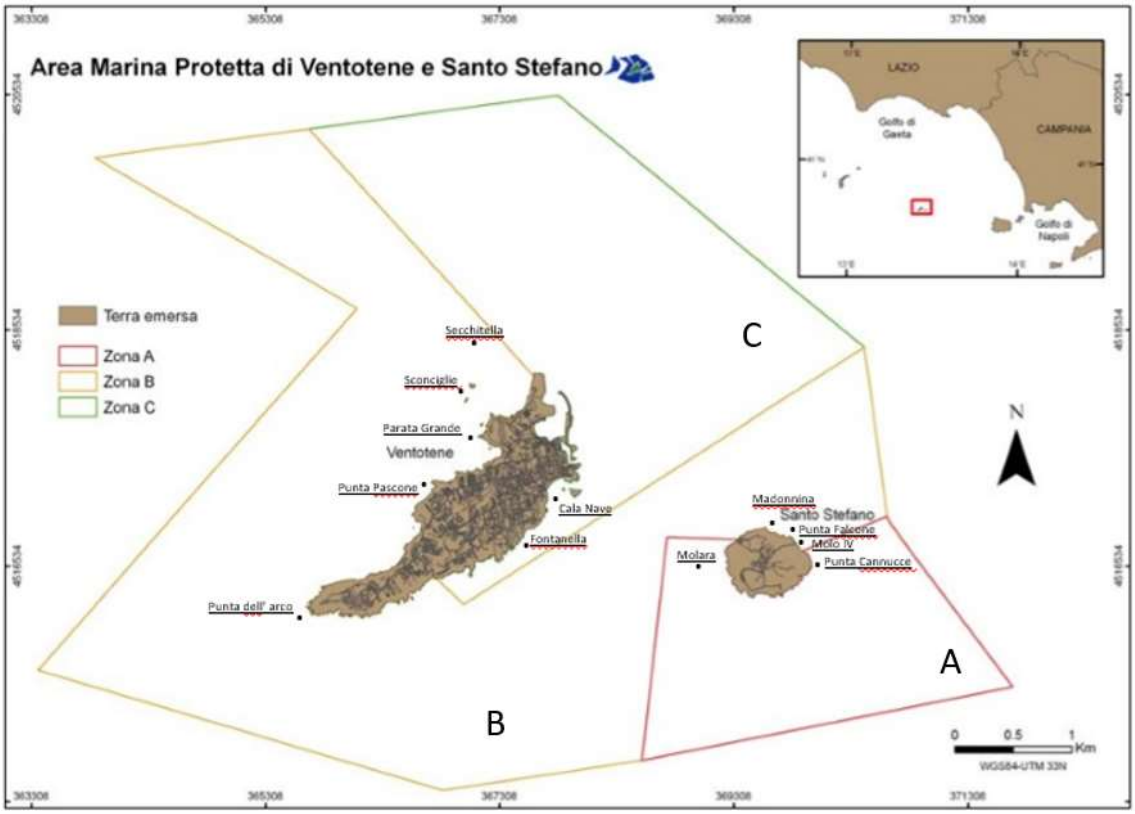

Figura 4. Zonación de las tres zonas del AMP-VSS (A, B y C) y localidades de muestreo.

La zona A es el corazón de la reserva, en ella está prohibido todo tipo de actividad que pueda causar daño o perturbación en el medio marino, salvo aquellas relacionadas con su gestión y la investigación. Presenta un área de 410 ha.

La zona B es una zona donde se permite una serie de actividades de menor impacto posible, como por ejemplo buceo, baño, visitas guiadas, amarre y fondeo en zonas específicas o la navegación a baja velocidad. Presenta un área de 1600 ha.

Por último, la zona C es un área de amortiguamiento entre las zonas de mayor importancia naturalista y los sectores fuera del AMP. En ella están permitidas actividades con un

impacto moderado, como la navegación de embarcaciones a motor, amarre, fondeo o incluso la pesca deportiva (Di Donato, 2008). Presenta un área de 789 ha.

El objetivo de la Zona B y de la Zona C es combinar las necesidades de conservación con el uso y el uso sostenible de los recursos marinos.

A modo de resumen, ver la tabla 1, donde se especifican los usos permitidos en cada uno de los sectores del AMP.

Tabla 1. Reglamento de las actividades reguladas dentro del AMP de VSS. L: Actividad sujeta a limitaciones. A: Actividad consentida con autorización. S: Actividad consentida. N: Actividad no consentida

	Navegación	Amarre	Baño	Pesca profesional	Pesca deportiva	Visitas guiadas	Buceo con equipo pesado
ZONA A	L/A	N	S	N	N	N	L/A
ZONA B	L/A	L	S	L/A	L/A	A	A
ZONA C	S	L	S	L/A	L/A	A	S

Para el estudio de las poblaciones de peces, la distribución de tamaños y los efectos de la protección, se realizaron un total de 77 muestreos en el interior del AMP de VSS durante el verano de 2017 (junio – septiembre), repartidos en las diferentes zonas del AMP. Como se observa en la anterior figura 4, los puntos de muestreo elegidos fueron: en la zona C las localidades “Cala Nave” y “Fontanella”; en la zona B “Punta Pascone”, “Shecchitella”, “Sconciglie”, “Parata Grande”, “Punta dell’Arco”, “Molo IV”, “Punta Falcone” y “Madonnina”; mientras que en la zona A se eligieron las localidades “Punta Cannucce” y “Molara”.

Cada una de las localidades fue muestreada en dos tiempos diferentes para tener en cuenta la posible variabilidad temporal dentro de la misma época del año.

2.2 Muestreo de peces.

La metodología de *Underwater Visual Census* (UVC), es una técnica visual bajo el agua que se introdujo en la década de 1950, pero su gran desarrollo tuvo lugar durante la década de 1970 (Harmelin-Vivien *et al*., 1975) en el campo de la investigación de peces en el Parque nacional francés de Port-Cros. Este tipo de metodología no destructiva permite observar los organismos "in situ" sin necesidad de extracción, lo que reduce el tiempo y los costos necesarios para ciertos tipos de estudios, como el presente.

Método UVC de punto fijo.

En este trabajo, para producir el menor daño posible a las comunidades bentónicas, se utilizó un método visual '*in situ*' para el recuento de peces en aguas someras (Bardach, 1959; Mapstone & Ayling, 1998). Esta técnica de recuento subacuático es denominada "Punto fijo/Circular" y fue descrita por Bortone *et al*., (1989) y consiste, mediante un equipo de buceo autónomo, situarse en un punto fijo y observar alrededor de un cilindro imaginario de 5,6 metros de radio, que se extiende desde la superficie hasta el fondo y que representa una superficie de 100 m^2 en total, medida muy útil para el muestreo de una gran diversidad de peces con distintos tamaños (Bortone *et al*., 1991) (Figura 5). El observador va girando sobre ese punto central y se anotan en una pizarra de PVC las especies que entran dentro del cilindro, registrando su abundancia y talla durante 5 minutos (Figura 6). También se recogen otros datos como la fecha, hora, profundidad, temperatura mínima del agua (proporcionadas por un ordenador de buceo) y tipo de ambiente para cada muestreo. El último minuto del muestreo se emplea para la búsqueda de especies crípticas.

