

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

MÁSTER UNIVERSITARIO EN EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL
DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE GANDIA

“Distribución y abundancia de macrofauna bentónica del infralitoral somero”

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

Autor/es:

Julia Escrivá Perales

Director/es:

Dr. Miguel Rodilla Alamá

GANDIA, 2013

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría dar las gracias a todos aquellos que han hecho posible la realización de esta tesina, ya sea por el apoyo recibido en campo o por el recibido en laboratorio. A Miguel, Matías, Javi, Ángel y Silvia que pese a los imprevistos que nos acechaban en cada muestreo estuvieron ahí . A Matías además por las horas que dedicó a ayudarme a separar parte de los organismos. A Julia por su paciencia en el laboratorio y por las miles de consultas que le he llegado a hacer, a Ana por orientarme en las granulometrías, a Monica por el respaldo mutuo en las largas horas en el laboratorio, y a ellas tres junto a Javi por los momentos de risas en cada descanso. A Alex por compartir sus conocimientos de cartografía para poder obtener los transectos de muestreo y las pendientes para la caracterización de las playas, y finalmente a Virginia, Rafa y Juan Diego por introducirme en R y guiarme para realizar el análisis estadístico.

ÍNDICE	Pag.
0. RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Objetivos	7
2. MATERIAL Y MÉTODOS	8
2.1. Zona de estudio	8
2.2. Metodología de muestreo	10
2.3. Metodología de análisis en laboratorio	11
2.4. Determinación de macrofauna	12
2.5. Análisis de datos	12
3. RESULTADOS	14
3.1. Variables ambientales	14
3.1.1. Sedimento	14
3.1.2. Agua	15
3.2. Macrofauna	16
3.2.1. Riqueza específica	16
3.2.2. Diversidad y equitabilidad	18
3.2.3. Densidad de especies	18
3.2.4. Frecuencia de especies	28
3.3. Análisis estadístico	30
3.3.1. Análisis cluster	30
3.3.2. Análisis de correspondencia entre las variables	32
3.3.3. Análisis de correlaciones canónicas	33
4. DISCUSIÓN	36
4.1. Variables ambientales	36
4.1.1. Sedimento	36
4.1.2. Agua	36
4.2. Macrofauna	37
4.2.1. Riqueza específica, diversidad y equitabilidad	37
4.2.2. Distribución y densidad de especies	38
4.2.3. Frecuencia de especies	40
4.3. Análisis estadístico	40
5. CONCLUSIONES	42
6. BIBLIOGRAFÍA	43

RESUMEN

Las diferentes características físicas, químicas y biológicas que presentan las playas arenosas, van a estar condicionando la distribución y abundancia de la macrofauna bentónica. Se considera que la influencia de factores físicos son los más influyentes, siendo consideradas las interacciones biológicas de menor importancia en algunas ocasiones, debido a que el alto dinamismo de estas playas depende en mayor medida de las características físicas. Pero cabe destacar que la estructura de las comunidades depende de la interacción de factores tanto bióticos como abióticos, pasando a ser la caracterización físico-biológica la más adecuada para explicar la regulación y dinámica en los ecosistemas marinos. Se planteó el estudio de tres playas (playa norte de Gandia-Ahuir, Venecia y Marenys de Rafalcaid) del sector sur del Golfo de Valencia con distintas características morfológicas, hidrodinámicas y fisicoquímicas del sedimento y agua, muestreándose a distintas profundidades, entre 0.5 y 5 m de profundidad, con tal de establecer la distribución y abundancia de sus especies, así como la similitud entre las comunidades de cada una de ellas, y los parámetros más influyentes en la distribución y abundancia de la macrofauna.

Tanto la abundancia de especies como la frecuencia y la riqueza difirieron entre las tres playas, aunque se observó un claro patrón batimétrico. A medida que aumentaba la profundidad se observó mayor homogeneidad debido a que la influencia de la hidrodinámica diferencial en cada playa es menor. La mayor riqueza se presentó en Venecia debido a su menor exposición y por tanto menor influencia de las variables físicas. En cuanto a las variables más influyentes en la estructura de las comunidades, fueron la profundidad, la presencia de limos y arcillas y la concentración de nutrientes.

Palabras clave: macrofauna, distribución, abundancia, parámetros físicos, químicos y biológicos.

ABSTRACT

Distribution and abundance of benthic macrofauna in sandy beaches can be influenced by different physical, chemical and biological parameters. It is considered that physical factors are the most important and biological interactions are negligible, due to the high dynamism of these beaches depends on highly the physical characteristics. But structure of communities depends on interaction of biotic and abiotic factors, becoming physical-biological characterization the most suitable to explain regulation and dynamics in marine ecosystems. This study comprised three beaches (north beach of Gandia-Ahuir, Venencia and Marenys de Rafalcaid) in the southern Gulf of Valencia. These beaches have different morphology, hydrodynamism and physicochemical characteristics of sediment and water. They were sampled at different depths between 0.5 and 5m depth, to establish distribution and abundance of species, and similarity between the communities of each one, and to determine the most influential parameters in the distribution and abundance of macrofauna.

Species abundance, frequency and richness differed between the three beaches, showing a bathymetric pattern. The deeper the beach is, the higher homogeneity in the communities it was observed, because of the influence of differential hydrodynamism was small. Venecia presented more richness than the other beaches due to it presents the lowest exposure and therefore a minor influence of physical variables. Finally, the most influential variables in the structure of communities were depth, presence of silt and clay and nutrient concentration.

Key words: macrofauna, distribution, abundance, physical, chemical and biological parameters.

1. INTRODUCCIÓN

Las playas arenosas son fondos móviles, que Augier (2007) define como aquellos en los que su disposición y aspecto puede verse modificada por el hidrodinamismo. A pesar de que los fondos móviles someros parecerían inmensos desiertos para cualquier observador submarino, son capaces de albergar una elevada riqueza específica y diversidad (Terradas *et al.*, 1989). En estos fondos marinos, el espacio ocupado por los organismos puede ser la superficie del sedimento o el propio sedimento, denominándose los organismos que ocupan estos dos ambientes, epifauna y endofauna (infauna) respectivamente (Augier, 2007). La mayoría de los organismos presentes en las playas arenosas forman parte de la infauna, representada por aquellos organismos que viven enterrados entre las partículas del sedimento marino, en tubos, o construyendo galerías. Ésta fauna está compuesta principalmente por especies de anélidos y en menor medida por moluscos, crustáceos y equinodermos, los cuales forman parte del macrobentos (Gray, 1981 y Gray y Elliot, 2009).

El estudio de la fauna bentónica se ve marcado por las diferentes categorías de zoobentos que la componen en función del tamaño de los individuos y que generalmente son clasificadas del siguiente modo: Microfauna (<62µm), Meiofauna (62-500µm), Macrofauna (>500µm-4.0 mm). Machlan y Brown (2006) describen que la mayoría de los invertebrados están presentes en las playas de arena, siendo los organismos que forman parte de la macrofauna los más conocidos. Debido a que algunos organismos son muy exigentes con los requerimientos ambientales, y dado que las playas arenosas presentan unos fuertes gradientes, es muy frecuente encontrar zonaciones en las comunidades de macrofauna en función de las especies.

Dentro de la macrofauna bentónica existen tres grupos representativos debido a sus elevadas densidades: moluscos, crustáceos y poliquetos (McLachlan y Brown, 2006; Martí *et al.*, 2007). Los gusanos poliquetos pueden ser la macrofauna dominante en la parte baja de la playa, en arenas relativamente protegidas, representados por un elevado número de géneros. A medida que aumenta la acción de las olas y los sedimentos se vuelven más gruesos estos empiezan a desaparecer. Algunas especies se encuentran en costas expuestas (McLachlan y Brown, 2006) y en algunos casos pueden llegar a ser el taxón más abundante en todas las profundidades, pudiendo alcanzar el 50-80% del total de la macrofauna (Jumars y Fauchald, 1977).

Las costas arenosas son ambientes cambiantes que se ven directamente influidos por una serie de variables ambientales relacionadas con su morfodinámica o exposición, entre ellas las características de la arena como son el tamaño de partículas, porosidad, permeabilidad y penetrabilidad; el oleaje (altura, periodo de ola); y otras fuerzas como son las mareas, las ondas internas o el viento. Pero además de ello se ven fuertemente influenciadas por la orientación que presentan así como la pendiente. (McLachlan y Brown, 2006).

El estado morfodinámico de las playas juega un papel importante en la riqueza específica, número de especies presentes, de macroinvertebrados. Las playas disipativas pueden ser colonizadas por un mayor número de especies que las reflectivas. Esto se debe

a las duras condiciones de las playas reflectivas, donde los factores físicos alcanzan mayor influencia (Jaramillo y McLachlan, 1993; Defeo *et al.*, 2009). Lo mismo ocurre si sólo tuviésemos en cuenta el nivel de exposición al oleaje y al clima oceánico de las playas arenosas, ya que en las playas más expuestas, al ser altamente dinámicas espacial y temporalmente, la macrofauna bentónica parece depender fundamentalmente de las características físicas del medio (McLachlan, 1989). La comunidad de macrofauna en términos de abundancia, biomasa y riqueza de especies es más compleja y diversa en zonas protegidas que en playas arenosas expuestas (McLachlan *et al.*, 1993; Rodil y Lastra, 2004; Rodil, *et al.*, 2007). La distribución y abundancia se ve influenciada por estos factores hidrográficos y por algunos parámetros físicos y químicos como la composición del sustrato, la temperatura del agua, el pH, concentración de oxígeno disuelto, la concentración de nutrientes y materia orgánica (Currie *et al.*, 2003), pasando a considerarse las interacciones biológicas de menor importancia en algunas ocasiones (Defeo *et al.*, 1997). Las variables químicas como la salinidad también son de gran importancia, siendo esta la más destacada y con mayor influencia en la estructura de la comunidad de macrofauna (Ortega Cisneros *et al.*, 2011). Pero cabe destacar que la estructura de las comunidades depende de la interacción de factores tanto bióticos (producción primaria, adaptación y competencia) como abióticos (Hewitt *et al.*, 1997; Blanchette *et al.*, 2009), pasando a ser la caracterización físico-biológica la más adecuada para explicar la regulación y dinámica en los ecosistemas marinos (Defeo *et al.*, 1997).

La disponibilidad de alimentos es un factor fundamental que afecta a la estructura de la comunidad bentónica y su metabolismo (Dugan *et al.*, 2003; Rodil *et al.*, 2007). Las aguas del Mediterráneo al ser de carácter oligotrófico dependen de las descargas de agua dulce desde el continente, con las que reciben un elevado aporte de nutrientes, los cuales juegan un papel clave en la productividad marina (Ludwig *et al.*, 2009). La calidad y cantidad de materia orgánica en el sedimento superficial es una de las principales fuentes nutricionales que afectan a la dinámica de la fauna bentónica (Colombini *et al.*, 2000; Rodil *et al.*, 2007), por lo que las variaciones que se puedan dar en ella van a determinar la distribución de muchas especies.

A lo largo de la costa la distribución de la macrofauna bentónica muestra una gran variabilidad debido a la respuesta a gradientes y alteraciones producidas en ella. Esto está determinado principalmente por factores físicos (McLachlan, 1983), pero los factores biológicos pueden también jugar un papel importante como ya se ha comentado (Defeo *et al.*, 1997; Schoeman y Richardson, 2002). Los factores que pueden influenciar las pautas a lo largo de la costa incluyen los aportes de agua dulce, las concentraciones de nutrientes, las distintas obras de ingeniería junto con el aporte o extracción de arenas, y la explotación particular o comercial que se pueda estar realizando en ella.

En cuanto a la distribución perpendicular a la costa, se observan claros cambios en la riqueza de especies a lo largo de los transectos. La fauna, predominantemente crustáceos y moluscos móviles, es más rica cerca de la marca de marea baja y disminuye en la región más turbulenta cerca del punto de ruptura de las olas, siendo la riqueza baja en el supralitoral debido a las condiciones variables y turbulentas que presenta. La zona de surf es inestable debido a que dominan las corrientes de rip y las paralelas a la costa,

modificándose así los bancos de arena y pozas dependiendo del oleaje. Las zonas de pozas relativamente profundas y las zonas estables más alejadas de la costa, pueden presentar una elevada riqueza faunística. Entre la zona de surf y la zona más estable encontramos la zona de transición, en la cual aparece fauna de la zona de surf, y a medida que las condiciones se vuelven más estables podemos encontrar fauna de la zona turbulenta externa (Janssen y Mulder, 2005; McLachlan y Brown, 2006). La abundancia y biomasa pueden ser más variables, pero generalmente tienden a seguir la misma pauta que la riqueza.

Algunos estudios llevados a cabo en el norte de España, como el realizado por Lastra *et al.* (2006), indican que en las playas arenosas expuestas las características de las comunidades bentónicas se ven afectadas por las características físicas del medio como la granulometría y la longitud de la playa, pero también de factores dependientes de los procesos costeros como son la disponibilidad de alimento en la columna de agua. En lo que respecta al tamaño de grano observaron que las playas de arena gruesa presentaron menor número de especies y menores densidades que las playas de grano fino. En las playas largas se presentó más especies y biomasa que las pequeñas (Lastra *et al.*, 2006), debido a que estas últimas sufren mayor erosión, transportando los sedimentos de la playa hacia el mar, junto con los nutrientes y organismos (Donn, 1987; Corto, 1996; Brazeiro, 1999. En: Lastra *et al.*, 2006). En otros estudios similares al anterior se obtuvo que las abundancias de macrofauna fueron superiores en los niveles de marea baja y media, tanto en playas protegidas como expuestas. La abundancia de poliquetos y moluscos fueron mayores en las zonas protegidas, siendo dominantes los crustáceos en zonas expuestas y en la parte superior de ambos tipos de playa. Las playas arenosas expuestas están controladas principalmente por los factores físicos, mientras que las playas protegidas incluyen otros factores como los bioquímicos. Confirmaron que la fauna decrece de las playas protegidas a la expuestas debido a la variabilidad del medio y al tamaño de grano más grueso. Además en la zona intermareal estas comunidades de macrofauna bentónica se ven afectadas por la calidad de los alimentos (Rodil *et al.*, 2007).

En el Mediterráneo, en un estudio realizado por Pinedo *et al.* (1997), los organismos filtradores y carnívoros dominaron en las arenas gruesas con bajo contenido de materia orgánica, mientras que un grupo mixto de filtradores y depositívoros dominaron en sedimentos finos, siendo los depositívoros más abundantes en sedimentos limo-arenosos con mayor contenido en materia orgánica. La distribución de la macrofauna estuvo relacionada con la profundidad, la granulometría y el contenido de materia orgánica.

Además, la importancia turística de nuestras playas provoca que estén sometidas a un elevado uso, el cual puede conllevar modificaciones en el ecosistema debido, en gran parte, a las obras de ingeniería que se llevan a cabo en la costa con tal de mantener el estado de la parte seca de estas, como pueden ser el establecimiento de espigones, regeneraciones de playas y por tanto aporte o eliminación de sedimentos. El establecimiento de espigones genera la protección de la costa en las zonas de interés, pero a costa de los efectos causados a sus alrededores, en los que se ven incrementados los problemas de erosión (Greene, 2002), generando basculamientos en la línea de costa. Los hábitats costeros se ven perturbados tanto por el dragado como por la alimentación

(Peterson y Bishop, 2005), ya que estas acciones tienen efectos biológicos tanto en la acción reproductiva como en la biomasa, así como cambios en la composición del sustrato (Greene, 2002). No todos los organismos pueden tolerar estas modificaciones del medio, por tanto las actuaciones que se puedan estar realizando van a determinar la presencia o abundancia de éstas, afectando a la diversidad de estas zonas, siendo algunos de los organismos afectados de gran importancia económica para la zona. Aunque las playas sean consideradas como un gran desierto con poca cantidad de organismos, cabe destacar que al mismo tiempo sostienen una zona de elevada actividad extractiva pesquera (tellinas, pesca recreativa, trasmallos...), la cual puede verse influenciada por estas variaciones.

Las especies que podemos encontrar en estas playas desarrollan adaptaciones para la vida en playas arenosas expuestas tanto en la locomoción, nutrición, actividad rítmica, y reproducción (McLachlan y Brown, 2006), modificaciones producidas en el medio podrían provocar un desajuste en estas comunidades bentónicas, con la consecuente desaparición o disminución de estos organismos, como ya se ha demostrado en otros estudios. Un ejemplo de la afección por las variaciones en las características del medio lo tenemos en los bivalvos, en particular en las tellinas (*Donax trunculus*). La macrofauna presente en las playas expuestas poseen unas características propias de la adaptación al medio debido a la inestabilidad del sedimento y la acción de las olas, siendo la capacidad de enterrarse muy importante (McLachlan y Brown, 2006). Pero esta capacidad se ve repercutida por el tamaño del grano de sedimento, ya que se ve modificada la velocidad de enterramiento de algunas especies en función de este (de la Huz *et al.*, 2002). Debido a la importancia de la capacidad de enterramiento de los individuos en las playas expuestas, una modificación en la granulometría podría suponer una exclusión de los individuos. Pero además de ello, como demuestran de la Huz *et al.* (2002) también se verían afectadas las tasas de respiración y crecimiento.

Debido a las variaciones tanto naturales como antrópicas que se ha observado que sufren continuamente nuestras playas, y que marcan por tanto las posibles características que puedan poseer, y los pocos estudios en los que se ha integrado las variables físicas, químicas y nutricionales que explican la variabilidad en la estructura de las comunidades a mesoescala (Lastra *et al.*, 2006, Rodil *et al.*, 2007), se planteó el estudio de la distribución y abundancia de la macrofauna bentónica de tres playas de la costa valenciana con distintas características morfológicas e hidrodinámicas, así como físicoquímicas del sedimento y el agua.

1.1 Objetivos

El objetivo principal de este trabajo fue determinar cuáles eran los factores que más afectaban a la distribución espacial de la comunidad de la macrofauna bentónica del mesolitoral e infralitoral superior de playas arenosas más o menos expuestas. Tres escenarios diferentes que correspondieron a la zona situada entre la playa Norte de Gandia y la playa del Ahuir, la playa de Venecia y la playa de Els Marenys de Rafalcaíd, con tal de ver el efecto que producen sobre estas comunidades las distintas características que poseen. Para conseguir este objetivo principal se plantearon otros tres secundarios:

- Establecer la distribución batimétrica y la abundancia de la macrofauna bentónica presente en el infralitoral somero entre 0,5 y 5 m de profundidad de las tres playas estudiadas.
- Determinar las diferencias en la estructura de las comunidades bentónicas del infralitoral somero, en función de las características morfológicas, hidrodinámicas y fisicoquímicas del sedimento y agua en tres playas del sector sur del óvalo valenciano.
- Y en particular, analizar el efecto que sobre la distribución y abundancia de *Chamelea gallina*, *Donax trunculus* y *Donax semiistriatus*, tienen las condiciones morfológicas, hidrodinámicas y fisicoquímicas del sedimento y agua .

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Zona de estudio

Fueron muestreadas tres playas arenosas intermedias-disipativas de la costa valenciana, durante los meses de julio y agosto de 2012. La primera se ubicó en la zona que limita la playa Norte de Gandia y la playa del Ahuir, nombrándose este punto como Ahuir, la segunda en la playa de Venecia y la tercera ubicada en la playa de Marenys de Rafalcaíd, etiquetándose como Mareny (figura 2.1). La elección de las tres zonas se basó en la observación de distintas características morfodinámicas entre ellas, como su orientación, pendiente y tamaño de grano.

La playa del Ahuir, situada al norte del puerto de Gandia, se caracteriza por ser una playa expuesta, con orientación Noreste. Mientras que las playas de Venecia y Mareny, se encuentran al sur del puerto de Gandia, siendo directamente afectadas por el efecto de este. La zona del Mareny presenta una orientación similar a la observada en el Ahuir, pero más acusada hacia el Este, mientras que Venecia se orienta hacia el Sureste.

Debido a que las corrientes dominantes de la zona son de norte a sur, la presencia del puerto genera una acumulación de sedimentos al norte del puerto y procesos erosivos al sur. Además, al sur entre Venecia y Mareny se sitúa la desembocadura del río Serpis que está acotada por sendos espigones que alteran más si cabe la dinámica sedimentaria de la zona.

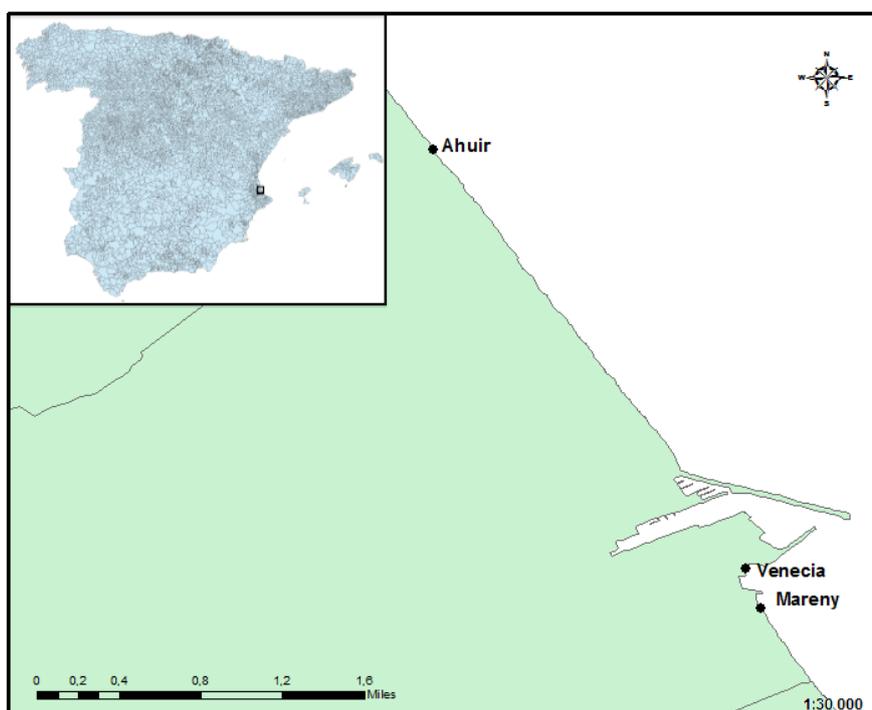


Figura 2.1: localización de las zonas de estudio.

Además, la zona recibe los aportes del propio puerto y del humedal que drenan las acequias del Molí, Rey y una tercera donde se juntan la acequia Nova y Ahuir (Sebastiá *et*

al. 2012) y del emisario submarino que vierte las aguas residuales de la EDAR de Gandia y que vierte a 17m de profundidad y a 2000m de Venecia

En el perfil de las tres playas se observó una variación del relieve y la presencia de características batimétricas distintas entre ellas. Tanto Ahuir como Mareny presentan una pendiente pronunciada y un perfil bastante irregular, mientras que en Venecia se observó una pendiente menos acusada. Esto último es debido a que la Playa de Venecia queda más resguardada de las corrientes por el puerto, mientras que las otras dos playas están totalmente expuestas, en especial Ahuir.

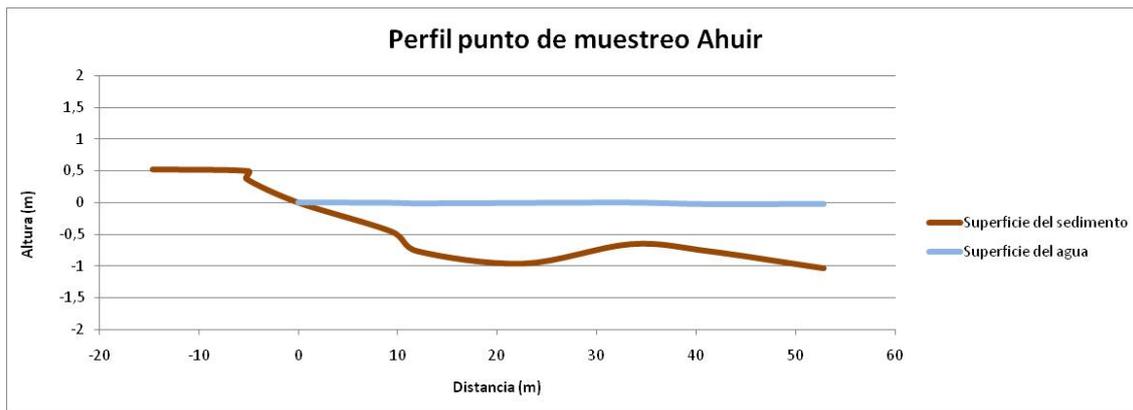


Figura 2.2: Perfil del punto de muestreo Ahuir, obtenido con un nivel óptico Leica.

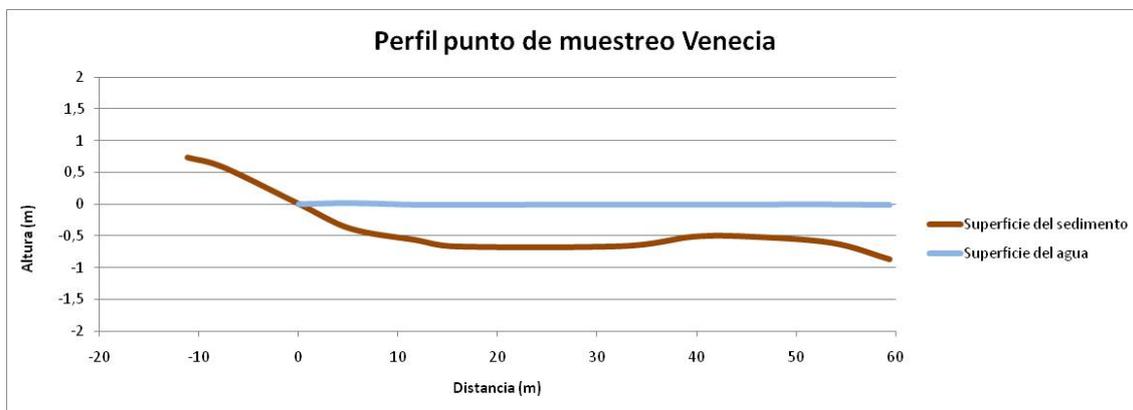


Figura 2.3: Perfil del punto de muestreo Venecia, obtenido con un nivel óptico Leica.

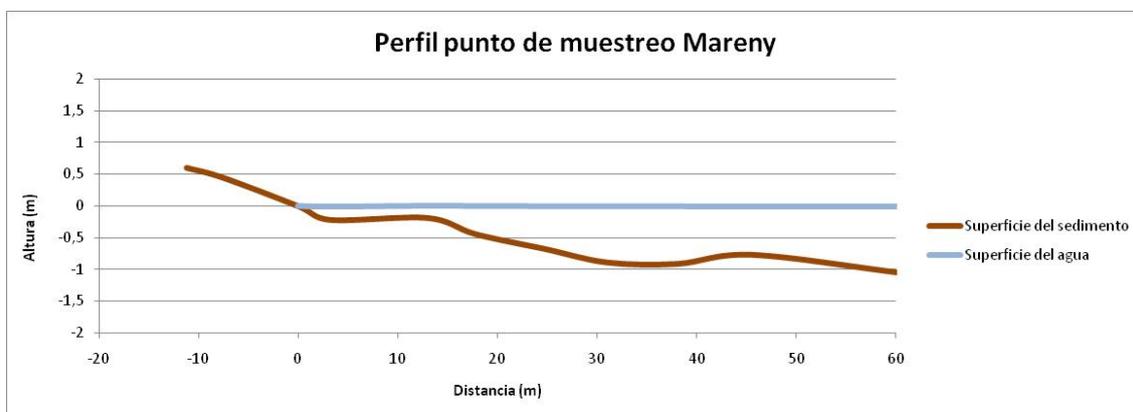


Figura 2.4: Perfil del punto de muestreo Mareny, obtenido con un nivel óptico Leica

2.2 Metodología de muestreo

En cada playa se realizaron tres transectos perpendiculares a la línea de costa, tomándose tres réplicas de macrofauna, una por transecto, en cada una de las seis profundidades seleccionadas, comprendidas entre 0.5m y 5m: en la zona situada entre la marca baja de la marea y la zona de rompiente (a 0.5m de profundidad), en la misma zona de rompiente (a 1m aproximadamente), y en la zona de transición y zona turbulenta externa (a 2, 3, 4 y 5m de profundidad). La toma de muestras a estas profundidades se seleccionó debido a que en ellas se encuentran especies de mayor interés económico como la tellina y la chirla (Salas *et al.*, 2001 y Ramón *et al.*, 1995). En cada punto de muestreo (playa y profundidad) se obtuvieron tres réplicas (cada una correspondiente a un transecto) para minimizar los sesgos que genera la elevada heterogeneidad espacial del sedimento y la infauna que alberga. Por tanto, con las tres réplicas en las tres playas y a seis profundidades, se obtuvieron un total de 54 muestras de macrofauna. Las fechas de muestreo de cada uno de los puntos quedan resumidas en la tabla 2.1.

Profundidad (m)	Fechas muestreo Ahuir	Fechas muestreo Venecia	Fechas muestreo Mareny
0.5	06/07/12	10/07/12	02/08/12
1	10/07/12	10/07/12	02/08/12
2	04/07/12	10/08/12	16/08/12
3	03/08/12	10/08/12	16/08/12
4	03/08/12	06/08/12	16/08/12
5	03/08/12	10/08/12	16/08/12

Tabla 2.1: Fechas de muestreo

La toma de muestras de macrofauna bentónica se realizó mediante corers de acero inoxidable de 16.8cm de diámetro (Lardicci *et al.*, 1997), y una longitud de 25cm, capaces de ser insertados en el sedimento hasta una profundidad de aproximadamente 20cm (Lardicci *et al.* 1999). Cada una de las muestras tomadas fueron obtenidas unificando los organismos presentes en tres corers, con tal de abarcar una mayor superficie (0.066m²).

Debido al tamaño de los corers y a la dificultad de taparlos y extraerlos en profundidad, se diseñó un aspirador similar al descrito por Emig (1977) con tal de succionar el sedimento presente dentro, pasando éste través de una malla dispuesta en el extremo posterior del aspirador, siendo así tamizado al instante.

Siguiendo las recomendaciones de Castelli *et al.* (2004), cada muestra se tamizó con una malla de 0.5mm para separar la macrofauna presente. Esta macrofauna fue anestesiada con cloruro de magnesio (MgCl₂) al 7%, con ello se busca la relajación de los individuos y mejorar la determinación específica. A continuación se fijaron con formol al 10% para su posterior identificación determinando las especies al nivel taxonómico más bajo posible.

Además, en cada punto se recogieron muestras de sedimento mediante un corer de metacrilato, de 6.5cm de diámetro y 30cm de longitud, para de determinar la

granulometría y materia orgánica presente en este. Obteniéndose un total de 51 muestras de sedimento¹.

Mientras que en el agua se obtuvieron 14 muestras¹ para su caracterización físico-química. Debido a la homogeneidad del agua en la zona de rompiente, se tomó una misma muestra de agua para las profundidades de 0.5 y 1m, de igual modo se tomó una sola para la misma profundidad de las tres réplicas de cada playa. Se midieron in situ variables como temperatura, concentración oxígeno disuelto y porcentaje de oxígeno disuelto con un oxímetro óptico YSI, y se obtuvo una muestra con una botella oceanográfica tipo Niskin para la posterior determinación en laboratorio de la clorofila *a*, los sólidos suspendidos y las concentraciones de nutrientes (amonio, nitritos, nitratos, silicio, fósforo soluble reactivo y fósforo total), así como para la medición de la salinidad y conductividad con un conductímetro WTW Multi 340i y el pH con un pHmetro Crison basic 20+.

Para la caracterización de la zona de estudio se realizaron los perfiles de las playas con un nivel óptico Leica.

2.3 Metodología de análisis en laboratorio

La clorofila *a* fue analizada por el método tricromático basado en espectroscopía visible (APHA, 2005), donde se determinan las densidades ópticas a distintas longitudes de onda de las clorofilas *a*, *b* y *c* presentes en el extracto que contiene el filtro por el que atraviesa la muestra de agua. Posteriormente para determinar el contenido de pigmento se utilizan las ecuaciones descritas por Jeffrey y Humphrey (1975).

El contenido de Sólidos Suspendidos (SS) se determinó a través del filtrado de 500-800 ml de muestras de agua a través de filtros de acetato de celulosa previamente pesados tal y como se describe en APHA (2005).

En cuanto a los nutrientes disueltos se utilizaron las metodologías oportunas para cada uno de ellos. Para el amonio se utilizó la técnica consiste en la reacción colorimétrica de Berthelot descrita por Baumgarten *et al.* (1996). En cuanto a los nitritos, la metodología usada para su determinación fue la desarrollada por Shinn (1941) y adaptada para las aguas marinas por Bendschneider y Robinson (1952) descrita en Baumgarten *et al.* (1996). Los nitratos fueron determinados mediante el análisis de nitritos más nitratos, con el objetivo de la obtención de la concentración de nitratos por diferencia con los nitritos. Para ello se utiliza la metodología descrita por Grasshof (1976) consistente en la reducción de los nitratos a nitritos haciendo pasar la muestra por una columna llena de cobre y cadmio en una solución básica. Para la determinación del fósforo soluble reactivo se siguió la metodología de Murphy y Riley (1962), mientras que para el fósforo total se utilizó la metodología descrita por Rodier (1981). En el silicio la técnica empleada basada en la descrita por Strickland y Parsons (1972) consiste en la reacción entre el molibdato amónico y el ácido ortosilícico.

Por último, en los sedimentos se determinó la textura (Shepard, 1954) mediante una columna de tamices en función de la escala de Wenworth y clasificados con el triángulo de

¹ No se obtuvieron muestras de agua y sedimento del punto de muestreo ubicado a 2m de profundidad en el Ahuir debido a un accidente durante el muestreo.

Buchanan, y la SOM (materia orgánica de sedimentos) mediante la diferencia entre de peso seco y calcinado del sedimento (Pusceddu *et al.*, 2004).

2.4. Determinación de macrofauna

Para la determinación de macrofauna se utilizaron libros especializados en ello, partiendo de uno general de Rield (1986). Para la determinación de poliquetos: Fauna Ibérica (Viéitez, *et al.*, 2004), Fauna de anélidos poliquetos de la península Ibérica (Campoy, 1982), así como artículos de familias en particular (O'Connor, 1987; Martín, 1989; Lovell y Pasko, 1995; Dean, 2001; Garwood, 2007), entre otros.

Para los moluscos se utilizaron los distintos volúmenes de "Atlas of the mediterranean seashells" (Giannuzzi-Savelli *et al.*, 1999, 2001, 2002 y 2003). Así como manuales de Poppe y Goto (1991 y 1993) y Sánchez (1982) y el catálogo de Arduino *et al.* (1995).

Finalmente para crustáceos se consultó el manual de un curso práctico de ontomología (Barrientos, 2004), artículos sobre misidáceos (Mauchline y Murano, 1977; Barberá Cebrian *et al.* 2001), libros como Crustáceos decápodos Ibéricos (Zariquiey, 1968) y tres volúmenes de "The Amphipoda of the Mediterranean" (Bellan-Santini *et al.*, 1982, 1989 y 1993).

2.5. Análisis de datos

Se utilizó el Índice de Shannon-Wiener para el cálculo la diversidad (H') y equitabilidad (J) (Gray y Elliot, 2009):

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

donde $p_i = n_i/N$, siendo n_i la abundancia de la especie i y N el número total de individuos. La utilización de \log_e es la forma más habitual de calcularlo.

$$J = \frac{H'}{H_{\max}}$$

donde $H_{\max} = \ln S$, siendo S el número de especies.

Para la realización de los análisis estadístico se utilizó el programa estadístico R, utilizando técnicas de análisis multivariante.

Se llevó a cabo un análisis cluster para la agrupación, en base a su similitud en presencia de organismos, de los puntos de muestreo, y para la similitud de especies en función de la presencia en los puntos de muestreo. Para ello se utilizó el método Ward y la distancia Manhattan, ya que se consideraron los más adecuados para el análisis de los datos. Se realizó además un escalado no métrico.

Finalmente, el análisis de correlaciones canónicas fue utilizado para determinar la influencia de las variables ambientales sobre la presencia de las distintas especies de macrofauna. Previamente se eliminaron mediante un análisis de correspondencias aquellas variables ambientales que explicaban lo mismo. Además de ello, se seleccionaron las especies presentes en más del 10% de las muestras (Harris *et al.*, 2011) con tal de que aportaran la información suficiente sobre la influencia de las distintas variables.