En algunas ocasiones, los cardúmenes muy numerosos pueden ser un problema a la hora del recuento, nosotros seguimos las recomendaciones de Brock (1954), es decir, si una parte entra dentro del cilindro se procede a contabilizar dicha porción, se estima el conjunto al completo. Por otro lado también es importante tener en cuenta que sólo se realiza el recuento una sola vez de los peces que entran repetidas veces durante el tiempo de muestreo.

Para el reconocimiento de especies, primero se hicieron algunos muestreos de prueba y, con la ayuda de fishbase (www.fishbase.org) y catálogos especializados del mediterráneo, se logró identificar a los peces encontrados en los muestreos.

Los tamaños de las especies se registraron utilizando siete clases de talla (<5, [5-10], (10-20], (20-30], (30-50], (50-75] y >75) ó (<5, [5-10], [11-20], [21-30], [31-50], [51-75] y >75), correspondientes a un tercio del tamaño máximo reportado en la literatura para las especies registradas (Francour, 1999).

Figura 5. Método de muestreo UVC de punto fijo utilizado para los muestreos en la localidad de Punta Falcone, Santo Stefano. En la fotografía se puede observar el transecto utilizado para calibrar el radio de la circunferencia imaginaria.

Figura 6. Buceador realizando los muestreos.

2.3. Análisis de los datos.

Con los datos recogidos en cada muestreo se procedió a realizar tres análisis multivariantes por permutaciones, PERMANOVA y uno univariante, PER-ANOVA (Anderson *et al*., 2005). Se sometieron a análisis las variables biomasa total de peces, biomasa de especies comerciales bentónicas, biomasa de especies comerciales pelágicas y biomasa de *Epinephelus marginatus*.

Para cada uno de los casos analizados se aplicó el siguiente diseño:

- Zona: factor fijo con tres niveles: Integral, General y Parcial

- Localidad: factor aleatorio anidado en zona. Cada uno de los puntos de muestreo (Cala Nave, Fontanella, Secchitella, Molara…).

- Tiempo: factor aleatorio. Tiempo 1: junio – julio, tiempo, y tiempo 2: agosto – septiembre.

Los resultados fueron representados mediante un análisis de ordenación de componentes principales (PCO) y gráficas de barras-error.

2.4. Organismos y comunidades presentes en los fondos del AMP-VSS

La isla de Ventotene y sobre todo la de S. Stefano se caracterizan por presentar ambientes con fondos rocosos que alcanzan profundidades de cincuenta metros a una corta distancia de la costa. Estas rocas superpuestas forman cavidades donde especies sedentarias encuentran en ellas refugio. Éste es el caso del mero, *Epinephelus marginatus*. Esta especie es uno de los depredadores top más grandes que habitan en estos fondos ricos en refugios rocosos (Figura 7). *E. marginatus* tiene una importancia considerable para el deporte y las pesquerías comerciales locales, si bien es muy vulnerable a la sobreexplotación. Es de destacar que actualmente, algunas subpoblaciones son custodiadas en áreas marinas protegidas, donde esta especie ha mostrado aumentos

significativos en la densidad y el tamaño medio después del cese de la pesca (Sánchez-Lizaso *et al*., 2000; Reñones *et al*., 2005).

Figura 7. Dos ejemplares de *E. marginatus* camuflados sobre las rocas del fondo de la localidad de Molo IV, Santo Stefano.

También es característico ver grandes praderas de *Posidonia oceanica* en casi todos los fondos. En las partes más superficiales del submareal encontramos estas praderas intercaladas con extensiones de arena y sustrato rocoso en forma de afloramientos o cantos rodados (Figura 8) junto con la presencia de biocenosis de algas fotófilas, como *Halimeda tuna* y *Udotea petiolata*, y especies de algas pardas dominantes como *Cystoseira stricta* o *Padina pavonica* y, en las zonas de sombra, es característico encontrarse formaciones de *Astroides calycularis* y *Parazoanthus axinellae* (Figura 9).

Figura 8. Submareal poco profundo con fondo de rocas, arena y *Posidonia oceanica*.

Figura 9. Pared recubierta por *Astroides calycularis*.

En la parte zona del submareal encontramos fondos rocosos como los mencionados anteriormente y arenales rodeados de praderas de *Posidonia oceanica* (Figura 10). Presenta una biocenosis de especies esciófilas hasta los 30 – 35 metros, a partir de la cual, se encuentra la biocenosis del coralígeno, caracterizada por algas pardas y rojas y briozoos incrustantes. Algunos organismos a destacar de éstas formaciones son de *Myriapora truncata*, *Pentapora fascialis* o *Sertella septentrionalis*. En los fondos de Santo Stefano se pueden encontrar también las gorgonias *Paramuricea clavata* o *Eunicella cavolini* (Figura 11).

Figura 10. Fondos rocosos que descienden hasta una profundidad de 50 metros.

Figura 11. Pared de gorgonias de la especie *Paramuricea clavata*, a 30 metros de profundidad en la localidad de Punta Cannucce, Santo Stefano.

3. Resultados

3.1. Análisis descriptivo.

Se encontraron un total de 23825 individuos repartidos en 21 familias, 38 géneros y 56 especies (ver Tabla 2).

Las especies se clasificaron en cuatro grupos: comunidad total de peces, especies de interés comercial bentónicas (indicadas con un * en la Tabla 2), especies de interés comercial pelágicas (ˣ) y *Epinephelus marginatus* como especie individual, por ser una especie emblemática para la zona.

Atendiendo a los resultados de las abundancias, las especies que obtuvieron un mayor número fueron, en primer lugar *Chromis chromis*, con un recuento total de 17445 individuos; seguido de *Anthias anthias*, 982 individuos; *Thalasoma pavo*, 979 individuos; y *Coris julis* con 798 individuos.

Tabla 2. Clasificación de las 56 especies de peces presentes en los muestreos realizados, junto con la abundancia, abundancia relativa y biomasa para cada una de ellas.