En la tabla 3.1 se presentan los porcentajes de materia orgánica presente en las muestras. El contenido de ésta se incrementa al aumentar la profundidad, siendo más patente tanto en Venecia como en Mareny. Cabe destacar que existe un mayor porcentaje de materia orgánica en estas dos zonas con respecto a Ahuir en los puntos de 0.5m de profundidad.

Profundidad (m)	Ahuir (% MO)				Venecia (%MO)				Mareny (%MO)			
	Réplica			Promedio	Réplica			Promedio	Réplica			Promedio
	1	2	3		1	2	3		1	2	3	
0.5	0,268	0,395	0,539	0,401±0,135	0,704	0,736	0,880	0,774±0,094	0,739	0,697	0,807	0,748±0,056
1	1,073	1,065	1,064	1,067±0,005	1,139	1,320	1,267	1,242±0,093	0,316	0,366	1,218	0,634±0,507
2	-	-	-	-	1,145	0,964	0,846	0,985±0,151	0,949	0,621	0,563	0,711±0,209
3	0,352	1,589	1,478	1,140±0,684	1,783	1,634	1,978	1,798±0,172	1,161	1,225	1,884	1,423±0,400
4	2,201	1,860	1,796	1,952±0,217	1,727	1,955	2,345	2,009±0,313	1,542	1,773	2,010	1,775±0,234
5	1,573	1,782	1,524	1,626±0,137	2,172	2,744	2,579	2,498±0,294	2,312	2,330	2,520	2,387±0,116

Tabla 3.1: contenidos medios de materia orgánica en % en cada uno de los puntos de muestreo.

3.1.2. Agua.

La tabla 3.2 resume todas las variables medidas en el agua. No existieron diferencias importantes en la temperatura, el porcentaje y concentración de oxígeno disuelto, pH, salinidad y conductividad dentro de las muestras de agua de la misma playa. Las temperaturas oscilaron entre 26.2°C y 28.3°C, obteniéndose la menor temperatura en la muestra de 0.5-1m de Ahuir, mientras que la de mayor valor fue Venecia 5m. El porcentaje de oxígeno disuelto fue siempre superior al 100% debido a que nos encontramos en una zona agitada con constante reaireación. La salinidad osciló entre los 36.8‰ y 38.6‰, presentándose menor valor en la muestra de 0.5-1m de Venecia y el mayor en los 5m del Mareny. El pH fue similar en todos los puntos rondando valores entorno a 8.

Ahuir, exceptuando el punto a 5m de profundidad, presentó menores valores de Clorofila *a* junto con Mareny 3, 4 y 5m, encontrándose el menor valor en los 5m de profundidad del Mareny con un valor de 0.67mg/m³ y el más elevado en Venecia 2m con 1.82mg/m³.

El amonio presentó la concentración más elevada en los puntos de 0.5m de profundidad, presentando su máximo valor en la playa de Venecia en los 0.5-1m de profundidad (2.4µM). Se puede observar que la concentración de nitritos en Ahuir fue muy baja, con valores entre 0.03µM y 0.06µM, los valores más altos se obtuvieron en Venecia a los 0.5-1m y dos metros (0.72µM y 0.34µM respectivamente), encontrándose valores bajos en el Mareny, excepto en el punto de menor profundidad con una concentración de 0.17µM. En cuanto a los nitratos, se obtuvieron valores más bajos en Ahuir y en los 2 y 5 m de Mareny, alcanzándose en Venecia valores de hasta 9.48 µM a 0.5-1m de profundidad.

Como podemos observar, la mayor concentración de silicio también se obtuvo en las muestras de menor profundidad de Venecia (0.5-1m y 2m), con concentraciones de 9.48µM y 8.18µM respectivamente. En el Mareny se obtuvo el mayor valor de éste en 0.5-1m (4.17µM), y en Ahuir a 5m de profundidad (3.85µM).

Finalmente, el fósforo soluble presentó valores muy bajos en todos los puntos. Mientras que el fósforo total osciló entre concentraciones de $0.77\mu\text{M}$ (Ahuir 4m) y $1.82\mu\text{M}$ (Venecia 2m), apareciendo los mayores valores en Venecia, seguidos de Maren y Ahuir.

VARIABLES MEDIDAS	PUNTOS DE MUESTREO	Ahuir					Venecia					Maren				
		0,5-1m	2m	3m	4m	5m	0,5-1m	2m	3m	4m	5m	0,5-1m	2m	3m	4m	5m
Temperatura		26,2	SD	27,4	27,5	27,7	SD	27,9	28	27,7	28,3	27,1	27,2	27,2	27,5	27,5
%OD		103,2	SD	104,3	107,4	107,4	SD	106,3	107,1	103,8	108,8	100,4	101,9	103,3	104,5	105,1
OD (mg/L)		6,81	SD	6,70	6,88	6,88	SD	6,79	6,81	6,66	6,91	6,49	6,57	6,67	6,71	6,76
Ph		8,09	SD	8,12	8,14	8,16	7,99	8,03	8,10	8,16	7,99	8,10	8,07	8,17	8,17	8,14
Salinidad (‰)		38,1	SD	37,8	37,9	38	36,8	37,4	38,1	38,3	38,5	38,2	37,9	38,6	38,4	38,6
Conductividad (mS/cm)		58,5	SD	58,2	58,3	58,3	55,5	57,7	59,2	57,6	59	57,3	58,6	59,1	58,9	59,2
Sólidos en suspensión (mg/l)		12	SD	11	6	8	12	15	12	15	11	9	15	7	7	9
Amonio (μM)		0,450	SD	<0,1	<0,1	<0,1	2,4	0,750	<0,1	0,003	0,060	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nitritos (μM)		0,06	SD	0,05	0,03	0,05	0,72	0,34	0,06	0,08	0,04	0,17	0,02	0,04	0,04	0,02
Nitritos + Nitratos (μM)		0,12	SD	0,87	0,48	0,82	10,20	8,52	2,07	1,51	0,94	2,98	0,69	1,35	1,29	0,38
Nitratos (μM)		0,06	SD	0,82	0,45	0,77	9,48	8,18	2,01	1,43	0,90	2,81	0,67	1,31	1,25	0,36
Silicio (μM)		1,33	SD	3,62	2,68	3,85	8,53	6,32	3,17	2,14	2,64	4,17	2,04	2,51	2,84	2,41
Fósforo soluble (μM)		0,02	SD	0,03	0,02	0,04	0,08	0,03	0,04	0,03	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,01	<0,01
Fósforo total (μM)		0,14	SD	0,20	0,18	0,23	0,44	0,35	0,19	0,26	0,18	0,23	0,17	0,17	0,21	0,18
Clorofila <i>a</i> (mg/m ³)		0,89	SD	0,95	0,77	1,44	1,63	1,82	1,44	1,51	1,08	1,26	1,12	0,78	0,97	0,67

Tabla 3.2: Resumen de las variables del agua en los distintos puntos de muestreo

3.2. Macrofauna

Los grupos de organismos más representativos encontrados en las tres playas fueron moluscos, poliquetos y crustáceos, presentándose equinodermos en menor cantidad.

3.2.1. Riqueza específica

El número de especies encontradas en cada una de las playas y en cada una de sus profundidades se resume en la tabla 3.3.

En Ahuir se encontraron 68 especies distintas, de las cuales 28 eran poliquetos, 26 moluscos, 13 crustáceos y un equinodermo.

A 0.5m de profundidad se encontraron cuatro especies distintas, dos de moluscos, una de poliqueto y una de crustáceo. A 1m el número de especies presentes fueron siete, entre las cuales había dos moluscos, dos poliquetos y tres crustáceos. En los 2m de profundidad se observaron diez especies de las cuales seis eran moluscos, tres poliquetos y un crustáceo dominando así los moluscos a esta profundidad. A los 3m dominaron los poliquetos con 11 especies, frente a siete de moluscos y tres de crustáceos, con un total de 21 especies. Los organismos dominantes a 4m de profundidad fueron de nuevo los poliquetos, con 18 especies, 14 de moluscos, 9 de crustáceos y un equinodermo. En el punto de mayor profundidad se encontraron 23 especies de moluscos, 21 de poliquetos, 9 de crustáceos y un equinodermo.

Podemos observar el crecimiento de la riqueza de especies al aumentar la profundidad, dominando los moluscos en el punto de menor profundidad, en los 2m y 5m, los crustáceos a 1m de profundidad y los poliquetos en los 3m y 4m.

En Venecia se identificaron 80 especies distintas, dominando los poliquetos con 40 especies. De moluscos se encontraron 26 especies, 13 de crustáceos y una de equinodermos.

A los 0.5m de profundidad se determinaron 11 especies de las cuales 4 eran de moluscos, 5 de poliquetos y 2 de crustáceos. A 1m de profundidad dominaron los poliquetos con 8 especies distintas, 3 especies de moluscos y 2 de crustáceos, un total de 13 especies. En los 2m se encontraron 19 especies, también dominando los poliquetos (11especies), junto con 6 especies de moluscos y 2 de crustáceos. Se determinaron 29 especies a 3m de profundidad entre los que se encontraron 10 especies de moluscos, 15 de poliquetos y 4 de crustáceos. En el punto de 4m de profundidad el número de especies presente fue de 23, dividiéndose en 4 moluscos, 15 poliquetos y 4 crustáceos. Finalmente, en el punto de mayor profundidad se encontraron 21 moluscos, 30 poliquetos, 8 crustáceos y 1 equinodermo, un total de 60 especies. Como se puede observar, en todos los puntos de Venecia dominaron los poliquetos.

En el Mareny encontramos 64 especies, dominando los poliquetos con 30 especies, seguidos de los moluscos con 21 especies, los crustáceos con 11 y los equinodermos con 2 especies.

A 0.5m de profundidad se encontraron 5 especies distintas: 2 moluscos, 1 poliqueto y 2 crustáceos. A 1m el número de especies presentes fueron también 5, entre las cuales había 2 moluscos, 2 poliquetos y 1 crustáceo. En los 2m se encontraron 13 especies, destacando los poliquetos (8), junto con 2 especies de moluscos, 2 de crustáceos y 1 de equinodermos. Los organismos dominantes a 3m de profundidad fueron de nuevo los poliquetos, con 12 especies, 6 de moluscos y 6 de crustáceos. En el punto de 4m de profundidad el número de especies presente fueron 26, 11 de moluscos, 10 de poliquetos, 4 crustáceos y 1 de equinodermos. Finalmente, a los 5m se determinaron 47 especies, entre ellas 13 de moluscos, 26 de poliquetos, 7 de crustáceos y 1 de equinodermos.

A todas las profundidades dominan las especies de poliquetos excepto a 0.5m dominando moluscos y crustáceos por igual, y a los 4m donde dominan los moluscos.

Profundidad (m)	Nº de especies en Ahuir	Nº de especies en Venecia	Nº de especies en Mareny
Total	68	80	64
0.5	4	11	5
1	7	13	5
2	10	19	13
3	21	29	24
4	42	23	26
5	53	60	47

Tabla 3.3: Número de especies encontradas a cada profundidad en cada playa.

3.2.2. Diversidad y equitabilidad

La diversidad y equitabilidad de especies se presenta resumida en la tabla 3.4. El alto número de especies presentes en las muestras nos proporciona una elevada diversidad en las tres playas, siendo un poco más elevada en el caso de Ahuir. Cabe destacar que en las tres playas ésta se incrementa en profundidad, exceptuando un descenso en Venecia a los 4m de profundidad, siendo los 5m de profundidad los que presentan mayor diversidad.

Los mayores valores de equitabilidad se presentan en Ahuir, seguido de Mareny y presentando valores más bajos la playa de Venecia. A los 5m de profundidad de esta última y de Ahuir y parte de los puntos de Mareny (1 y 4m de profundidad) se presentan valores elevados.

	Ahuir		Venecia		Mareny	
	H'	J	H'	J	H'	J
Total playa	3,508	0,831	3,162	0,720	3,274	0,787
0.5	1,242	0,896	0,913	0,381	1,205	0,749
1	1,365	0,702	1,458	0,552	1,439	0,894
2	2,075	0,901	1,991	0,676	1,590	0,620
3	2,850	0,936	2,199	0,653	2,396	0,754
4	3,162	0,846	1,864	0,595	2,893	0,888
5	3,236	0,815	3,491	0,853	2,999	0,779

Tabla 3.4: Diversidad de especies en las distintas playas y a distinta batimetría.
H': diversidad; J: equitabilidad

3.2.3. Densidad de las especies

➤ Densidad de organismos en Ahuir

La densidad de especies en Ahuir se resume en la tabla 3.5. Podemos observar que en el conjunto de la playa de Ahuir encontramos mayor abundancia de bivalvos como *Dosinia lupinus*, *Loripes lucinalis*, *Spisula subtruncata* y *Thracia sp.*.

A 0.5 y 1m de profundidad se presentan mayores densidades de especies como *Donax trunculus* con 61ind/m² y 111ind/m² respectivamente, *Donacilla sp.* (30ind/m² y 40ind/m²) y *Urothoe grimaldii* presentando 20ind/m² y 35ind/m² respectivamente. A mayor profundidad empiezan a incrementarse las densidades de otras especies como *Donax semistriatus*, *Macra stultorum* y *Phaxas adriaticus* presentando a los 2m densidades de 35ind/m², 25ind/m² y 20ind/m² respectivamente. *Magelona mirabilis* con 30ind/m², *Dosinia lupinus* con 25ind/m² y *Macra stultorum* con 20ind/m² fueron las especies más abundantes en los 3m de profundidad. A 4m las especies con mayor número de individuos fueron *Spisula subtruncata* (121ind/m²), *Loripes lucinalis* (116ind/m²), *Dosinia lupinus* (96ind/m²) y *Tellina fabula* (71ind/m²). Finalmente en el punto de mayor profundidad se presentaron mayores densidades de *Loripes lucinalis* (258ind/m²), *Dosinia lupinus* (253ind/m²), *Thracia sp.* (152ind/m²), *Lumbrineris tetraura* (141ind/m²) y *Lumbrineris latreilli* (101ind/m²).

Clase	Familia	Especie	Densidad A0	Densidad A1	Densidad A2	Densidad A3	Densidad A4	Densidad A5
B I V A L V I A	Mactridae	<i>Maetra stultorum</i>	0	0	25±9	20±9	30±15	56±9
		<i>Spisula subtruncata</i>	0	0	0	0	121±15	96±61
	Veneridae	<i>Chamelea gallina</i>	0	0	0	10±9	5±9	25±9
		<i>Dosinia lupinus</i>	0	0	5±9	25±9	96±9	253±49
		<i>Gouldia minima</i>	0	0	0	0	0	5±9
	Tellinidae	<i>Macoma cumana</i>	0	0	0	0	0	5±9
		<i>Tellina fabula</i>	0	0	0	0	71±38	56±38
		<i>Tellina nitida</i>	0	0	0	0	0	5±9
		<i>Tellina tenuis</i>	0	0	0	0	0	25±9
	Lucinidae	<i>Tellina pulchella</i>	0	0	0	0	0	5±9
		<i>Loripes lucinalis</i>	0	0	0	0	116±23	258±114
	Montacutidae	<i>Divaricella divaricata</i>	0	0	0	0	10±9	45±40
		<i>Montacuta ferruginosa</i>	0	0	0	0	0	20±17
	Donacidae	<i>Donax semistriatus</i>	0	0	35±17	0	10±9	40±23
		<i>Donax trunculus</i>	61±40	111±86	0	5±9	0	5±9
	Pharidae	<i>Ensis minor</i>	0	0	10±9	15±0	0	15±0
		<i>Phaxas adriaticus</i>	0	0	20±23	0	5±9	96±101
	Mesodesmatidae	<i>Donacilla sp.</i>	30±26	40±35	0	0	0	0
	Semelidae	<i>Abra sp.</i>	0	0	0	0	10±17	15±15
	Kelliidae	<i>Bornia sebetia</i>	0	0	0	0	5±9	51±61
Thraciidae	<i>Thracia sp.</i>	0	0	0	0	61±26	152±84	
GASTROPODA	Acteonidae	<i>Acteon tornatilis</i>	0	0	0	0	5±9	0
	Mangelidae	<i>Bela septenvillei</i>	0	0	0	5±9	0	0
	Nassariidae	<i>Nassarius pygmaeus</i>	0	0	5±9	5±9	5±9	10±17
		<i>Nassarius incrassatus</i>	0	0	0	0	0	5±9
	Pyramidellidae	<i>Turbonilla sp.</i>	0	0	0	0	0	5±9
P O L Y C H A E T A	Paraonidae	<i>Aricidea sp.</i>	0	0	0	0	0	5±9
		<i>Paradoneis armata</i>	0	0	0	0	10±17	51±61
	Orbiniidae	<i>Orbinia sp.</i>	0	0	0	15±15	0	5±9
		<i>Prionospio pygmaea</i>	0	0	0	0	0	10±17
	Spionidae	<i>Scolecopsis bonnieri</i>	0	0	0	5±9	5±9	0
		<i>Scolecopsis squamata</i>	15±15	10±9	0	0	0	0
		<i>Spiophanes bombyx</i>	0	0	0	5±9	0	10±17
	Oweniidae	<i>Owenia fusiformis</i>	0	0	15±15	5±9	5±9	10±9
		<i>Magelona mirabilis</i>	0	0	0	30±15	40±32	45±55
	Magelonidae	<i>Magelona johnstoni</i>	0	0	0	0	56±49	66±53
		<i>Magelona allenii</i>	0	0	0	0	0	10±17
	Onuphidae	<i>Onuphis eremita</i>	0	0	0	15±15	25±23	10±17
	Phyllococidae	<i>Eteone picta</i>	0	0	0	0	0	5±9
	Sigalionidae	<i>Sigalion mathildae</i>	0	0	15±15	15±26	45±30	35±23
		<i>Sthenalalis limicola</i>	0	0	0	10±9	15±15	0
	Capitellidae	<i>Notomastus latericeus</i>	0	0	0	0	5±9	10±17
		<i>Notomastus lineatus</i>	0	0	0	0	5±9	0
		<i>Heteromastus filiformis</i>	0	0	0	0	5±9	0
		<i>Heteromastus sp.</i>	0	0	0	0	10±9	10±17
	Maldanidae	<i>Maldane sarsi</i>	0	0	0	0	0	10±9
Nephtyidae	<i>Micronephthys maryae</i>	0	0	0	5±9	0	5±9	
	<i>Nephtys hombergii</i>	0	0	0	5±9	5±9	10±17	
Cirratulidae	<i>Cirratulus cirratus</i>	0	0	5±9	0	35±49	0	
Ampharetidae	<i>Melinna palmata</i>	0	0	0	0	0	15±0	
Terebellidae	<i>Terebellidae S.I.</i>	0	0	0	0	5±9	0	
Glyceridae	<i>Glycera tridactyla</i>	0	5±9	0	0	5±9	15±15	
Lumbrineridae	<i>Lumbrineris latreilli</i>	0	0	0	10±9	51±9	101±9	
	<i>Lumbrineris tetraura</i>	0	0	0	0	30±26	141±9	
M A L A C O S T R A C A (Subphylum Crustacea)	Urothoidae	<i>Urothoe poseidonis</i>	0	5±9	0	0	5±9	15±15
		<i>Urothoe grimaldii</i>	20±23	35±49	0	0	0	0
	Bathyporeiidae	<i>Bathyporeia pseudopelagica</i>	0	0	0	10±9	0	5±9
	Ampeliscidae	<i>Ampelisca sp.</i>	0	0	0	5±9	30±15	25±23
	Ischyrocerinae	<i>Siphonoecetes sabatieri</i>	0	0	5±9	0	15±26	15±15
	Bodotriidae	<i>Iphinoe serrata</i>	0	0	0	0	5±9	0
	Apseudidae	<i>Apseudes bacescui (latreilli)</i>	0	0	0	0	10±17	5±9
	Crangonidae	<i>Philocheras trispinosus</i>	0	0	0	0	5±9	5±9
		<i>Philocheras monacanthus</i>	0	0	0	0	0	10±17
	Portunidae	<i>Portunus latipes</i>	0	5±9	0	0	0	0
	Polybiidae	<i>Liocarcinus depurator</i>	0	0	0	5±9	5±9	0
	Diogenidae	<i>Diogenes pugilator</i>	0	0	0	0	10±9	0
Callianassidae	<i>Callianassa tyrrhena</i>	0	0	0	0	5±19	5±9	
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	<i>Amphiura chiajei</i>	0	0	0	0	15±15	10±17

Tabla 3.5: Densidad de organismos presentes en Ahuir.