Familia	Especie	Autor	Abundancia	Abundancia relativa (%)	Biomasa (kg/100m²)
Apogonidae	*Apogon imberbis*	Linnaeus, 1758	293	1,230	4,224
Atherininae	*Atherina boyeri*	Risso, 1810	240	1,007	3,536
Blenniidae	*Parablennius pilicornis*	Cuvier, 1829	14	0,059	0,202
Blenniidae	*Parablennius rouxi*	Cocco, 1833	3	0,013	0,009
Bothidae	*Bothus podas*	Delaroche, 1809	1	0,004	0,077
Carangidae	*Seriola dumerili*×	Risso, 1810	11	0,046	15,752
Carangidae	*Trachinotus ovatus*	Linnaeus, 1758	1	0,004	2,003
Clupeidae	*Sardina pilchardus*	Walbaum, 1792	91	0,382	3,534
Gobiidae	*Gobius cruentatus*	Gmelin, 1789	1	0,004	0,091
Gobiidae	*Gobius paganellus*	Linnaeus, 1758	5	0,021	0,059
Labridae	*Coris julis*	Linnaeus, 1758	798	3,349	33,234
Labridae	*Labrus merula*	Linnaeus, 1758	1	0,004	0,852
Labridae	*Labrus viridis*	Linnaeus, 1758	5	0,021	2,447
Labridae	*Sparisoma cretense*	Linnaeus, 1758	5	0,021	0,527
Labridae	*Symphodus cinereus*	Bonnaterre, 1788	7	0,029	0,398
Labridae	*Symphodus doderleini*	Jordan, 1890	20	0,084	0,374
Labridae	*Symphodus mediterraneus*	Linnaeus, 1758	49	0,206	1,824
Labridae	*Centrolabrus melanocercus*	Risso, 1810	17	0,071	0,290
Labridae	*Symphodus roissali*	Risso, 1810	3	0,013	0,112
Labridae	*Symphodus rostratus*	Bloch, 1791	4	0,017	0,035
Labridae	*Symphodus tinca*	Linnaeus, 1758	214	0,898	11,304
Labridae	*Thalassoma pavo*	Linnaeus, 1758	979	4,109	46,125
Mugilidae	*Chelon labrosus*	Risso, 1827	10	0,042	1,107
Mugilidae	*Mugil cepalus*	Linnaeus, 1758	1	0,004	0,689
Mullidae	*Mullus barbatus**	Linnaeus, 1758	20	0,084	1,536
Mullidae	*Mullus surmuletus**	Linnaeus, 1758	51	0,214	3,436
Muraenidae	*Muraena helena**	Linnaeus, 1758	6	0,025	3,918
Phycidae	*Phycis phycis*	Linnaeus, 1766	1	0,004	3,040
Pomacentridae	*Chromis chromis*	Linnaeus, 1758	17445	73,221	134,627
Sciaenidae	*Sciaena umbra**	Linnaeus, 1758	3	0,013	3,976
Scorpaenidae	*Scorpaena notata**	Rafinesque, 1810	12	0,050	0,417
Scorpaenidae	*Scorpaena porcus**	Linnaeus, 1758	2	0,008	0,229
Scorpaenidae	*Scorpaena scrofa*	Linnaeus, 1758	6	0,025	0,172
Serranidae	*Anthias anthias*	Linnaeus, 1758	982	4,122	16,085
Serranidae	*Epinephelus costae**	Steindachner, 1878	2	0,008	6,971
Serranidae	*Epinephelus marginatus**	Lowe, 1834	59	0,248	236,532
Serranidae	*Mycteroperca rubra**	Bloch, 1793	2	0,008	6,985
Serranidae	*Serranus cabrilla**	Linnaeus, 1758	43	0,180	2,900
Serranidae	*Serranus scriba**	Linnaeus, 1758	91	0,382	7,728
Sparidae	*Boops boops*	Linnaeus, 1758	84	0,353	5,284
Sparidae	*Dentex dentex**	Linnaeus, 1758	1	0,004	0,802
Sparidae	*Diplodus annularis**	Linnaeus, 1758	33	0,139	3,809
Sparidae	*Diplodus puntazzo**	Walbaum [ex Cetti], 1792	9	0,038	2,119
Sparidae	*Diplodus sargus sargus**	Linnaeus, 1758)	87	0,365	10,527

Sparidae	*Diplodus vulgaris**	Geoffroy Saint-Hilaire, 1817	256	1,075	29,840
Sparidae	*Lithognathus mormyrus**	Linnaeus, 1758	2	0,008	0,110
Sparidae	*Oblada melanura*	Linnaeus, 1758	76	0,319	7,239
Sparidae	*Pagrus pagrus**	Linnaeus, 1758	3	0,013	0,712
Sparidae	*Sarpa salpa*	Linnaeus, 1758	433	1,817	54,058
Sparidae	*Spicara maena*	Linnaeus, 1758	148	0,621	10,141
Sparidae	*Spicara smaris*	Linnaeus, 1758	656	2,753	51,330
Sparidae	*Spondyliosoma cantharus*	Linnaeus, 1758	74	0,311	7,974
Sphyraenidae	*Sphyraena viridensis*ˣ	Cuvier, 1829	437	1,834	811,560
Synodontidae	*Synodus saurus*	Linnaeus, 1758	2	0,008	0,124
Trachinidae	*Trachinus draco*	Linnaeus, 1758	1	0,004	0,056
Tripterygiidae	*Tripterygion delaisi*	Cadenat & Blache, 1970	25	0,105	0,105
Total fam: 21	Total sp: 56		Total ab: 23825	Total ab rel: 100	Total bio: 1553,145 kg/m²

3.2 Efecto reserva sobre la biomasa peces.

El análisis PERMANOVA para la variable biomasa total de la comunidad íctica estudiada mostró cómo varía la comunidad de peces en función de la zona de protección, teniendo en cuenta la variabilidad espacial (localidad) y temporal (tiempo), de lo que se deduce que existe una variación clara por zonas entre las poblaciones de peces registrados en ellas. Las demás fuentes de variación no mostraron diferencias significativas, por lo que nos centraremos en las tres zonas de la reserva. En el análisis *a posteriori* de las comparaciones por pares (Pair-wise) se observaron diferencias significativas entre las zonas Integral y General (Tabla 3).

Tanto para las especies comerciales bentónicas como para el mero (*E. marginatus*), se observó también una variabilidad espacial significativa dependiendo de la zona de la reserva. En el análisis *a posteriori* de las comparaciones por pares (Pair-wise) se observó con más detalle una clara diferencia entre las zonas Parcial e Integral en ambos grupos, aunque también mostraron diferencias significativas entre las zonas General e Integral. (Tabla 3).

Por otro lado, en las especies comerciales pelágicas se observó una variabilidad espacial significativa dependiendo del tiempo de muestreo.

Tabla 3. Resultados del análisis PERMANOVA de toda la comunidad de peces y el análisis por pares (A,B); análisis PERMANOVA entre los distintos grupos de interés comercial y su análisis por pares (C, D, E); y finalmente el análisis PER-ANOVA para el Mero y su análisis por pares (F, G). Los valores en negrita simbolizan los valores significativos (p < 0,05).

A) PERMANOVA: **Biomasa de la comunidad íctica**

Comunidad íctica	df	SS	MS	Pseudo-F	P (perm)	Perms
Zona	2	26,225	13,113	2,2635	**0,0314**	4976
Tiempo	1	4,4246	4,4246	1,5838	0,1826	4988
Localidad (zo)	9	34,772	3,8636	1,3915	0,134	4974
Zona x Tiempo	2	6,1566	3,0783	1,1189	0,3499	4984
Loc. (zona) x Tiempo	9	24,989	2,7765	0,68235	0,9336	4975
Residual	53	215,66	4,0691			
Total	76	316,64				

B) **Pair-wise** test

Comunidad íctica	t	P (perm)	Unique perms
Parcial, General	1,2437	0,1702	4987
Parcial, Integral	1,778	0,132	3176
General, Integral	1,5019	**0,0656**	4983

C) PERMANOVA: **Biomasa de especies comerciales bentónicas**

Especies comerciales bentónicas	df	SS	MS	Pseudo-F	P (perm)	perms
Zona	2	13,571	6,7855	3,2513	**0,0288**	4989
Tiempo	1	0,7598	0,7598	0,6483	0,5085	4986
Localidad (zo)	9	15,329	1,7032	1,4548	0,2158	4979
Zona x Tiempo	2	1,4085	0,7043	0,6154	0,6341	4988
Loc. (zona) x Tiempo	9	10,536	1,1707	0,9238	0,5383	4981
Residual	53	67,17	1,2674			
Total	76	109,06				

D) **Pair-wise** test

Especies comerciales bentónicas	t	P (perm)	Unique perms
Parcial, General	1,541	0,1134	4992
Parcial, Integral	4,0774	**0,027**	3143
General, Integral	1,6092	**0,0768**	4988

E) PERMANOVA: **Biomasa de especies comerciales pelágicas**

Especies comerciales pelágicas	df	SS	MS	Pseudo-F	P (perm)	perms
Zona	2	8,7393	4,3696	2,1214	0,1478	4993
Tiempo	1	2,6224	2,6224	4,5801	**0,0486**	4991
Localidad (zo)	9	7,4192	0,8244	1,4721	0,249	4982
Zona x Tiempo	2	2,9658	1,4829	2,6493	0,1162	4993
Loc (zona) x Tiempo	9	5,0399	0,56	0,3718	0,9546	4978
Residual	53	79,837	1,5064			
Total	76	111,77				

F) PERANOVA: **Biomasa de *Epinephelus marginatus***

Epinephelus marginatus	df	SS	MS	Pseudo-F	P (perm)	perms
Zona	2	12,575	6,2877	4,0513	**0,0338**	4982
Tiempo	1	0,551	0,551	0,69	0,4293	4948
Localidad (zo)	9	11,675	1,2953	1,6258	0,235	4992
Zona x Tiempo	2	0,842	0,421	0,5471	0,5901	4987
Loc (zona) x Tiempo	9	7,17	0,7967	0,8473	0,5877	4981
Residual	53	49,831	0,9402			
Total	76	82,981				

G) **Pair-wise** test

Epinephelus marginatus	t	P (perm)	Unique perms
Parcial, General	1,7362	0,1104	4987
Parcial, Integral	5,9607	**0,0216**	3165
General, Integral	1,7324	0,1162	4989

El PCO para toda la comunidad de peces muestra claramente una distribución homogénea situada en la parte derecha del gráfico y caracterizada por la presencia de la gran mayoría de las especies a excepción de *E. marginatus, A. anthias, S. maena, S. smaris, M. helena, D. dentex y S. viridensis*, situadas en las zonas Integral y General en la parte izquierda del gráfico (Figura 12).

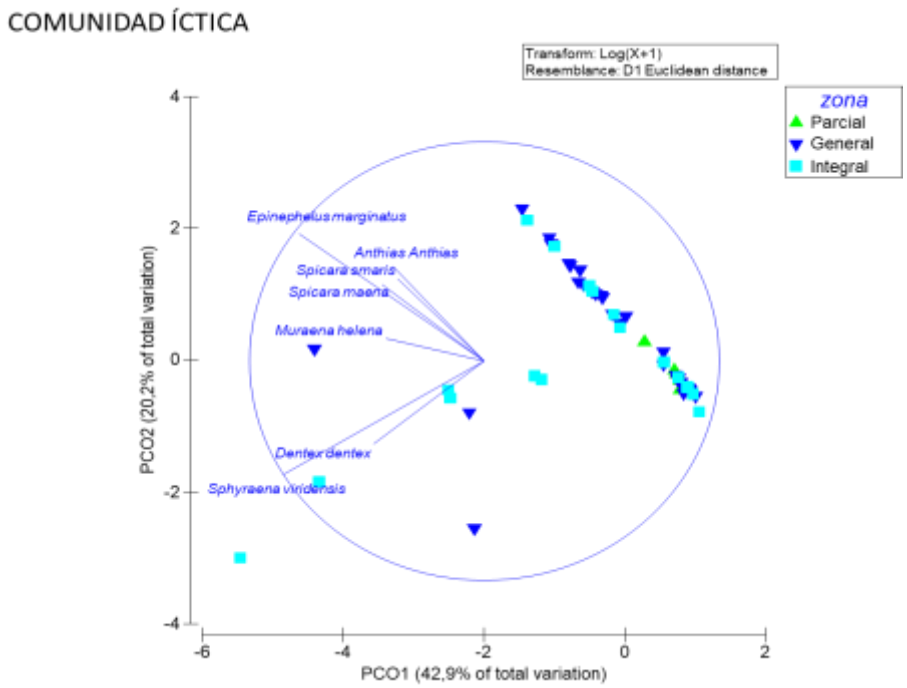

Figura 12. Análisis por ordenación de componentes principales (PCO) para la biomasa total de la comunidad de peces. Los vectores señalan la distribución de especies registradas en los muestreos realizados y el coeficiente de correlación según el tamaño cada ejemplar.

El PCO para la biomasa total de la comunidad de especies comerciales bentónicas mostró una distribución homogénea de los muestreos (Figura 13).