➤ Densidad de organismos en Venecia

Como se puede observar en la tabla 3.6, en el conjunto de la playa de Venecia encontramos mayor densidad de los poliquetos *Owenia fusiformis*, *Scolecopsis squamata* y *Magelona mirabilis* y del crustáceo *Siphonoecetes sabatieri*.

A 0.5m de profundidad observamos mayores densidades de especies como *Scolecopsis squamata* con 571ind/m², *Donacilla sp.* con 71ind/m² y *Donax trunculus* presentando 20ind/m². A 1m de profundidad presentaron mayor abundancia *Scolecopsis squamata* y *Donacilla sp.* de nuevo, con 364ind/m² y 35ind/m² respectivamente, *Magelona mirabilis* con 71ind/m² y *Magelona johnstoni* con 35ind/m². A los 2m dominaron *Siphonoecetes sabatieri* con una densidad de 253ind/m², *Magelona mirabilis* con 212ind/m², *Spiophanes bombyx* con 101ind/m² y *Magelona johnstoni* con 51ind/m². A los 3 y 4m las especies con mayores densidades encontradas fueron *Owenia fusiformis* (384ind/m² y 657ind/m² respectivamente), *Siphonoecetes sabatieri* con 293ind/m² y 268ind/m² respectivamente y *Magelona mirabilis* con 116ind/m² y 141ind/m². Y finalmente se presentó mayor abundancia de *Magelona mirabilis* (247 ind/m²), *Magelona johnstoni* (192ind/m²), *Owenia fusiformis* (177 ind/m²), *Loripes lucinalis* (172 ind/m²) y *Dosinia lupinus* (157 ind/m²) a 5m de profundidad.

Clase	Familia	Especie	Densidad V0	Densidad V1	Densidad V2	Densidad V3	Densidad V4	Densidad V5	
B I V A L V I A	Mactridae	<i>Macra stultorum</i>	0	0	15±15	25±32	5±9	30±26	
		<i>Spisula subtruncata</i>	0	0	0	0	5±9	10±9	
	Veneridae	<i>Chamelea gallina</i>	0	0	0	5±9	0	25±23	
		<i>Dosinia lupinus</i>	0	0	0	10±9	0	157±87	
	Tellinidae	<i>Macoma cumana</i>	0	0	0	0	0	51±23	
		<i>Tellina fabula</i>	0	0	0	5±9	0	45±26	
		<i>Tellina tenuis</i>	0	0	0	0	0	10±9	
	Lucinidae	<i>Tellina pulchella</i>	0	0	0	0	0	5±9	
		<i>Loripes lucinalis</i>	0	0	15±0	30±40	0	172±61	
	Montacutidae	<i>Divaricella divaricata</i>	0	0	0	10±9	5±9	35±9	
		<i>Montacuta ferruginosa</i>	0	0	0	10±9	0	66±89	
	Donacidae	<i>Donax semistriatus</i>	5±9	0	25±9	15±15	0	25±17	
		<i>Donax trunculus</i>	20±35	5±9	5±9	0	0	0	
	Pharidae	<i>Ensis minor</i>	0	0	10±9	0	0	10±9	
		<i>Phaxas adriaticus</i>	0	0	5±9	0	0	0	
	Mesodesmatidae	<i>Donacilla sp.</i>	71±9	35±61	0	0	0	0	
	Semelidae	<i>Abra sp.</i>	0	0	0	0	0	30±15	
	Mytilidae	<i>Mytilaster solidus</i>	5±9	5±9	0	0	0	0	
	Thraciidae	<i>Thracia sp.</i>	0	0	0	0	0	71±46	
GASTROPODA	Acteonidae	<i>Acteon tornatilis</i>	0	0	0	5±9	25±32	71±23	
	Eulimidae	<i>Eulima bilineata</i>	0	0	0	5±9	0	0	
	Mangeliidae	<i>Mangelia attenuata</i>	0	0	0	0	0	10±17	
	Nassariidae	<i>Nassarius pygmaeus</i>	0	0	0	0	0	15±15	
	Naticidae	<i>Payraudeautia sp.</i>	0	0	0	0	0	5±9	
	Philinidae	<i>Philene sp.</i>	0	0	0	0	0	5±9	
SCAPHOPODA	Dentaliidae	<i>Dentalium sp.</i>	0	0	0	0	0	5±9	
P O L Y C H A E T A	Paraonidae	<i>Aricidea sp.</i>	0	0	0	10±9	5±9	15±0	
		<i>Aricidea fragilis</i>	0	0	0	0	0	20±9	
		<i>Paradoneis armata</i>	0	0	0	5±9	15±0	136±15	
	Orbiniidae	<i>Paraonidae S.I.2</i>	10±9	0	0	0	0	0	
		<i>Orbinia sp.</i>	0	0	5±9	15±26	0	0	
	Spionidae	<i>Aonides oxycephala</i>	0	10±17	5±9	0	0	0	
		<i>Prionospio pygmaea</i>	0	0	5±9	10±17	25±17	20±23	
		<i>Minuspio cirrifera</i>	0	0	0	0	0	10±17	
		<i>Scolelepis bonnieri</i>	0	0	0	10±9	5±9	0	
		<i>Scolelepis squamata</i>	571±407	364±293	0	0	0	0	
		<i>Spiophanes bombyx</i>	0	0	101±9	0	0	15±15	
	Oweniidae	<i>Spiophanes sp.</i>	0	0	5±9	0	0	0	
		<i>Galathowenia oculata</i>	0	0	0	35±32	40±57	25±17	
	Magelonidae	<i>Owenia fusiformis</i>	0	0	0	384±172	657±451	177±110	
		<i>Magelona mirabilis</i>	5±9	71±63	212±40	116±17	141±57	247±193	
		<i>Magelona johnstoni</i>	0	35±32	51±46	15±0	30±26	192±32	
	Onuphidae	<i>Magelona alleni</i>	0	0	0	0	0	20±9	
		<i>Onuphis eremita</i>	0	0	0	20±9	40±44	51±17	
	Pilargidae	<i>Diopatra neapolitana</i>	0	0	0	0	0	25±9	
		<i>Sigambra tentaculata</i>	0	0	0	5±9	0	5±9	
	Phyllodoceidae	<i>Phyllodoce maculata</i>	0	0	0	0	0	5±9	
		<i>Eteone picta</i>	5±9	10±9	0	0	0	0	
	Sigalionidae	<i>Sigalion mathildae</i>	0	0	0	25±23	15±0	96±23	
		<i>Sthenalosis limicola</i>	0	5±9	5±9	0	10±9	15±15	
		<i>Sthenalosis sp.</i>	0	5±9	0	0	0	0	
	Capitellidae	<i>Notomastus latericeus</i>	0	0	0	0	0	10±17	
		<i>Notomastus sp.</i>	0	0	0	0	0	25±44	
		<i>Heteromastus filiformis</i>	0	0	0	0	0	10±17	
	Maldanidae	<i>Heteromastus sp.</i>	0	0	0	0	0	20±35	
		<i>Euclymene oerstedii</i>	0	0	0	0	0	25±17	
	Nephtyidae	<i>Maldane sarsi</i>	0	0	0	0	0	35±9	
		<i>Micronephthys maryae</i>	0	0	0	0	0	15±15	
	Cirratulidae	<i>Nephtys hombergii</i>	0	0	10±9	5±9	30±15	25±9	
		<i>Cirratulus cirratus</i>	0	0	0	15±15	40±32	40±9	
	Ampharetidae	<i>Melinna palmata</i>	0	0	5±9	0	5±9	0	
		<i>Glyceridae</i>	<i>Glyceria tridactyla</i>	10±9	15±15	10±9	10±17	5±9	0
	Lumbrineridae	<i>Syllidae</i>	<i>Exogone sp.</i>	0	0	0	0	0	10±9
		<i>Lumbrineris latreilli</i>	0	0	0	0	0	25±23	
	Urothoideae	<i>Lumbrineris tetraura</i>	0	0	0	0	0	15±15	
<i>Lumbrineridae S.I.</i>		0	0	0	0	0	5±9		
M A L A C O S T R A C E A (Subphylum Crustacea)	Ampeliscidae	<i>Urothoe poseidonis</i>	0	0	0	0	0	35±35	
		<i>Urothoe grimaldii</i>	10±17	5±9	0	0	0	0	
	Ischyrocerinae	<i>Ampelisca sp.</i>	0	0	0	0	0	15±15	
		<i>Siphonocetes sabatieri</i>	0	0	253±235	293±136	268±162	10±9	
	Leuconidae	<i>Bodotridae</i>	<i>Iphinoe serrata</i>	0	0	0	0	0	20±9
		<i>Leuconidae S.I.</i>	0	0	0	0	0	5±9	
	Crangonidae	<i>Apseudidae</i>	<i>Apseudes bacescui (latreilli)</i>	0	0	0	0	0	116±57
		<i>Philocheles trispinosus</i>	0	0	0	0	5±9	0	
	Portunidae	<i>Pinnotheres pisum</i>	0	0	0	5±9	0	0	
		<i>Portunus latipes</i>	15±15	20±9	0	0	0	0	
	Callianassidae	<i>Diogenidae</i>	<i>Diogenes pugilator</i>	0	0	30±15	5±9	5±9	5±9
		<i>Callianassa tyrrhena</i>	0	0	0	10±9	5±9	0	
	Echinoidea	<i>Processidae</i>	<i>Processa sp.</i>	0	0	0	0	0	5±9
		<i>Loveniidae</i>	<i>Echinocardium mediterraneum</i>	0	0	0	0	0	5±9

Tabla 3.6: Densidad de organismos presentes en Venecia.

➤ Densidad de organismos en Mareny

En la tabla 3.7 se resume la densidad de especies encontradas en el Mareny, presentándose en su conjunto mayor abundancia del crustáceo *Siphonoecetes sabatieri*, y los poliquetos *Magelona mirabilis* y *Owenia fusiformis*, similar a lo ocurrido en Venecia.

A 0.5m de profundidad observamos mayores densidades de especies como *Urothoe grimaldii* con 56ind/m² y *Donacilla sp.* presentando 25ind/m². A 1m de profundidad abundaron principalmente *Urothoe grimaldii* con 25ind/m², *Donax trunculus* y *Donacilla sp.* con 15ind/m². A los 2m dominaron *Siphonoecetes sabatieri*, *Magelona mirabilis* y *Donax semistriatus*, con 222ind/m², 40ind/m² y 20ind/m² respectivamente. *Siphonoecetes sabatieri* (242ind/m²), *Magelona johnstoni* (56ind/m²) y *Magelona mirabilis* (40ind/m²) presentaron mayor abundancia en los 3m de profundidad. A los 4m las especies con mayores densidades encontradas fueron *Owenia fusiformis* con 61ind/m², *Paradoneis armata* con 45ind/m², *Magelona mirabilis* con 45ind/m² y *Loripes lucinalis* con 35ind/m². Y finalmente, en los 5m de profundidad las especies con mayores densidades fueron *Owenia fusiformis* (389ind/m²), *Magelona mirabilis* (338ind/m²), *Paradoneis armata* (167ind/m²), *Loripes lucinalis* (131ind/m²) y *Magelona johnstoni* (86 ind/m²) a 5m de profundidad.

Clase	Familia	Especie	Densidad M0	Densidad M1	Densidad M2	Densidad M3	Densidad M4	Densidad M5
B I V A L V I A	Mactridae	<i>Macra stultorum</i>	0	0	0	5±9	5±9	0
		<i>Spisula subtruncata</i>	0	0	0	0	10±9	0
	Veneridae	<i>Chamelea gallina</i>	0	0	15±15	30±26	5±9	0
		<i>Dosinia lupinus</i>	0	0	0	30±15	5±9	51±32
	Tellinidae	<i>Tellina fabula</i>	0	0	0	0	25±9	0
		<i>Tellina nitida</i>	0	0	0	0	0	5±9
		<i>Tellina tenuis</i>	0	0	0	0	0	15±26
	Lucinidae	<i>Loripes lucinalis</i>	0	0	0	20±17	35±9	131±49
		<i>Divaricella divaricata</i>	0	0	0	0	15±15	40±9
	Glycymeridae	<i>Glycymeris glycymeris</i>	0	0	0	5±9	0	10±9
	Montacutidae	<i>Montacuta ferruginosa</i>	0	0	0	0	15±15	20±9
	Donacidae	<i>Donax semistriatus</i>	0	0	20±9	0	10±17	20±23
		<i>Donax trunculus</i>	5±9	15±0	0	0	0	0
	Pharidae	<i>Ensis minor</i>	0	0	0	10±17	0	0
	Mesodesmatidae	<i>Donacilla sp.</i>	25±23	15±15	0	0	0	0
	Semelidae	<i>Abra sp.</i>	0	0	0	0	0	30±15
	Thraciidae	<i>Thracia sp.</i>	0	0	0	0	0	5±9
GASTROPODA	Acteonidae	<i>Acteon tornatilis</i>	0	0	0	0	5±9	35±9
	Mangeliidae	<i>Bela fuscata</i>	0	0	0	0	0	5±9
		<i>Bela sp.</i>	0	0	0	0	0	5±9
	Philinidae	<i>Philene sp.</i>	0	0	0	0	5±9	0
P O L Y C H A E T A	Paraonidae	<i>Aricidea fragilis</i>	0	0	0	15±15	0	15±15
		<i>Paradoneis armata</i>	0	0	0	5±9	45±45	167±84
		<i>Paraonidae S.I.</i>	0	0	0	0	0	5±9
		<i>Paraonidae S.I.2</i>	0	5±9	0	0	0	0
	Orbiniidae	<i>Scoloplos sp.</i>	0	0	0	0	0	5±9
		<i>Orbinia sp.</i>	0	0	10±9	15±15	5±9	10±9
	Spionidae	<i>Prionospio pygmaea</i>	0	0	0	10±9	5±9	20±9
		<i>Scolecopsis bonnierii</i>	0	0	10±9	15±0	0	0
		<i>Scolecopsis squamata</i>	10±9	5±9	5±9	5±9	0	0
		<i>Spiophanes bombyx</i>	0	0	5±9	0	0	5±9
	Oweniidae	<i>Galathowenia oculata</i>	0	0	0	0	0	20±17
		<i>Owenia fusiformis</i>	0	0	0	5±9	61±79	389±256
	Magelonidae	<i>Magelona mirabilis</i>	0	0	40±23	40±9	45±40	338±96
		<i>Magelona johnstoni</i>	0	0	0	56±9	10±17	86±35
	Onuphiidae	<i>Onuphis eremita</i>	0	0	0	0	30±26	51±9
		<i>Diopatra neapolitana</i>	0	0	0	0	0	35±35
	Pilargidae	<i>Sigambra tentaculata</i>	0	0	0	0	0	5±9
	Phyllodoceidae	<i>Phyllodoce madeirensis</i>	0	0	0	0	0	5±9
	Sigalionidae	<i>Sigalion mathildae</i>	0	0	10±9	20±23	5±9	71±44
	Capitellidae	<i>Notomastus latericeus</i>	0	0	0	0	0	10±9
		<i>Heteromastus filiformis</i>	0	0	0	0	0	20±17
	Maldanidae	<i>Euclymene oerstedii</i>	0	0	0	0	0	5±9
	Nephtyidae	<i>Micronephthys maryae</i>	0	0	0	0	0	15±15
		<i>Nephtys hombergii</i>	0	0	15±15	30±26	10±9	30±15
	Cirratulidae	<i>Cirratulus cirratus</i>	0	0	0	0	10±17	25±17
	Ampharetidae	<i>Melinna palmata</i>	0	0	0	0	0	5±9
	Glyceridae	<i>Glycera tridactyla</i>	0	0	5±9	10±9	0	0
Syllidae	<i>Exogone sp.</i>	0	0	0	0	0	20±35	
Lumbrineridae	<i>Lumbrineris latreilli</i>	0	0	0	0	0	25±9	
	<i>Lumbrineris tetraura</i>	0	0	0	0	0	35±17	
M A L A C O S T R A C A	Urothoideae	<i>Urothoe poseidonis</i>	0	0	10±17	10±17	20±35	10±17
		<i>Urothoe grimaldii</i>	56±46	25±9	0	0	0	0
	Ampeliscidae	<i>Ampelisca sp.</i>	0	0	0	10±17	5±9	15±15
	Ischyrocerinae	<i>Siphonoecetes sabatieri</i>	0	0	222±132	242±145	0	5±9
	Cirrolanidae	<i>Eurydice affinis</i>	5±9	0	0	0	0	0
	Bodotriidae	<i>Iphinoe serrata</i>	0	0	0	0	5±9	40±9
		<i>Bodotria sp.</i>	0	0	0	5±9	0	0
	Apseudidae	<i>Apseudes bacescui (latreilli)</i>	0	0	0	0	0	40±44
	Crangonidae	<i>Philocheras monacanthus</i>	0	0	0	0	0	5±9
	Polybiidae	<i>Liocarcinus depurator</i>	0	0	0	5±9	0	0
(Subphylum Crustacea)	Diogenidae	<i>Diogenes pugilator</i>	0	0	0	10±17	15±15	35±38
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	<i>Amphiura chiajei</i>	0	0	5±9	0	5±9	0
	Ophiuridae	<i>Ophiura albida</i>	0	0	0	0	0	5±9

Tabla 3.7: Densidad de organismos presentes en Marenly.