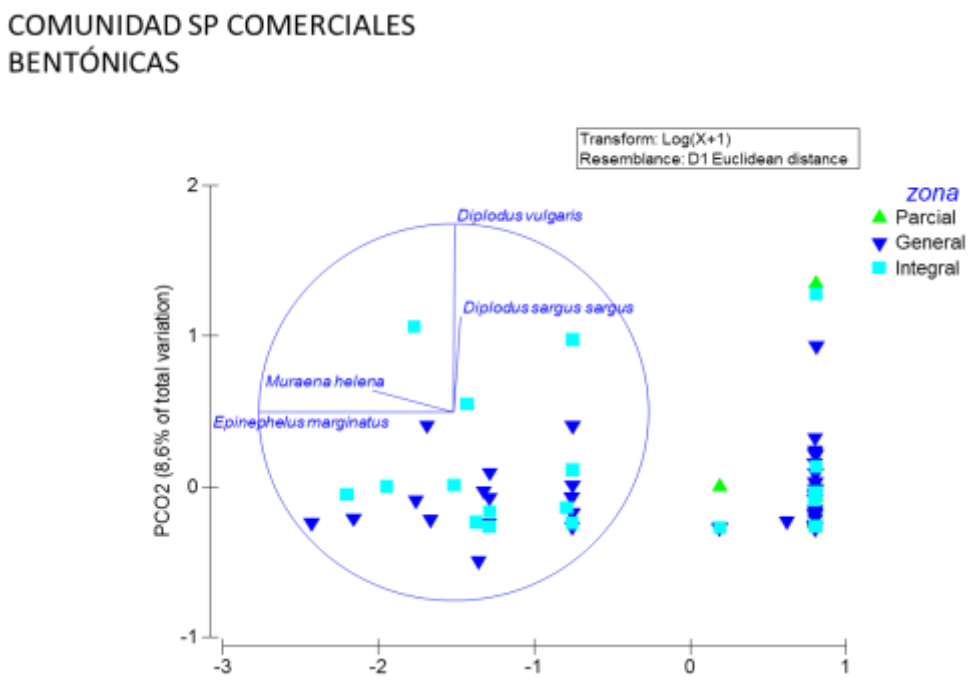

Figura 13. Análisis por ordenación de componentes principales (PCO) para la biomasa de la comunidad de especies comerciales bentónicas. Los vectores señalan la distribución de especies registradas en los muestreos realizados y el coeficiente de correlación según el tamaño cada ejemplar.

En el caso de las especies comerciales pelágicas estas mostraron variabilidad espacial significativa de las poblaciones de peces comerciales bentónicos dependiendo del factor tiempo, que varió entre los meses de junio y julio a agosto y septiembre.

El resultado de hacer el análisis de ordenación de componentes principales (PCO) para la biomasa total de la comunidad de especies comerciales pelágicas fue una clara separación de los muestreos donde hacia la derecha se observa el tiempo 1 que se corresponde con los meses de junio y julio y hacia la izquierda los muestreos del tiempo 2 de agosto y septiembre. Los muestreos del tiempo 1 estuvieron caracterizados por la presencia de *S. viridensis*, mientras que los del tiempo 2 estuvieron caracterizados por *S. dumerili* (Figura 14).

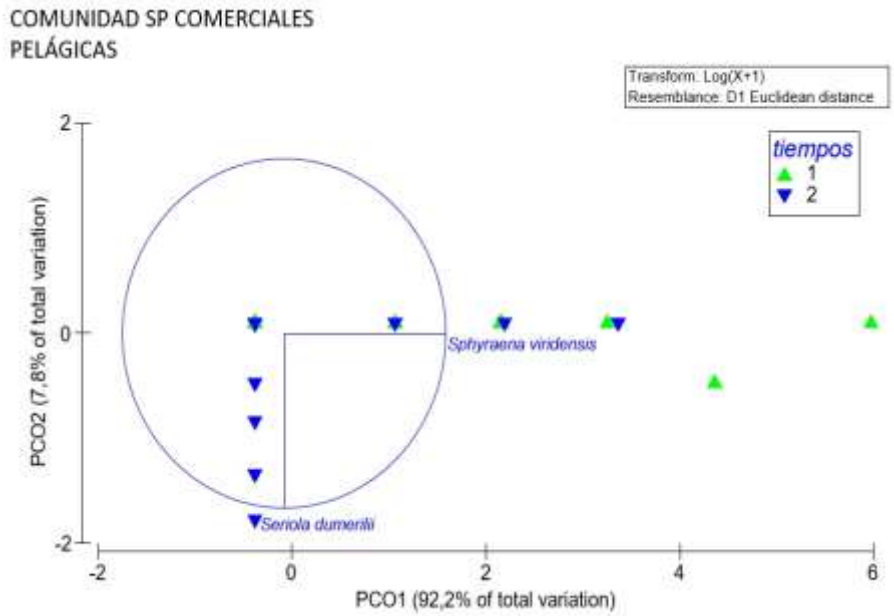

Figura 14. Análisis por ordenación de componentes principales (PCO) para la biomasa de la comunidad de especies comerciales pelágicas. Los vectores señalan la distribución de especies registradas en los muestreos realizados y el coeficiente de correlación según el tamaño cada ejemplar.

Por último, la especie *E. marginatus* mostró diferencias significativas entre zonas. En el análisis *a posteriori* de las comparaciones por pares (Pair-wise) se observó una clara diferencia entre las zonas Parcial e Integral (Figura 15).

Epinephelus marginatus

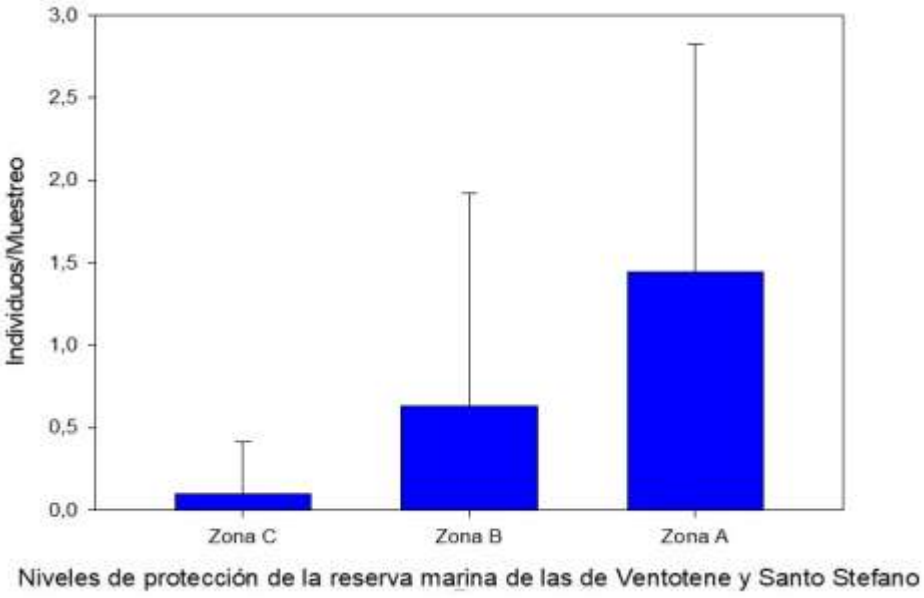

Figura 15. Gráfico de barras de la especie *Epinephelus marginatus* que indica el número medio de ejemplares por muestreo en los distintos niveles de protección de la reserva marina de VSS

4 Discusión

Gracias a los resultados obtenidos hemos podido comprobar que existe un claro efecto reserva en el Área Marina Protegida de las islas de Ventotene y Santo Stefano. Específicamente, se observó un aumento de la abundancia de especies emblemáticas y de interés comercial al aumentar el nivel de protección. Por lo tanto, podemos decir que este AMP cumple, en ese aspecto, con la finalidad esperada.

Este es otro ejemplo más de cómo las AMP juegan un papel importante al actuar como áreas de refugio y reabastecimiento para las poblaciones objetivo de pesca y, por lo tanto, debe ser un objetivo principal de quienes las manejan, desarrollar el máximo potencial en la conservación que ofrecen estas áreas protegidas.

Debido a la limitación de las actividades de pesca dentro del AMP, y especialmente dentro de la zona integral, los efectos beneficiosos esperados incluyen un aumento de la biodiversidad, la abundancia y el tamaño de las especies marinas (Russ, 2002; Tetreault & Ambrose, 2007). El desarrollo de un AMP para la obtención de un buen "efecto reserva" depende en una gran medida del tamaño (Claudet *et al*., 2008) y, a pesar de que el AMP de éstas Islas no es muy extenso, se ha comprobado que pequeñas reservas han dado lugar a grandes aumentos en el tamaño de los peces, especialmente en especies comerciales sedentarias ya que la mayor parte de su área de distribución está pensada para ser incluido dentro de estas áreas (Kramer & Chapman, 1999; (García-Charton *et al.*, 2004; Claudet *et al*., 2008). Además, algunas especies como las demersales de libre movimiento muestran respuestas positivas con respecto a la densidad cuando están protegidas (Claudet *et al*., 2010; Abecasis *et al*., 2015).

En nuestro caso, el recuento de la abundancia y biomasa junto con el análisis estadístico mostró claramente cómo la comunidad de peces varió significativamente dependiendo de la zona de protección en la que se encuentren, siendo la zona general y la integral las dos más distintas en cuanto a biomasa de especies. Este hecho engloba a todos los tipos de peces encontrados, por lo que podemos generalizar que el nivel tan alto de protección en la zona integral sea el factor clave, puesto que la zona de reserva general y reserva parcial comparten muchas similitudes a la hora de las restricciones del reglamento.

En el caso de las especies comerciales bentónicas, podemos afirmar también que a mayor grado de protección de la reserva, hay una mayor abundancia y biomasa de estas especies.

En los estudios realizados se observa una diferencia significativa entre las zonas de reserva integral A y reserva parcial C, debida a la navegación y el efecto antrópico que conlleva cada una; el fondeo, que provoca la fragmentación del hábitat, y la prohibición de la pesca. Estas actividades actúan indirectamente con la comunidad de peces, quedando este hecho reflejado en los resultados.

Otro factor importante dentro de la comunidad de peces que incluye esta AMP es la amplia biomasa de especies pelágicas de gran interés comercial. Una explicación podrían ser las grandes zonas de no captura que pueden permitir un mayor número de peces móviles con amplios rangos de hogar para permanecer protegidos dentro de la reserva marina, en comparación con los más pequeños (Chapman & Kramer, 2000; Jennings, 2001, Apostolaki *et al*., 2002; Claudet *et al*., 2008). En el caso de *Sphyraena viridensis*, observamos como su biomasa fue mayor sobre todo en los muestreos realizados en junio y julio. La explicación estaría relacionada con la temperatura. Tal y como cuentan Fontes y Afonso (2017) existe una migración de esta especie con la estación del año, siendo los meses de junio y julio meses con el agua más fría los elegidos por esta especie para aparecer por la zona. Por otro lado, la otra especie pelágica de interés que se ha investigado en este estudio, *Seriola dumerili*, presenta una amplia distribución en el tiempo 2, en los meses de agosto a septiembre, por lo que los cambios de temperatura de 24ºC a 28ºC podrían haber afectado a la migración de esta especie (García-Gómez, 1993; Mazzola *et al.*, 2000).

El análisis de los datos recopilados durante el censo de peces de las islas de Ventotene y Santo Stefano permite numerosas observaciones que, sin embargo, deben evaluarse con precaución. La fauna de peces se caracteriza por su propia naturaleza y por una alta variabilidad temporal. Para poder extraer indicaciones más sólidas, sería necesario continuar las campañas a lo largo de los años para poder evaluar las tendencias temporales y la construcción de un diseño de muestreo no limitado por los recursos disponibles para su implementación.

Por último, cabe destacar la importancia y protección que tiene el mero oscuro (*Epinephelus marginatus*) como especie emblemática y de interés comercial. Dado que su pesca está prohibida en toda la reserva (http://www.riservaventotene.it), esta especie puede crecer libremente y alcanzar longitudes de más de un metro, sobre todo en la Zona A, donde hemos observado un aumento considerable de la biomasa media. No es raro observar en la reserva integral muchos ejemplares de gran tamaño mientras que se

encuentras pocos individuos y de tamaño reducido en la Zona C de reserva parcial. Estos resultados también indican que a pesar de que su pesca causa el mayor impacto sobre sus poblaciones, otras actividades como las permitidas en otras zonas del AMP pueden estar afectando a sus poblaciones, ya que presentan menores biomasas.

La comparación con otros estudios ya publicados de AMPs del Mediterráneo nos permite decir que las islas de Ventotene y Santo Stefano presentan una gran diversidad íctica. De manera más detallada, Claudet *et al.*, en el 2006 censaron unas 40 especies de peces; Seytre y Francour en el 2008, 46 especies o Tunesi *et al.*, en el 2006, con 48. En nuestro caso, las islas de Ventotene y Santo Stefano con un total de 56 especies censadas (tabla especies), parecen ser un *hot spot* de biodiversidad en el Mediterráneo. A pesar de que la zona de reserva integral es la más pequeña, existe una biodiversidad de peces muy grande, por lo que podemos decir que no afecta tanto el tamaño como el nivel de protección o el diseño de la reserva (Gurevitch & Hedges, 1999; Claudet *et al*., 2008). Además, resaltar que durante este estudio se han registrado dos especies más que el estudio realizado anteriormente en el 2010, en esta misma área marina protegida, por Orio (2010).