Se puede observar que las especies más abundantes no presentan siempre la misma distribución en las tres zonas, ni las mismas densidades. Esto queda reflejado en los gráficos que se presentan a continuación, donde se representa la evolución en las tres playas de las especies más abundantes.

Donax trunculus y *Donax semistriatus* presenta una distribución similar en las tres playas, mientras que las mayores densidades se encuentran en Ahuir (figura 3.2 y 3.3). Lo mismo sucede para *Loripes lucinalis*, *Dosinia lupinus* y *Spisula subtruncata*, en las cuales se

observan abundancias más parecidas en Venecia y Mareny, pero una distribución similar en las tres (figura 3.4, 3.5 y 3.6).

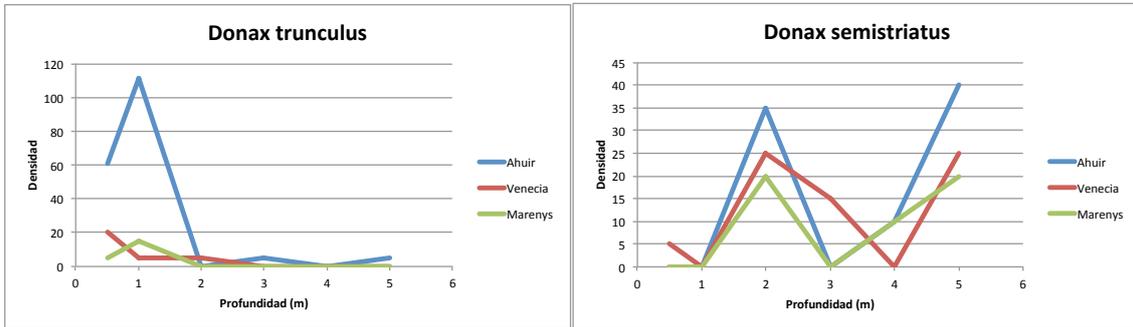


Figura 3.2 y 3.3: Distribución y abundancia de *Donax trunculus* y *Donax semistriatus* en los tres puntos de muestreo.

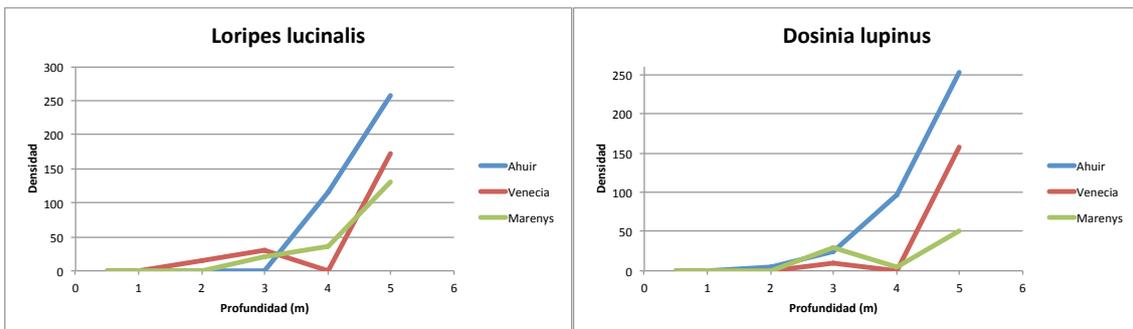


Figura 3.4 y 3.5: Distribución y abundancia de *Loripes lucinalis* y *Dosinia lupinus* en los tres puntos de muestreo.

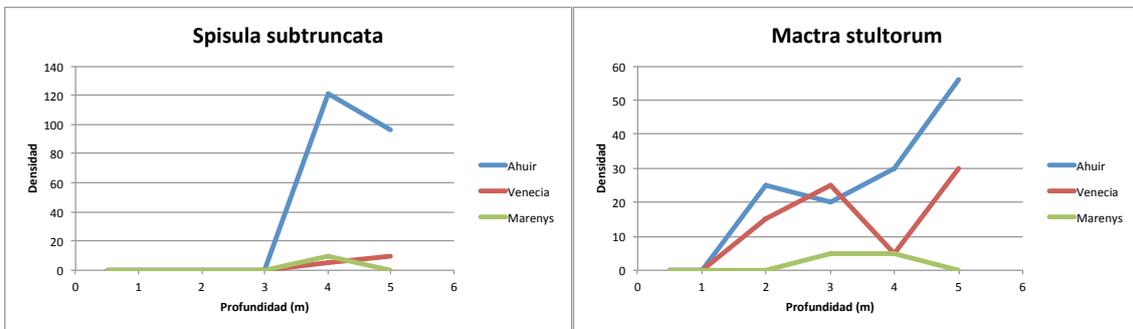


Figura 3.6 y 3.7: Distribución y abundancia de *Spisula subtruncata* y *Mactra stultorum* en los tres puntos de muestreo.

Mactra stultorum y *Phaxas adriaticus* presentan diferentes distribuciones entre los tres puntos de muestreo presentando mayores densidades en Ahuir, principalmente en la zona de mayor profundidad (figuras 3.7 y 3.8). En el caso de tellina fabula son las playas de Ahuir y Mareny las que presentan una distribución similar presentando mayores densidades a los 4m de profundidad y decreciendo a los 5m, pasando el caso contrario en Venecia (figura 3.9).

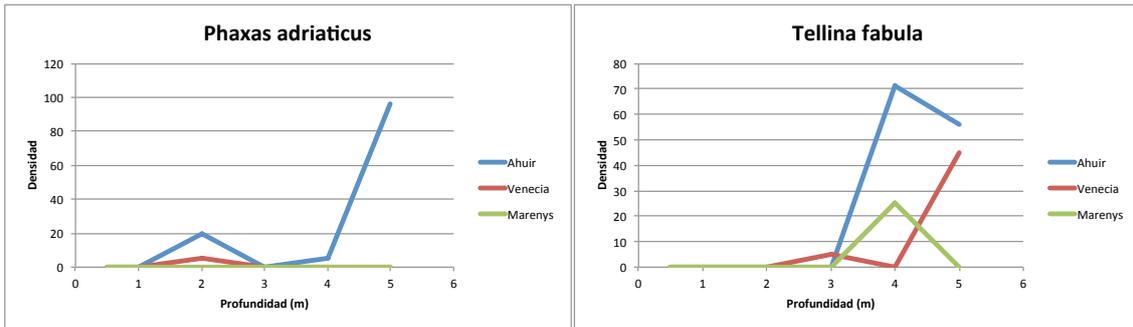
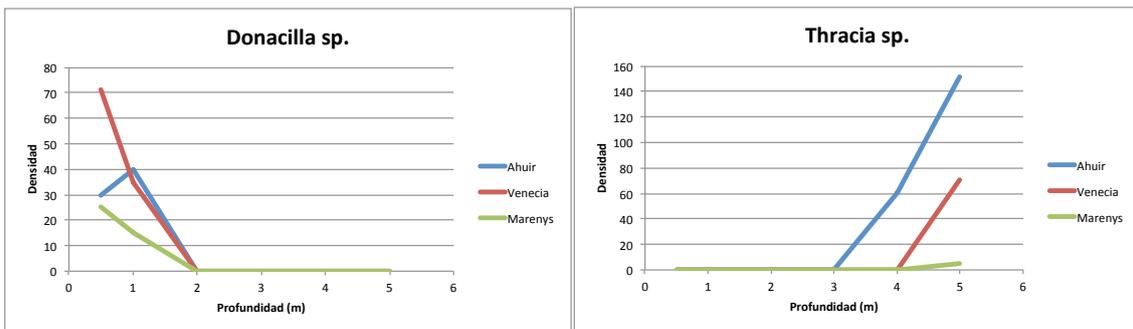


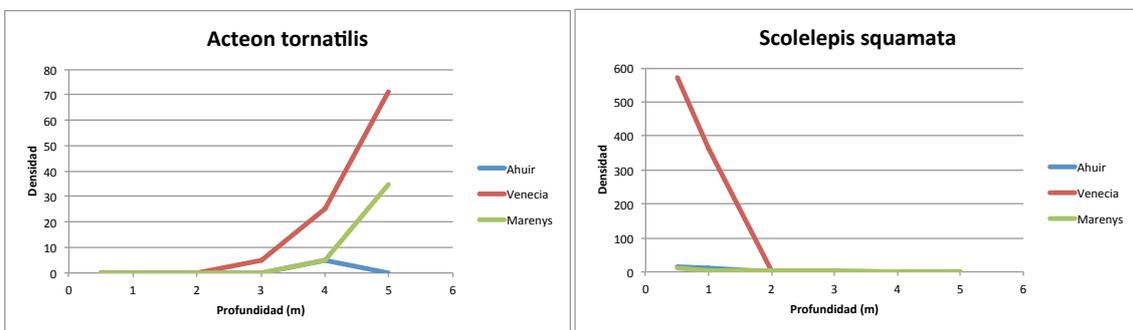
Figura 3.8 y 3.9: Distribución y abundancia de *Phaxas adriaticus* y *Tellina fabula* en los tres puntos de muestreo.

Donacilla sp. se presenta con mayores abundancias a menores profundidades en las tres zonas, alcanzando en Venecia las máximas densidades, mientras que *Thracia sp.* se incrementa a mayor profundidad alcanzándose la mayor densidad en Ahuir (Figuras 3.10 y 3.11). Mientras que *Acteon tornatilis* se presenta en mayor densidad a estas mismas profundidades pero solamente en Venecia y Mareny (figura 3.12).



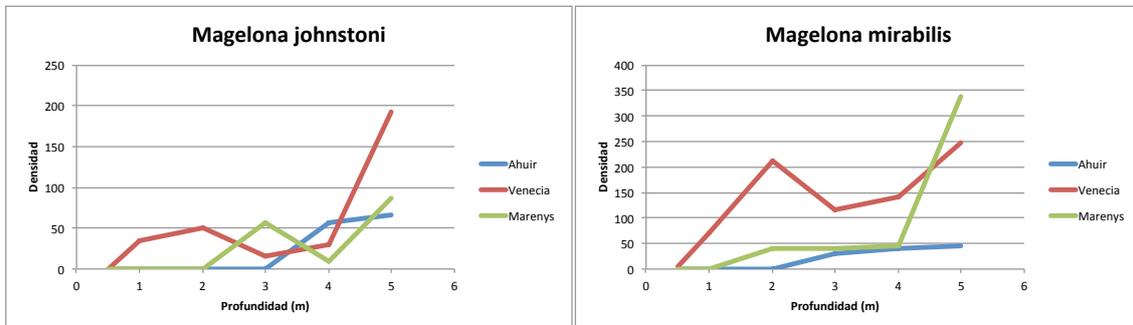
Figuras 3.10 y 3.11: Distribución y abundancia de *Donacilla sp.* y *Thracia sp.* en los tres puntos de muestreo.

Scolecipis squamata presentó una distribución similar en las tres zonas con una densidad marcadamente elevada en Venecia (figura 3.13).



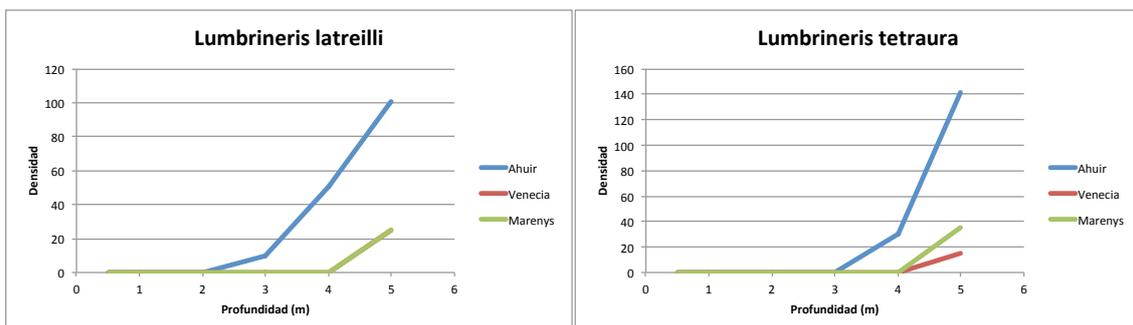
Figuras 3.12 y 3.13: Distribución y abundancia de *Acteon tornatilis* y *Scolecipis squamata* en los tres puntos de muestreo.

En cuanto a *Magelona johnstoni* y *M. mirabilis*, su densidad a distintas profundidades fue variable en las tres zonas, presentándose un crecimiento por igual en la máxima profundidad (figuras 3.14 y 3.15).



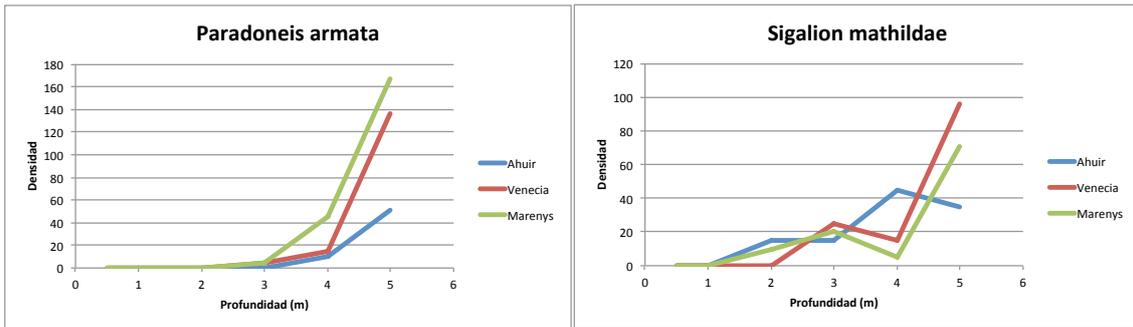
Figuras 3.14 y 3.15: Distribución y abundancia de *Magelona johnstoni* y *Magelona mirabilis* en los tres puntos de muestreo.

En las tres zonas *Lumbrineris latreilli* y *L. tetraura* presentan un crecimiento exponencial en profundidad, siendo bastante más notorio en los puntos de Ahuir (Figuras 3.16 y 3.17).



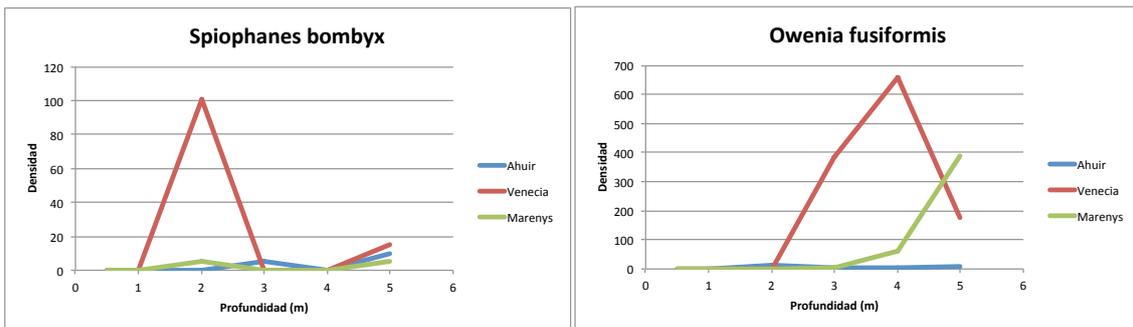
Figuras 3.16 y 3.17: Distribución y abundancia de *Lumbrineris latreilli* y *Lumbrineris tetraura* en los tres puntos de muestreo.

En la figura 3.18 se puede observar como *Paradoneis armata* aumenta su abundancia en profundidad, principalmente en Venecia y Mareny. *Sigalion mathildae* presenta menos individuos en 1, 2 y 4m, incrementándose en los 5m en Venecia y Mareny, sucediendo lo contrario en el caso de Ahuir (figura 3.19).



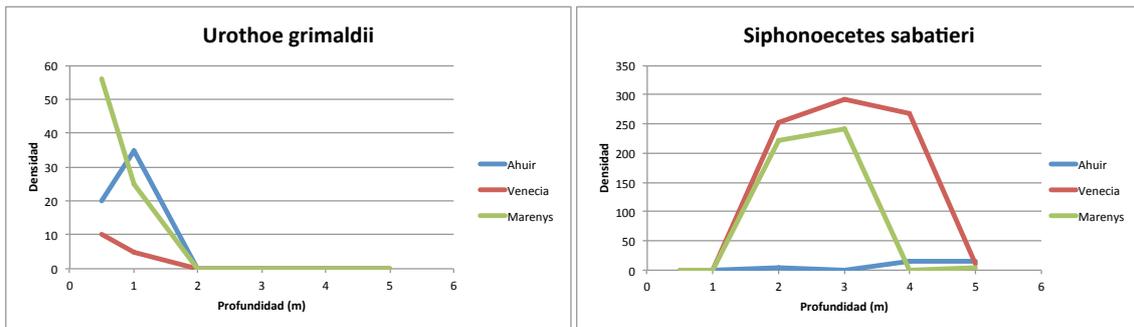
Figuras 3.18 y 3.19: Distribución y abundancia de *Paradoneis armata* y *Sigalion mathildae* en los tres puntos de muestreo.