5 Conclusiones

1. El Área Marina Protegida de las islas de Ventotene y Santo Stefano, a pesar de no ser muy extensa, cumple con la finalidad esperada, observándose un claro efecto reserva en las especies de interés comercial.
2. En general, en las zonas de mayor protección encontramos una mayor biomasa de especies emblemáticas y de interés comercial. En este sentido, el AMP de VSS juega un papel importante en el refugio y reabastecimiento para las poblaciones objetivo de pesca y, por lo tanto, se trata de una herramienta de conservación efectiva.
3. Las especies pelágicas de interés comercial están influenciadas por el factor tiempo, que depende de las migraciones particulares de las especies estudiadas, *S. dumerili* o *S. viridensis.* Siendo *S. viridensis* más abundante en los meses fríos y *S. dumerili* en los meses cálidos.
4. El mero (*E. marginatus*) es una especie bien protegida dentro de la reserva, y es común encontrar bastantes ejemplares sobre todo en la zona de reserva integral.

Si bien, habría que estudiar con más detalle el efecto de otros impactos en sus poblaciones puesto que no son tan abundantes en otras zonas de reserva.

5. Existe un *hot-spot* de biodiversidad en el AMP de VSS comparado con otras AMP del Mediterráneo, habiéndose identificado un total de 56 especies de peces.

6. Agradecimientos

Me gustaría agradecer a las personas que me han ayudado a realizar este trabajo durante todo este tiempo. En primer lugar, a mi tutor José Carlos Hernández por su interés, dedicación y paciencia a lo largo de estos meses.

Al equipo del Diving World Ventotene, y en particular a Valentina Lombardi por su completa disponibilidad, conocimientos, consejos y apoyo para cualquier aspecto del trabajo.

Al director de la reserva marina protegida de Ventotene y Santo Stefano, Antonio Romano, por su permiso a la hora de realizar los muestreos dentro de la reserva.

Al director del máster, Alberto Brito, por su inagotable paciencia, sabiduría y su buena predisposición siempre.

Por último, me gustaría agradecer a mi amigo Alessandro Orio, por su ayuda, conocimientos y estudios acerca de ésta AMP en particular.

Sin más, espero que a todos los lectores les haya resultado interesante mi trabajo.

7. Bibliografía

Abecasis, D., Horta e Costa, B., Afonso, P., Gonçalves, E. J. & Erzini, K. 2015. Early reserve effects linked to small home ranges of a commercial fish, *Diplodus sargus*, Sparidae. *Marine Ecology Progress Series*, 518: 255–266.

Anderson, M.J. 2005. Permanova: A fortran computer program for permutational multivariate analysis of variance. *Departament of Statistics. University of Auckland*.

Apostolaki, P., Milner-Gulland, E.J., McAllister, M.K. & Kirkwood, G.P. 2002. Modelling the effects of establishing a marine reserve for mobile fish species. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59(3): 405-415.

Badalamenti, F., Ramos, A.A., Voultsiadou, E., Sánchez Lizaso, J.L., D'Anna, G., Pipitone, C., Mas, J., Ruiz Fernandez, J.A., Whitmarsh, D. & Riggio, S. 2000. Cultural and socio-economic impacts of Mediterranean marine protected areas. *Environmental Conservation*, 27(2): 110-125.

Bardach, J.E. 1959. The summer standing crop of fish on a shallow Bermuda reef. *Limnology and Oceanography*, 4: 77-85.

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.

Bortone, S.A., Kimmel, J.J. & Bundrick, C.M. 1989. A comparison of three methods for visually assessing reef fish Effects of depth and marine reserve fishing restrictions on the structure of a rocky reef fish assemblage in the north-western Mediterranean Sea communities: time and area compensated. *Gulf of Mexico Science*, 10(2): 2.

Bortone, S.A., Van Tassel, J., Brito, A., Falcón, J.M. & Bundrick, C.M. 1991. A visual assessment of the inshore fishes and sishery resources off El Hierro, Canary Islands: A baseline survey. *Scientia Marina*, 55(3): 529-541.

Brock, V.E., 1954. A preliminary report on a method of estimating reef fish populations. *The Journal of Wildlife Management*, 18: 297-308.

Cattaeo-Vietti, R., Guidetti, P., DiLorenzo, M. & Bussotti, S. 2011. Pre-valutazione del''Effetto Riserva presso i cinque parchi marini della Liguria. *Centro di Ricerca in Biologia Marina del Mar Ligure (BIOLMAR), Università di Genova*, 152 pp.

Chapman, M.R. & Kramer, D. L. 2000. Movements of fishes within and among fringing coral reefs in Barbados. *Environmental Biology of Fishes*, 57(1): 11-24.

Claudet, J., Pelletier, D., Jouvenel, J.Y., Bachet, F. & Galzin, R. 2006. Assessing the effects of marine protected area (MPA) on a reef fish assemblage in a northwestern Mediterranean marine reserve: Identifying community-based indicators. *Biological Conservation*, 130: 349 –369.

Claudet, J., Osenberg, C.W., Benedetti-Cecchi, L., Domenici, P., García-Charton, J.A., Pérez-Ruzafa, A., Badalamenti, F., Bayle-Sempere, J., Brito, A., Bulleri, F., Culioli, J.M., Dimech, M., Falcón, J.M., Guala, I., Milazzo, M., Sánchez-Meca, L., Somerfield, P., Stobart, B., Vandeperre, F., Valle, C. & Planes, S. 2008. Marine reserves: Size and age do matter. *Ecology Letters*, 11: 481−489.

Claudet, J., Osenberg, C.W., Domenici, P., Badalamenti, F., Milazzo, M., Falcón, J., Bertocci, I., Benedetti-Cecchi, L., García-Charton J.A., Goñi, R., Borg, J.A., Forcada, A., de Lucia, G., Pérez-Ruzafa, A., Afonso, P., Brito, A., Guala, I., Le Diréach, L., Sanchez-Jerez, P., Somerfield, P.J. & Planes, S. 2010. Marine reserves: Fish life history and ecological traits matter. *Ecological Applications*, 20: 830−839.

Côté, I.M., Mosqueira, I. & Reynolds, J.D. 2001. Effects of marine reserve characteristics on the protection of fish populations: A meta-analysis. *Journal of Fish biology*, 59: 178-189.

Di Donato, R. 2008. Sviluppo di basi di dati GIS e procedure d'analisi multi criterio per la pianificazione e la gestione di Aree Marine Protette. Tesi di Dottorato in Scienze ed Ingegneria del Mare, Università "Parthenope" di Napoli.

Di Stefano F., 2004. Caratterizzazione ecologica e biogeografica del benthos di substrato solido nelle riserve marine di "Punta Campanella" e delle "Isole di Ventotene e Santo Stefano". Tesi di Dottorato di Ricerca in Biologia Evoluzionistica. Università degli Studi di Catania.

Fontes, J. & Afonso, P. 2017. Long-term residency and movements of yellowmouth barracuda (*Sphyraena viridensis*) at a shallow seamount. *Marine Biology*, 164.

Francour, P. 1994. Pluriannual analysis of the reserve effect on ichthyofauna in the Scandola natural reserve (Corsica, Northwestern Mediterranean). *Oceanologica Acta*, 17: 309–317.

Francour, P., Ganteaume, A. & Poulain, M. 1999. Effects of boat anchoring in *Posidonia oceanica* seagrass beds in the Port-Cros National Park (north-western Mediterranean Sea). *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystem*, 9: 391–400.

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 Freshwater Ecosyst*ems, 11: 155–188

Fraschetti, S., Terlizzi, A., Bussotti, S., Guarnieri, G., D'Ambrosio, P. & Boero, F., 2005. Conservation of Mediterranean seascapes: analyses of existing protection schemes. *Marine Environmental Research*, 59: 309-332.

García-Charton, J.A., Pérez-Ruzafa, A., Sánchez-Jérez, 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.

García-Charton, J.A., Pérez-Ruzafa, A., Marcos, C., Claudet, J., Badalamenti, F., Benedetti-Cecchi, L., Falcón, J.M., Milazzo, M., Schembri, P.J., Stobart, B., Vandeperre, F., Brito, A., Chemello, R., Dimech, M., Domenici, P., Guala, I., Le Diréach, L., Maggi, E. & Planes, S. 2008. Effectiveness of European Atlanto-Mediterranean MPAs: Do they acomplish the expected effects on populations, communities and ecosystems?. *Journal for Nature Conservation*, 16: 193-221.

García-Gómez, A., 1993. Primeras experiencias de crecimiento de juveniles de *Seriola mediterranea (Seriola dumerili*, Risso, 1810), alimentados con una dieta semihumeda. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 9(2): 347–360.

García-Rubies, A. & Zabala, M. 1990. Effects of total fishing prohibition on the rocky fish assemblages of Medes Islands marine reserve (NW Mediterranean). *Scientia Marina*, 54: 317–328.

Guidetti, P., 2002. Mediterranean MPAs: the importance of experimental design in detecting the effects of protection measures on fish. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 12: 619-634.

Guidetti, P., Bussotti, S. & Boero, F., 2005. Evaluating the effects of protection on fish predators and sea urchins in shallow artificial rocky habitats: a case study in the northern Adriatic Sea. *Marine Environmental Research*, 59: 333-348.

Gurevitch, J. & Hedges, L.V. 1999. Statistical issues in ecological meta-analyses. *Ecology*, 80(4): 1142-1149.

Harmelin-Vivien, M. & Harmelin, J.G., 1975. Presentation d'une methode d'evaluation "in situ" de la faune ichtyologique. *Travaux Scientifiques du Parc national de Port-Cros*, 1: 47-52.

Harmelin, J.G., Bachet, F. & Garcia, F. 1995. Mediterranean marine reserves: fish indices as tests of protection efficiency. *Marine Ecol*ogy, 16: 233–250.

Jackson, J.B., Kirby, M., Berger, W., Karen A., Bjorndal, K., Botsford, L., Bourque, B., Bradbury, R., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J., Hughes, T., Kidwell, S., Lange, C., Lenihan, H.,

Pandolfi, J., Peterson, C., Steneck, R., Tegner, M. & Warner, R. 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*, 293: 629-638.

Jennings, S. 2001. Patterns and prediction of population recovery in marine reserves. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10(2): 209-231.

Kramer, D.L. & Chapman, M.R. 1999. Implications of fish home range size and relocation for marine reserve function. *Environmental Biology Fishes*, 55: 65−79.

Mapstone, B. & Ayling A. 1998. An Investigation of optimum methods and unit sizes for the visual estimation of abundances of some coral reef organisms. *Great Barrier Reef Marine Park Authority.*

Massaro, G. 2009. Metodi di gestione delle Aree Marine Protette: attività di ricerca per l'applicazione di tecniche ed indicatori di efficacia. Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze Ambientali, Università Ca' Foscari, Venezia.

Mazzola, A., Favaloro, E. & Gianluca, S. 2000. Cultivation of the Mediterranean amberjack, *Seriola dumerili* (Risso, 1810), in submerged cages in the Western Mediterranean Sea. *Aquaculture*, 181: 257-268.

Mosqueira, I., Côté, I. M., Jennings, S. & Reynolds, J. 2000. Conservation benefits of marine reserves for fish populations. *Animal Conservation*, 4: 321–332.

Orio, A. 2001. Analisi dei popolamenti ittici nell'Area Marina Protetta di Ventotene e Santo Stefano attraverso la metodologia *Underwater Visual Census*. Tesi di Laurea Magistrale in Scienze del Mare. Università di Roma.

Reñones, O., Poulin, N.V. & Goni, R. 2005. Size related dietary shifts of Epinephelus marginatus in a western Mediterranean littoral ecosystem: an isotope and stomach content analysis. *Journal of Fish Biology*, 61: 122-137.

Russ, G.R. 2002. Yet another review of marine reserves as reef fishery management tools. *Coral Reef Fishes: Dynamics and Diversity in a Complex Ecosystem*, 421–443.

Sánchez-Lizaso, J.L., Goni, R., Reñones, O., Garcia-Charton, A., Galzin, R., Bayle, J.T., Sanchez-Jerez, P., Perez Ruzafa, A. & Ramos, A. 2000. Density dependence in marine protected populations: a review. *Environmental conservation*, 27(2): 144-158.

Shears, N.T. & Babcock, R.C. 2002. Marine reserves demonstrate top-down control of community structure on temperate reefs. *Oecologia*, 132: 131–142.

Seytre, C. & Francour, P. 2008. Is the Cape Roux marine protected area (Saint-Raphaël, Mediterranean Sea) an efficient tool to sustain artisanal fisheries? First indications from visual censuses and trammel net sampling. *Aquatic Living Resources*, 21: 297-305.

Tegner, M.J. & Dayton, P.K. 2000. Ecosystem effects of fishing in kelp forest communities. *Journal of Marine Science*, 57: 579–589.

Tetreault, I. & Ambrose, R.F. 2007. Temperate marine reserves enhance targeted but not untargeted fishes in multiple no-take MPAs. *Ecological Applications*, 17: 2251–2267.

Tunesi, L. & Diviacco, G., 1993. Environmental and socio-economic criteria for the establishment of marine coastal parks. *International Journal of Environmental Studies*, 43: 253-259.

Tunesi, L., Molinari A. & Salvati, E., 2006. Fish assemblage of the marine protected area of Cinque Terre (NW Mediterranean Sea): First characterization and assessment by visual census. *Chemistry and Ecology*, 22(4): 245-253.

Worm, B., Barbier, E., Beaumont, N., Duffy, J., Folke, C., Halpern, B., Jackson, J., Lotze, H., Micheli, F., Palumni, S., Sala, E., Selkoe, K., Stachowicz J. & Watson, R. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314: 787-790.