Spiophanes bombyx y *Owenia fusiformis* presentan mayores densidades en Venecia, observándose mayores densidades a 2 y 4m respectivamente. En Ahuir y Marenys las densidades de *S. bombyx* son más variables y bajas. En el caso de *Owenia fusiformis* Ahuir permanece prácticamente constante con escasos individuos, mientras que en el Marenys se incrementa a partir de los 4m, alcanzando densidades considerables a los 5m de profundidad. (Figuras 3.20 y 3.21).



Figuras 3.20 y 3.21: Distribución y abundancia de *Spiophanes bombyx* y *Owenia fusiformis* en los tres puntos de muestreo.

Urothoe grimaldii presenta mayor densidad a los 0.5m de profundidad siendo menor en Venecia, exceptuando en Ahuir que la mayor abundancia se presenta a 1m de profundidad (figura 3.22). *Siphonoecetes sabatieri* presenta una marcada distribución en la zona intermedia, entre 2 y 4m de profundidad de Venecia y Marenys con elevadas densidades, siendo comparativamente muy baja en Ahuir (figura 3.23).



Figuras 3.22 y 3.23: Distribución y abundancia de *Urothoe grimaldii* y *Siphonoecetes sabatieri* en los tres puntos de muestreo.

3.2.4. Frecuencia de especies

Como se presenta en la tabla 3.8, en lo que respecta a la frecuencia de las especies se obtuvo en el conjunto de puntos mayor representación de especies principalmente de poliquetos como *Magelona mirabilis*, *Magelona johnstoni* y *Sigalion mathildae*.

En Ahuir la mayor frecuencia de especies se vio representada por los bivalvos *Mactra stultorum* y *Dosinia lupinus*, y el poliqueto *Sigalion mathildae*.

Los poliquetos *Magelona mirabilis* y *Magelona johnstoni* fueron las especies encontradas con mayor frecuencia en Venecia, junto con el crustáceo *Siphonoecetes sabatieri*.

Finalmente, en Mareny las especies más frecuentes fueron los poliquetos *Magelona mirabilis*, *Nephtys hombergii* y *Sigalion mathildae* y el bivalvo *Loripes lucinalis*.

Podemos decir que los poliquetos son los organismos que se presentan en gran parte de los puntos muestreados, siendo por ello la frecuencia de aparición más elevada que en moluscos y crustáceos.

Ahuir		Venecia		Mareny		Total	
Especie	Nº muestras						
<i>Mactra stultorum</i>	12	<i>Magelona mirabilis</i>	15	<i>Magelona mirabilis</i>	11	<i>Magelona mirabilis</i>	34
<i>Dosinia lupinus</i>	10	<i>Magelona johnstoni</i>	13	<i>Nephtys hombergii</i>	10	<i>Magelona johnstoni</i>	25
<i>Sigalion mathildae</i>	9	<i>Siphonocetes sabatieri</i>	11	<i>Loripes lucinalis</i>	8	<i>Sigalion mathildae</i>	25
<i>Donax semistriatus</i>	8	<i>Donax semistriatus</i>	9	<i>Sigalion mathildae</i>	8	<i>Donax semistriatus</i>	23
<i>Donax trunculus</i>	8	<i>Owenia fusiformis</i>	9	<i>Dosinia lupinus</i>	7	<i>Mactra stultorum</i>	22
<i>Ensis minor</i>	8	<i>Onuphis eremita</i>	9	<i>Orbinia sp.</i>	7	<i>Dosinia lupinus</i>	22
<i>Magelona mirabilis</i>	8	<i>Nephtys hombergii</i>	9	<i>Owenia fusiformis</i>	7	<i>Loripes lucinalis</i>	22
<i>Lumbrineris latreilli</i>	8	<i>Mactra stultorum</i>	8	<i>Magelona johnstoni</i>	7	<i>Owenia fusiformis</i>	22
<i>Spisula subtruncata</i>	6	<i>Loripes lucinalis</i>	8	<i>Siphonocetes sabatieri</i>	7	<i>Nephtys hombergii</i>	22
<i>Chamelea gallina</i>	6	<i>Sigalion mathildae</i>	8	<i>Donax semistriatus</i>	6	<i>Siphonocetes sabatieri</i>	22
<i>Tellina fabula</i>	6	<i>Cirratulus cirratus</i>	8	<i>Paradoneis armata</i>	6	<i>Onuphis eremita</i>	19
<i>Loripes lucinalis</i>	6	<i>Glycera tridactyla</i>	8	<i>Prionospio pygmaea</i>	6	<i>Paradoneis armata</i>	17
<i>Phaxos adriaticus</i>	6	<i>Paradoneis armata</i>	7	<i>Urothoe grimaldii</i>	6	<i>Divaricella divaricata</i>	15
<i>Thracia sp.</i>	6	<i>Prionospio pygmaea</i>	7	<i>Chamelea gallina</i>	5	<i>Donax trunculus</i>	15
<i>Owenia fusiformis</i>	6	<i>Galathowenia oculata</i>	7	<i>Divaricella divaricata</i>	5	<i>Scolecopsis squamata</i>	15
<i>Lumbrineris tetraura</i>	6	<i>Divaricella divaricata</i>	6	<i>Montacuta ferruginosa</i>	5	<i>Cirratulus cirratus</i>	15
<i>Ampelisca sp.</i>	6	<i>Acteon tornatilis</i>	6	<i>Scolecopsis bannieri</i>	5	<i>Glycera tridactyla</i>	15
<i>Magelona johnstoni</i>	5	<i>Aricidea sp.</i>	6	<i>Scolecopsis squamata</i>	5	<i>Chamelea gallina</i>	14
<i>Onuphis eremita</i>	5	<i>Scolecopsis squamata</i>	6	<i>Onuphis eremita</i>	5	<i>Prionospio pygmaea</i>	14
<i>Divaricella divaricata</i>	4	<i>Sthenalalis limicola</i>	6	<i>Diogenes pugilator</i>	5	<i>Tellina fabula</i>	13
<i>Danacilla sp.</i>	4	<i>Diogenes pugilator</i>	6	<i>Donax trunculus</i>	4	<i>Ensis minor</i>	13
<i>Bornia sebetia</i>	4	<i>Dosinia lupinus</i>	5	<i>Donacilla sp.</i>	4	<i>Lumbrineris latreilli</i>	13
<i>Nassarius pygmaeus</i>	4	<i>Spiophanes bombyx</i>	5	<i>Acteon tornatilis</i>	4	<i>Diogenes pugilator</i>	13
<i>Paradoneis armata</i>	4	<i>Paradoneis armata</i>	5	<i>Aricidea fragilis</i>	4	<i>Donacilla sp.</i>	12
<i>Scolecopsis squamata</i>	4	<i>Tellina fabula</i>	4	<i>Cirratulus cirratus</i>	4	<i>Orbinia sp.</i>	12
<i>Sthenalalis limicola</i>	4	<i>Montacuta ferruginosa</i>	4	<i>Urothoe poseidonis</i>	4	<i>Urothoe grimaldii</i>	12
<i>Glycera tridactyla</i>	4	<i>Ensis minor</i>	4	<i>Ampelisca sp.</i>	4	<i>Ampelisca sp.</i>	12
<i>Urothoe poseidonis</i>	4	<i>Donacilla sp.</i>	4	<i>Iphinoe serrata</i>	4	<i>Spisula subtruncata</i>	11
<i>Urothoe grimaldii</i>	4	<i>Spisula subtruncata</i>	3	<i>Tellina fabula</i>	3	<i>Montacuta ferruginosa</i>	11
<i>Siphonocetes sabatieri</i>	4	<i>Chamelea gallina</i>	3	<i>Glycimeris glycimeris</i>	3	<i>Acteon tornatilis</i>	11
<i>Tellina tenuis</i>	3	<i>Macoma cumana</i>	3	<i>Abra sp.</i>	3	<i>Lumbrineris tetraura</i>	11
<i>Abra sp.</i>	3	<i>Donax trunculus</i>	3	<i>Diapatra neapolitana</i>	3	<i>Urothoe poseidonis</i>	11
<i>Orbinia sp.</i>	3	<i>Abra sp.</i>	3	<i>Glycera tridactyla</i>	3	<i>Thracia sp.</i>	10
<i>Heteromastus sp.</i>	3	<i>Thracia sp.</i>	3	<i>Lumbrineris latreilli</i>	3	<i>Scolecopsis bannieri</i>	10
<i>Nephtys hombergii</i>	3	<i>Aricidea fragilis</i>	3	<i>Lumbrineris tetraura</i>	3	<i>Sthenalalis limicola</i>	10
<i>Cirratulus cirratus</i>	3	<i>Scolecopsis bannieri</i>	3	<i>Apsuedes bacescui (latreilli)</i>	3	<i>Abra sp.</i>	9
<i>Melinna palmata</i>	3	<i>Magelona alleni</i>	3	<i>Mactra stultorum</i>	2	<i>Spiophanes bombyx</i>	9
<i>Bathyporeia pseudopelagica</i>	3	<i>Diapatra neapolitana</i>	3	<i>Spisula subtruncata</i>	2	<i>Galathowenia oculata</i>	9
<i>Amphiuira chiajei</i>	3	<i>Eteone picta</i>	3	<i>Spiophanes bombyx</i>	2	<i>Iphinoe serrata</i>	8
<i>Montacuta ferruginosa</i>	2	<i>Euclymene oerstedii</i>	3	<i>Galathowenia oculata</i>	2	<i>Apsuedes bacescui (latreilli)</i>	8
<i>Scolecopsis bannieri</i>	2	<i>Maldane sarsi</i>	3	<i>Notomastus latericeus</i>	2	<i>Phaxos adriaticus</i>	7
<i>Spiophanes bombyx</i>	2	<i>Urothoe poseidonis</i>	3	<i>Heteromastus filiformis</i>	2	<i>Aricidea sp.</i>	7
<i>Notomastus latericeus</i>	2	<i>Iphinoe serrata</i>	3	<i>Micronephthys maryae</i>	2	<i>Aricidea fragilis</i>	7
<i>Maldane sarsi</i>	2	<i>Apsuedes bacescui (latreilli)</i>	3	<i>Amphiuira chiajei</i>	2	<i>Tellina tenuis</i>	6
<i>Micronephthys maryae</i>	2	<i>Callianassa tyrrenha</i>	3	<i>Tellina nitida</i>	1	<i>Nassarius pygmaeus</i>	6
<i>Apsuedes bacescui (latreilli)</i>	2	<i>Tellina tenuis</i>	2	<i>Tellina tenuis</i>	1	<i>Diapatra neapolitana</i>	6
<i>Philocheles trispinosus</i>	2	<i>Mytilaster solidus</i>	2	<i>Ensis minor</i>	1	<i>Micronephthys maryae</i>	6
<i>Liocarcinus depurator</i>	2	<i>Nassarius pygmaeus</i>	2	<i>Thracia sp.</i>	1	<i>Melinna palmata</i>	6
<i>Diogenes pugilator</i>	2	<i>Paraonidae S.I.2</i>	2	<i>Bela fuscata</i>	1	<i>Portumnus latipes</i>	6
<i>Callianassa tyrrenha</i>	2	<i>Orbinia sp.</i>	2	<i>Bela sp.</i>	1	<i>Notomastus latericeus</i>	5
<i>Gouldia minima</i>	1	<i>Aonides oxycephala</i>	2	<i>Philene sp.</i>	1	<i>Maldane sarsi</i>	5
<i>Macoma cumana</i>	1	<i>Sigambra tentaculata</i>	2	<i>Paraonidae S.I.</i>	1	<i>Callianassa tyrrenha</i>	5
<i>Tellina nitida</i>	1	<i>Micronephthys maryae</i>	2	<i>Paraonidae S.I.2</i>	1	<i>Amphiuira chiajei</i>	5
<i>Tellina pulchella</i>	1	<i>Melinna palmata</i>	2	<i>Scololoplos sp.</i>	1	<i>Macoma cumana</i>	4
<i>Acteon tornatilis</i>	1	<i>Exogone sp.</i>	2	<i>Sigambra tentaculata</i>	1	<i>Bornia sebetia</i>	4
<i>Bela septenvillei</i>	1	<i>Lumbrineris latreilli</i>	2	<i>Phyllodoce madeirensis</i>	1	<i>Magelona alleni</i>	4
<i>Nassarius incrassatus</i>	1	<i>Lumbrineris tetraura</i>	2	<i>Euclymene oerstedii</i>	1	<i>Eteone picta</i>	4
<i>Turbonilla sp.</i>	1	<i>Urothoe grimaldii</i>	2	<i>Melinna palmata</i>	1	<i>Heteromastus filiformis</i>	4
<i>Aricidea sp.</i>	1	<i>Ampelisca sp.</i>	2	<i>Exogone sp.</i>	1	<i>Heteromastus sp.</i>	4
<i>Prionospio pygmaea</i>	1	<i>Tellina pulchella</i>	1	<i>Eurydice affinis</i>	1	<i>Euclymene oerstedii</i>	4
<i>Magelona alleni</i>	1	<i>Phaxos adriaticus</i>	1	<i>Badotria sp.</i>	1	<i>Glycimeris glycimeris</i>	3
<i>Eteone picta</i>	1	<i>Eulima bilineata</i>	1	<i>Philocheles monacanthus</i>	1	<i>Paraonidae S.I.2</i>	3
<i>Notomastus lineatus</i>	1	<i>Mangelia attenuata</i>	1	<i>Liocarcinus depurator</i>	1	<i>Sigambra tentaculata</i>	3
<i>Heteromastus filiformis</i>	1	<i>Payraudeautia sp.</i>	1	<i>Ophiura albida</i>	1	<i>Exogone sp.</i>	3
<i>Terebellidae S.I.</i>	1	<i>Philene sp.</i>	1	<i>Gouldia minima</i>	0	<i>Bathyporeia pseudopelagica</i>	3
<i>Iphinoe serrata</i>	1	<i>Dentalium sp.</i>	1	<i>Macoma cumana</i>	0	<i>Philocheles trispinosus</i>	3
<i>Philocheles monacanthus</i>	1	<i>Minuspilio cirrifera</i>	1	<i>Tellina pulchella</i>	0	<i>Liocarcinus depurator</i>	3
<i>Portumnus latipes</i>	1	<i>Spiophanes sp.</i>	1	<i>Phaxos adriaticus</i>	0	<i>Tellina nitida</i>	2
<i>Glycimeris glycimeris</i>	0	<i>Phyllodoce maculata</i>	1	<i>Bornia sebetia</i>	0	<i>Tellina pulchella</i>	2
<i>Mytilaster solidus</i>	0	<i>Sthenalalis sp.</i>	1	<i>Mytilaster solidus</i>	0	<i>Mytilaster solidus</i>	2
<i>Eulima bilineata</i>	0	<i>Notomastus latericeus</i>	1	<i>Eulima bilineata</i>	0	<i>Philene sp.</i>	2
<i>Bela fuscata</i>	0	<i>Notomastus sp.</i>	1	<i>Bela septenvillei</i>	0	<i>Aonides oxycephala</i>	2
<i>Bela sp.</i>	0	<i>Heteromastus filiformis</i>	1	<i>Mangelia attenuata</i>	0	<i>Philocheles monacanthus</i>	2
<i>Mangelia attenuata</i>	0	<i>Heteromastus sp.</i>	1	<i>Nassarius pygmaeus</i>	0	<i>Gouldia minima</i>	1
<i>Payraudeautia sp.</i>	0	<i>Lumbrineridae S.I.</i>	1	<i>Nassarius incrassatus</i>	0	<i>Eulima bilineata</i>	1
<i>Philene sp.</i>	0	<i>Leuconidae S.I.</i>	1	<i>Payraudeautia sp.</i>	0	<i>Bela fuscata</i>	1
<i>Dentalium sp.</i>	0	<i>Philocheles trispinosus</i>	1	<i>Turbonilla sp.</i>	0	<i>Bela septenvillei</i>	1
<i>Aricidea fragilis</i>	0	<i>Pinnotheres pisum</i>	1	<i>Dentalium sp.</i>	0	<i>Bela sp.</i>	1
<i>Paraonidae S.I.</i>	0	<i>Processa sp.</i>	1	<i>Aricidea sp.</i>	0	<i>Mangelia attenuata</i>	1
<i>Paraonidae S.I.2</i>	0	<i>Echinocardium mediterraneu</i>	1	<i>Aonides oxycephala</i>	0	<i>Nassarius incrassatus</i>	1
<i>Scololoplos sp.</i>	0	<i>Gouldia minima</i>	0	<i>Minuspilio cirrifera</i>	0	<i>Payraudeautia sp.</i>	1
<i>Aonides oxycephala</i>	0	<i>Tellina nitida</i>	0	<i>Spiophanes sp.</i>	0	<i>Turbonilla sp.</i>	1
<i>Minuspilio cirrifera</i>	0	<i>Glycimeris glycimeris</i>	0	<i>Magelona alleni</i>	0	<i>Dentalium sp.</i>	1
<i>Spiophanes sp.</i>	0	<i>Bornia sebetia</i>	0	<i>Phyllodoce maculata</i>	0	<i>Paraonidae S.I.</i>	1
<i>Galathowenia oculata</i>	0	<i>Bela fuscata</i>	0	<i>Eteone picta</i>	0	<i>Scololoplos sp.</i>	1
<i>Diapatra neapolitana</i>	0	<i>Bela septenvillei</i>	0	<i>Sthenalalis limicola</i>	0	<i>Minuspilio cirrifera</i>	1
<i>Sigambra tentaculata</i>	0	<i>Bela sp.</i>	0	<i>Sthenalalis sp.</i>	0	<i>Spiophanes sp.</i>	1
<i>Phyllodoce madeirensis</i>	0	<i>Nassarius incrassatus</i>	0	<i>Notomastus lineatus</i>	0	<i>Phyllodoce madeirensis</i>	1
<i>Phyllodoce maculata</i>	0	<i>Turbonilla sp.</i>	0	<i>Notomastus sp.</i>	0	<i>Phyllodoce maculata</i>	1
<i>Sthenalalis sp.</i>	0	<i>Paraonidae S.I.</i>	0	<i>Heteromastus sp.</i>	0	<i>Sthenalalis sp.</i>	1
<i>Notomastus sp.</i>	0	<i>Scololoplos sp.</i>	0	<i>Maldane sarsi</i>	0	<i>Notomastus lineatus</i>	1
<i>Euclymene oerstedii</i>	0	<i>Phyllodoce madeirensis</i>	0	<i>Terebellidae S.I.</i>	0	<i>Notomastus sp.</i>	1
<i>Exogone sp.</i>	0	<i>Notomastus lineatus</i>	0	<i>Lumbrineridae S.I.</i>	0	<i>Terebellidae S.I.</i>	1
<i>Lumbrineridae S.I.</i>	0	<i>Terebellidae S.I.</i>	0	<i>Bathyporeia pseudopelagica</i>	0	<i>Lumbrineridae S.I.</i>	1
<i>Eurydice affinis</i>	0	<i>Bathyporeia pseudopelagica</i>	0	<i>Leuconidae S.I.</i>	0	<i>Eurydice affinis</i>	1
<i>Badotria sp.</i>	0	<i>Eurydice affinis</i>	0	<i>Philocheles trispinosus</i>	0	<i>Badotria sp.</i>	1
<i>Leuconidae S.I.</i>	0	<i>Bodotria sp.</i>	0	<i>Pinnotheres pisum</i>	0	<i>Leuconidae S.I.</i>	1
<i>Pinnotheres pisum</i>	0	<i>Philocheles monacanthus</i>	0	<i>Portumnus latipes</i>	0	<i>Pinnotheres pisum</i>	1
<i>Processa sp.</i>	0	<i>Liocarcinus depurator</i>	0	<i>Callianassa tyrrenha</i>	0	<i>Processa sp.</i>	1
<i>Ophiura albida</i>	0	<i>Amphiuira chiajei</i>	0	<i>Processa sp.</i>	0	<i>Ophiura albida</i>	1
<i>Echinocardium mediterraneu</i>	0	<i>Ophiura albida</i>	0	<i>Echinocardium mediterraneu</i>	0	<i>Echinocardium mediterraneu</i>	1

Tabla 3.8: frecuencia de aparición de los organismos presentes en cada una de las playas y en la totalidad de las muestras.

3.3. Análisis estadístico

3.3.1. Análisis cluster

En el análisis cluster se analizó la similitud de las comunidades encontradas en cada uno de los puntos de muestreo, permitiendo distinguir tres grupos en los que se presentan diferentes distribuciones de la macrofauna, como se puede observar en la figura 3.24. Los 12 puntos de muestreo que conforman el primer grupo (de izquierda a derecha) se localizan en la zona de Ahuir en las profundidades de 4-5m, y a los 5m de profundidad de Venecia y Mareny siendo más similares estos últimos entre ellos. En el segundo conglomerado se presentan las muestras de 2, 3 y 4m de profundidad de Venecia y de Mareny las muestras de 3 y 2m de profundidad, exceptuando en esta última la réplica dos. El tercer y último conglomerado abarca gran número de muestras, encontrándose principalmente las obtenidas a menor profundidad, presentando dentro de éste mayor similitud entre las muestras de Venecia tomadas a 0.5m y 1m de profundidad, exceptuando la réplica uno que presenta mayor parecido con el conjunto de muestras de Mareny y Ahuir tomadas a estas mismas profundidades. Dentro del mismo tercer cluster se observa una similitud mayor entre las réplicas de Ahuir a 3 y 2m de profundidad y una de las réplicas de Mareny a 2m, junto con las muestras un poco diferenciadas de Mareny a 4m de profundidad.

Esto mismo se puede observar en los gráficos de dispersión obtenidos mediante un escalado no métrico (figura 3.25 y figura 3.26).

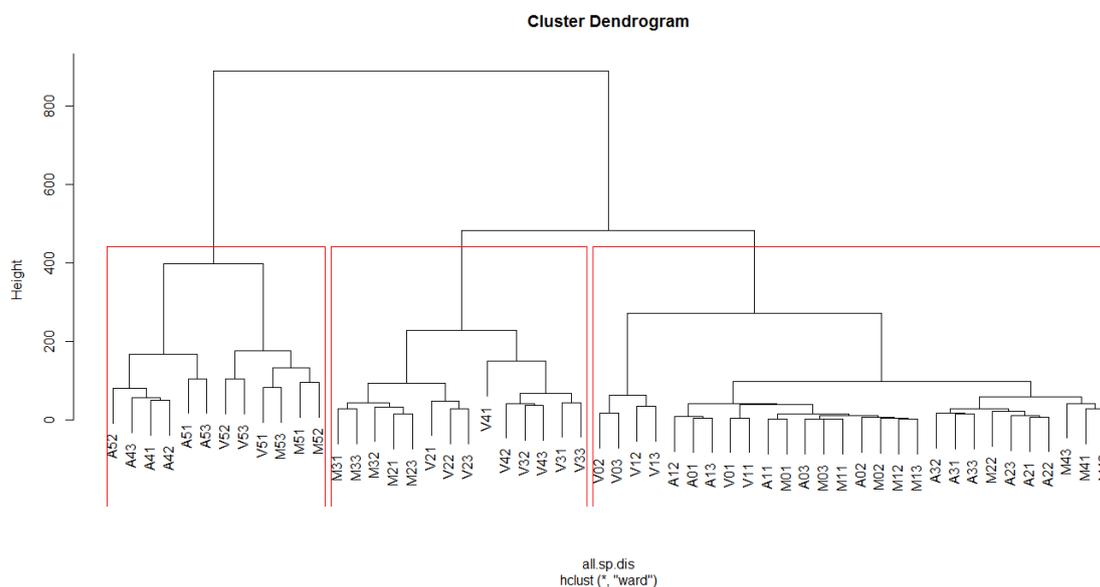


Figura 3.24: Dendrograma de los puntos de muestreo obtenido en el análisis cluster.

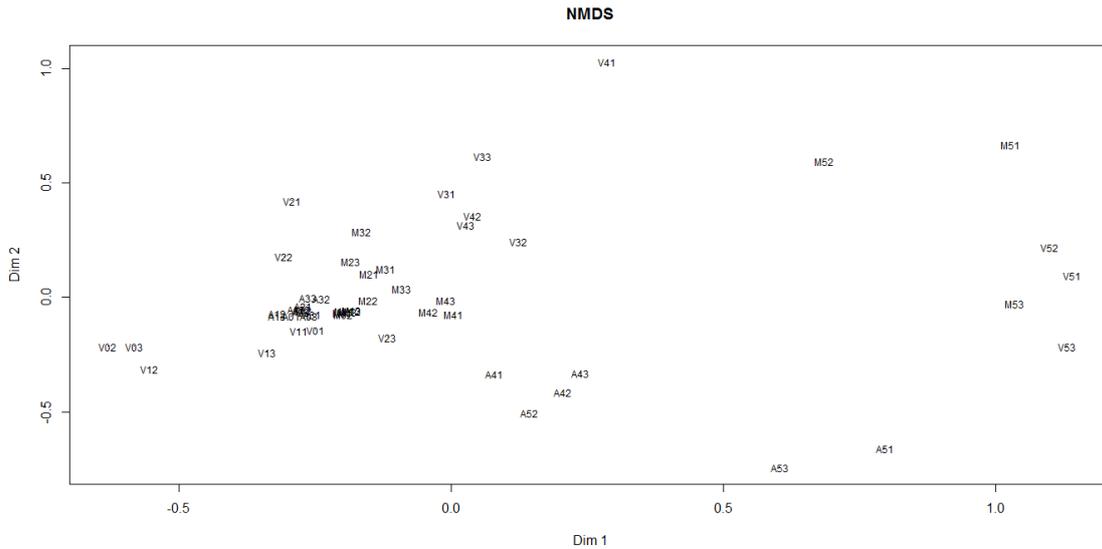


Figura 3.25: Escalado multidimensional no métrico Kruskal

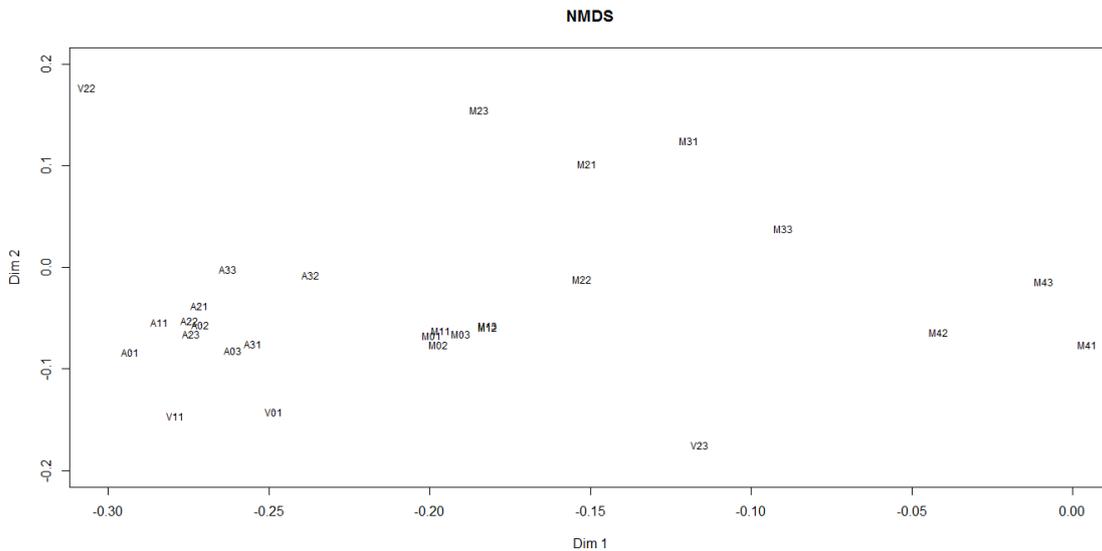


Figura 3.26: Zoom de los puntos superpuestos del escalado multidimensional no métrico Kruskal

Por otra parte, se realizó un análisis cluster para ver la agrupación de especies en función de las muestras en las que se encontraron. Se distinguen cuatro agrupaciones de especies, en las que podemos destacar un primer grupo conformado por *Owenia fusiformis*, *Magelona mirabilis* y *Siphonoecetes sabatieri* con un rango de distribución de 2 a 5m. Un segundo compuesto principalmente por especies de poliquetos, moluscos y el crustáceo *Apeudes bacescui*, presentes en los puntos de mayor profundidad. El tercero formado por *Scolelepis squamata*, distribuido en las muestras de menor profundidad, y el cuarto abarcando el resto de especies, que aunque se presentan preferentemente en zonas específicas presentan mayor variabilidad en su distribución batimétrica. (Figura 3.27).

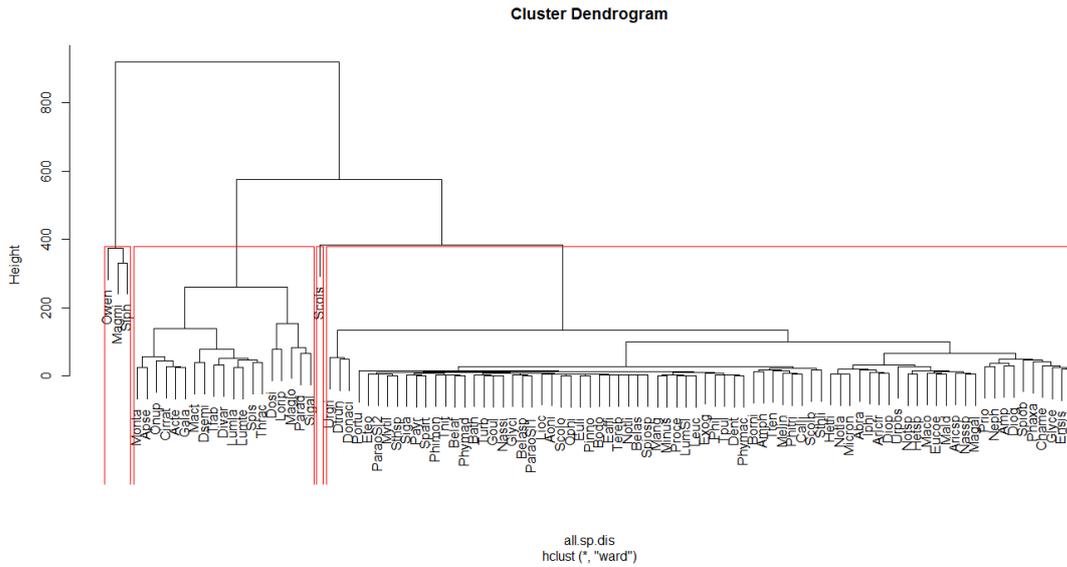


Figura 3.27: Dendrograma de las especies obtenido en el análisis cluster.

3.3.2. Análisis de correspondencia entre las variables

Mediante un análisis de correlación se pudo observar que parte de las variables ambientales medidas tenían una elevada correlación, tal y como se observa en la figura 3.28, con lo cual llegaban a explicar la misma variación de los organismos. Esta correlación se puede observar en la dispersión de los datos, siendo los que evolucionan linealmente los que presentan un mayor coeficiente de correlación (R^2). Con los resultados obtenidos se decidió eliminar algunas de ellas para disminuir la dimensión de los datos, quedándonos con 18 variables.

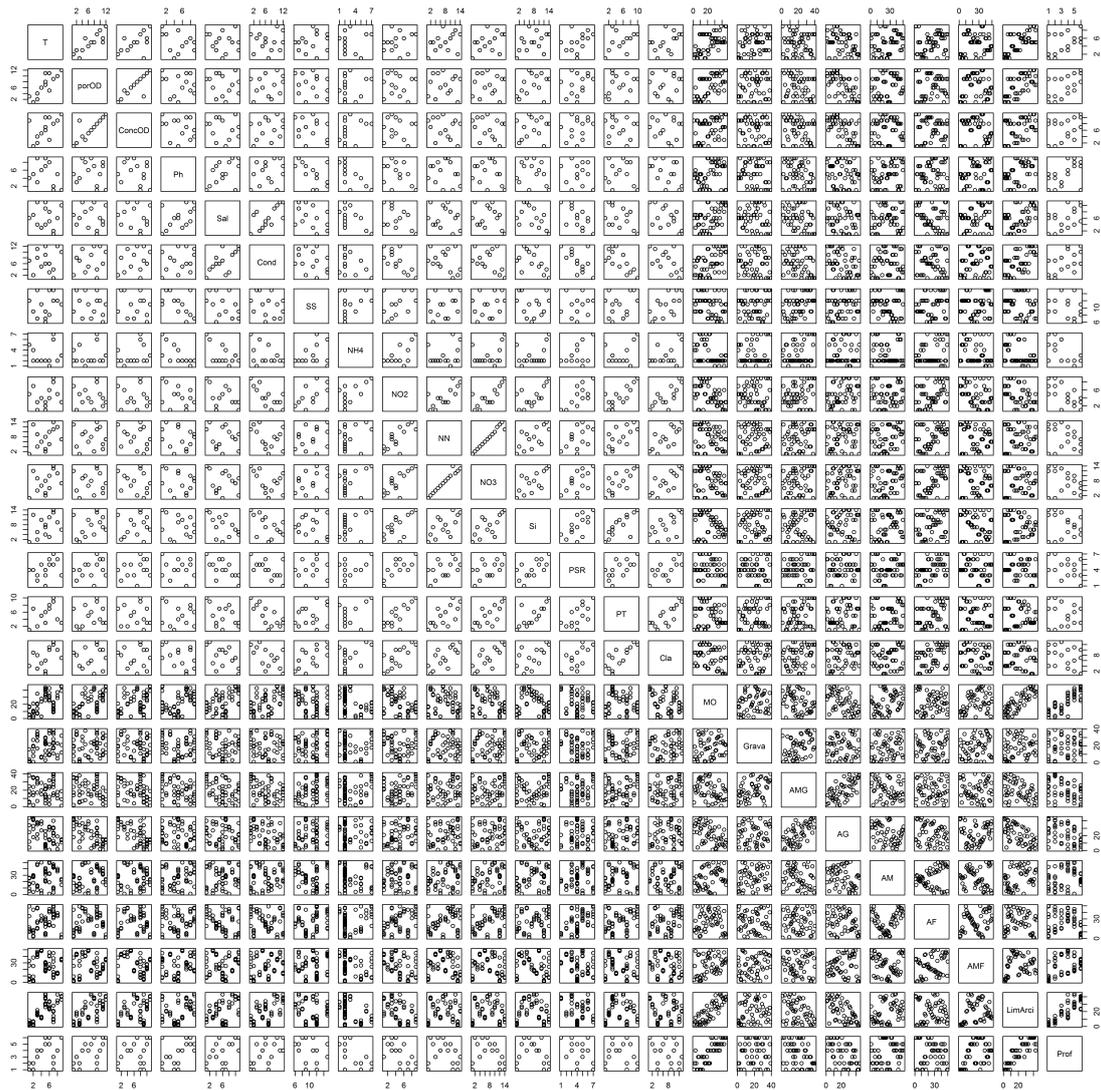


Figura 3.28: correspondencia de las variables

3.3.3. Análisis de correlaciones canónicas

En el CCA podemos observar (Figura 3.29) que el primer eje está explicado principalmente por la profundidad y la presencia de partículas de limo y arcilla de forma positiva, y negativamente por la concentración de amonio y nitritos. Con lo que respecta al segundo eje se ve explicado positivamente por los nitratos y negativamente por la profundidad. Por lo tanto son estas variables las que explican mejor la distribución de los organismos. Estos ejes van a estar explicando entorno al 50% de varianza explicada en los ejes.

En esta misma figura podemos apreciar la influencia de las variables ambientales en la distribución de las especies. *Scolecipis squamata* y *Portumnus latipes* se ven influenciados positivamente por las concentraciones de nutrientes, así como por la presencia arenas gruesas y de forma negativa por el incremento de la profundidad y la presencia de limos y arcillas. *Donacilla sp.*, *Donax trunculus* y *Urothoe grimaldi* por la

profundidad, salinidad y nutrientes. *Donax trunculus* y *Urothoe grimaldii* negativamente por el incremento de la profundidad y la concentración de nutrientes y en menor medida por la salinidad, *Donacilla sp.* principalmente por la concentración de nutrientes.

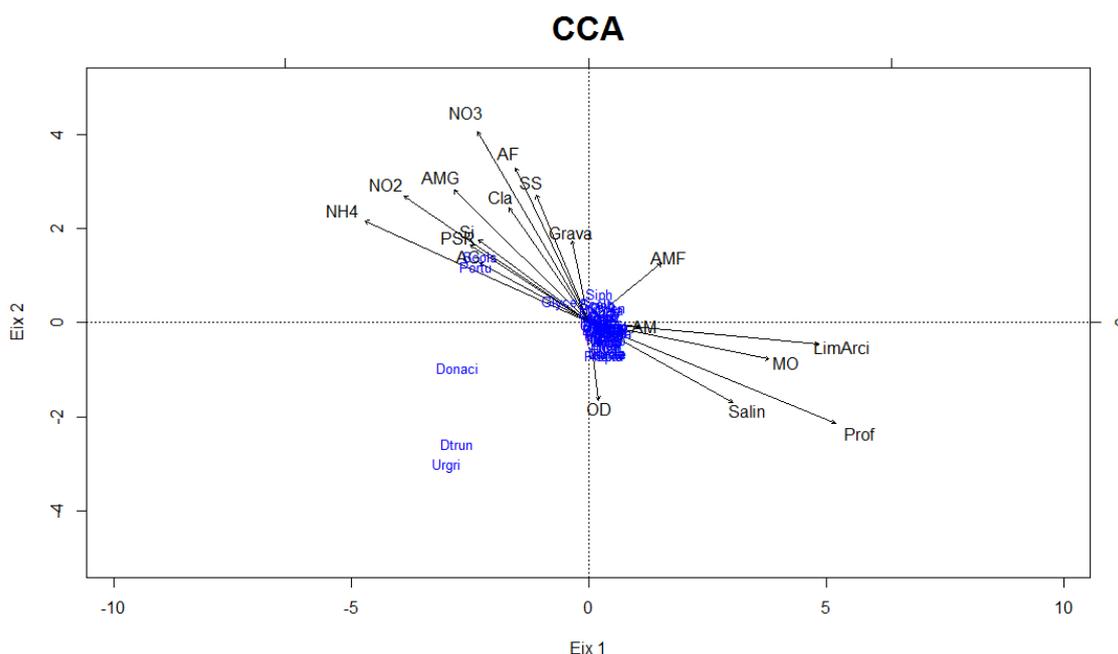


Figura 3.29: Resultado de la CCA, donde se presenta el peso de las variables y su influencia sobre las especies.

En las figuras 3.30 y 3.31 se presenta una ampliación del conjunto de especies superpuestas situadas en el centro de la figura 3.29, donde se puede observar la influencia positiva de la concentración de nutrientes, clorofila y arenas finas sobre *Glycera tridactyla* y negativamente por el incremento de la profundidad y la presencia de limos y arcillas. *Siphonocetes sabatieri*, *Scolelepis bonnieri* y *Spiophanes bombyx* se ven influenciados positivamente por la presencia de nutrientes, clorofila, sedimentos finos y negativamente por la profundidad, salinidad y OD.

Por otra parte, *Owenia fusiformis*, *Galathowenia oculata*, *Magelona mirabilis*, *Orbinia sp.*, *Nephtys hombergii*, *Diogenes pugilator*, *Prionospio pygmaea*, *Sthenalais limícola*, *Aricidea fragilis*, *Magelona johnstoni*, *Chamelea gallina*, *Donax semistriatus*, *Aricidea sp.*, *Cirratulus cirratus*, *Ensis minor*, *Acteon tornatilis*, *Onuphis eremita*, *Iphinoe serrata*, *Diopatra neapolitana*, *Sigalion mathildae*, *Paradoneis armata*, *Melinna palmata*, *Micronephtys maryae*, *Montacuta ferruginosa*, *Aapseudes bacescui*, *Divaricella divaricata*, *Mactra stultorum*, *Urothoe poseidonis*, *Abra sp.*, *Nassarius pygmaeus*, *Loripes lucinalis*, *Ampelisca sp.*, *Tellina tenuis*, *Dosinia lupinus*, *Tellina fabula*, *Lumbrineris latreilli*, *Lumbrineris tetraura*, *Thracia sp.*, *Phaxas adriaticus* y *Spisula subtruncata* se ven influenciadas positivamente por la profundidad y la presencia de limos y arcillas, y negativamente por la concentración de nutrientes.

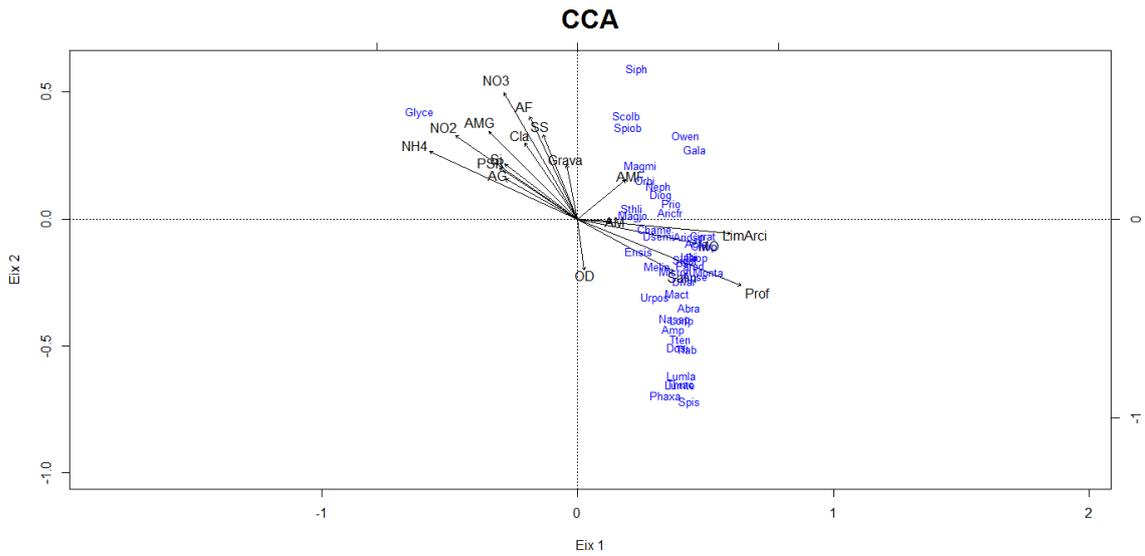


Figura 3.30: Zoom del resultado de la CCA, donde se presenta el peso de las variables y su influencia sobre las especies.

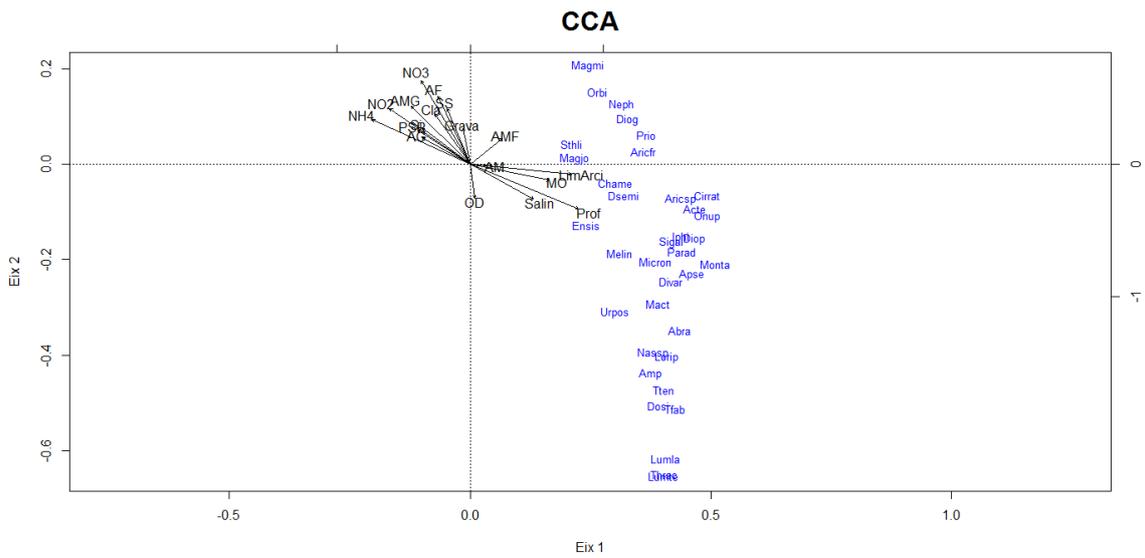


Figura 3.31: Zoom de las especies superpuestas del resultado de la CCA, donde se presenta el peso de las variables y su influencia sobre las especies.

4. DISCUSIÓN

4.1. Variables ambientales

4.1.1 Sedimento

Se pudo observar que las muestras de Venecia y Mareny a 5m de profundidad presentaron un elevado porcentaje de limos y arcillas. Esto puede implicar que en los fondos, cercanos a la desembocadura pero no influidos directamente por el oleaje, se conforma un ambiente sedimentario directamente influido por los aportes fluviales, fenómeno ya descrito por Cupul *et al.* (2006) en el río Júcar. A esta influencia fluvial podría añadirse el aporte de sedimentos finos que en condiciones particulares podrían resuspenderse en la zona más externas de la instalación portuaria de Gandia. En Ahuir también se observó un incremento de la fracción de limos y arcillas en el sedimento, debido a la mayor capacidad de ser transportadas, estas fracciones, en suspensión hacia zonas más alejadas de la costa. Pero cabe destacar que el porcentaje de esta fracción de sedimento en Ahuir, a 5m es sólo de 1-2% del sedimento total, mientras que en Mareny y Venecia presentaron valores de 12 y 15% del sedimento respectivamente. En Venecia, a 1m de profundidad, se encontró un porcentaje mayor de la fracción de gravas. Estas gravas, partículas de más de 2mm de diámetro, están formadas por conchas y restos orgánicos. Estos restos orgánicos aportados por el río y las conchas de bivalvos muertos acumuladas sobre el sedimento permanecen atrapadas en la zona debido al efecto barrera generado por el puerto de Gandia, puesto que en el verano la dominancia de los vientos Nornordeste y Sudsudeste, que sufren una variación diaria, generan un flujo circular en la zona, incrementándose así el tiempo de residencia del agua en ella, tal y como ocurre en otras zonas con barreras naturales. La recirculación del agua en verano es poco frecuente, debido a que se produce cuando el viento sopla del Este. (Sánchez-Arcilla *et al.*, 2007; Sebastía y Rodilla, 2013).

La distribución batimétrica de materia orgánica siguió el mismo patrón que la textura del sedimento, encontrando las mayores concentraciones de materia orgánica en los sedimentos con mayor proporción de limos y arcillas. La exposición de la playa al oleaje dominante y la circulación en cada una serían los factores que explicarían que Venecia y Mareny presentaran valores mayores que Ahuir, incluso en las muestras tomadas a 0.5 m. A estos factores antes mencionados habría que sumar los mayores aportes de nutrientes y materiales orgánicos a través de la desembocadura del Serpis (Sebastía *et al.*, 2013)

4.1.2. Agua

La variación entre las temperaturas medidas en los distintos puntos se deben a la diferencia en las fechas de muestreo, la muestra en la que se obtuvo menor temperatura se tomó en los primeros días de muestreo, a principios de julio, mientras que la de mayor temperatura se tomó a mediados de agosto. Sin embargo, las variabilidad es bastante más baja de la que tendríamos en cualquier otra época del año.

La salinidad está claramente influida por los aportes del río Serpis. Siendo las muestras más superficiales de Venecia las que presentan una salinidad más baja. Esta zona de menor salinidad queda influenciada no sólo por los aportes de agua dulce del río Serpis, sino también por el elevado tiempo de residencia (Sebastiá y Rodilla, 2013).

Las mayores concentraciones de amonio, nitritos, nitratos y fósforo total se obtuvieron en Venecia. La concentración máxima de amonio en los puntos de 0.5m de profundidad, es causado principalmente por el reciclado de nutrientes que se produce en esta zona (McLachlan y Brown, 2006; Defeo *et al.*, 2009), siendo especialmente elevado en la playa de Venecia debido a la poca recirculación del agua en esta playa. Las elevadas concentraciones de silicio en toda la zona de estudio, se deben a las descargas de aguas subterráneas que presenta, caracterizadas por una elevada concentración de sílice biogénico procedentes de las gramíneas presentes en los humedales (Sebastiá y Rodilla, 2013). Los valores de clorofila *a*, relativamente elevados, se pueden relacionar con la elevada concentración de sílice que favorece el crecimiento de diatomeas, así como los compuestos de nitrógeno y fósforo presentes, ya que facilitan la proliferación de fitoplancton (Ludwig *et al.*, 2009). Durante el verano se presentan elevados aportes de fósforo por los canales de riego debido a la fertilización en esta época (Sebastiá *et al.*, 2012), estos canales vierten sus aguas en el puerto, que junto a las descargas de agua tratada de la EDAR de Gandia que recibe el río Serpis, incrementarán la producción primaria en la zona (Sebastiá y Rodilla, 2013). No obstante, al tratarse de un nutriente limitante las descargas de fósforo son consumidas rápidamente (Falco *et al.*, 2010), presentándose por ello bajos valores de fósforo soluble reactivo.

4.2. Macrofauna

4.2.1. Riqueza específica, diversidad y equitabilidad

En las tres playas se observó un crecimiento de la riqueza de especies al aumentar la profundidad. La mayor riqueza específica se presentó en la playa de Venecia debido a que se trata de una zona menos expuesta (McLachlan *et al.*, 1993; Rodil y Lastra, 2004; Rodil, *et al.*, 2007). Del mismo modo la diversidad y equitabilidad en las tres playas se incrementó en profundidad, exceptuando un descenso en Venecia a los 4m de profundidad al igual que en la riqueza. Por tanto los 5m de profundidad fueron los que presentaron mayor diversidad, debido a que se trata de una zona estable con menos turbulencias que puedan afectar a las distintas especies (McLachlan y Brown, 2006), y donde existe menor impacto antrópico que repercute a estas playas principalmente durante los meses de verano.

Los mayores valores de equitabilidad se presentaron en Ahuir, seguido de Mareny, presentando valores más bajos en Venecia. Por tanto podemos afirmar que en la primera existe una abundancia similar de las distintas especies en las muestras, sin dominar muchas especies sobre otras, mientras que en el Mareny se empieza a notar la dominancia de algunas de ellas, exceptuando los puntos de 1 y 4m de profundidad. Finalmente, la baja

equitabilidad en la playa de Venecia pone de manifiesto la elevada abundancia de ciertas especies, fundamentalmente debido a especies oportunistas de poliquetos, ya que fueron los dominantes en todas las profundidades de ésta. Estas variaciones se relacionan con la combinación de la morfodinámica de la playa (Jaramillo y McLachlan, 1993; Defeo *et al.*, 2009) y la cantidad de materia orgánica presente en el sedimento (Colombini *et al.*, 2000; Rodil *et al.*, 2007).

4.2.2. Distribución y densidad de especies

En las tres playas estaban presentes las especies *Donax semistriatus*, *Donax trunculus* y *Chamelea gallina*, que son de especial interés pesquero para la zona, con una distribución acorde con lo descrito por otros autores (Ramón *et al.*, 1995; Salas *et al.*, 2001; Manca *et al.*, 2002; Martí *et al.*, 2007; Özden *et al.*, 2009; Moschino y Marin, 2006). *D. trunculus* presentó mayor densidad en la zona más somera, entre 0.5 y 2 m, incrementándose *D. semistriatus* en el rango de 2, 4 y 5m de profundidad, junto con *Chamelea gallina* que se presenta en los 3, 4 y 5m y en algún caso en los 2m, pudiendo alcanzar esta última los 10-15m (Moschino y Marin, 2006; Pamapanin *et al.*, 2002). Aunque en esta distribución se observaron mayores densidades de las especies de *Donax* cabe destacar que no fueron muy elevadas. En el caso de *Donax semistriatus* se presentaron densidades muy bajas con respecto a lo que explican Martí *et al.* (2007), que observó elevadas densidades en verano llegando a alcanzar en las profundidades de 1 a 3m densidades de 36 a 1903ind/m². Por otra parte, la bajas densidades de *Donax trunculus* presentes en la zona es opuesto a lo que se observaron en Italia autores como Manca *et al.* (2002) en el que se alcanzaron 460-131ind/m², y concuerda con lo descrito por Martí *et al.* (2007), dónde se produce un descenso de las poblaciones en verano, viéndose justificado por el estrés producido por el turismo y no por la pesca ya que se produce a mayores profundidades. Pero cabe destacar que *Donax trunculus* también se ve afectada por la pesca, debido a que se realiza la pesca manual en la zona donde la podemos encontrar. A finales de agosto se observó un bloom de fitoplancton generalizado desde Cullera a Oliva, seguido de una elevada mortalidad de macrofauna en septiembre. Por tanto las bajas densidades se pueden ver justificadas por el inicio de un cambio en el ecosistema, en el que se fue incrementando la mortalidad de organismos.

Los puntos menos profundos de Ahuir presentaron mayores densidades de especies características de esta zona, como ya se ha comentado, *Donax trunculus* se presenta junto con *Donacilla sp.* y *Urothoe grimaldii*, siendo éste último típico de arenas finas y medias, como es el caso de estos puntos (Lourido *et al.*, 2008). A dos metros de profundidad se presentaron especies típicas de fondos de arenas finas bien calibradas como son *Donax semistriatus* y *Phaxas adriaticus*, junto con *Mactra stultorum* presente en zonas sin enriquecimiento por materia orgánica (Koulouri *et al.*, 2006; Borja *et al.*, 2000). Las especies más abundantes a 3m de profundidad fueron especies típicas de sedimentos de arenas finas y poco tolerantes a el enriquecimiento por materia orgánica, características presentes en esta zona (Grall y Glémarec, 1997; Borja *et al.* 2000; Fiege *et al.*, 2000; Avant, 2006; Menéndez, 2011), como son *Magelona mirabilis*, *Dosinia lupinus* y *Mactra stultorum*.

De igual modo sucede a 4m y 5m de profundidad, presentándose especies con las mismas características como *Spisula subtruncata*, típica de fondos arenosos someros y con una distribución entorno a los 2-20m (Rueda y Smael, 2004; de la Ossa *et al.*, 2008), *Loripes lucinalis*, *Dosinia lupinus* y *Tellina fabula* a 4m y a 5m *Loripes lucinalis*, *Dosinia lupinus* y *Thracia sp.* y los poliquetos *Lumbrineris tetraura* y *Lumbrineris latreilli*, siendo estos últimos especies abundantes en sustratos fangosos o areno-fangosos (Nuñez *et al.*, 1991; Rueda y Smael, 2004; de la Ossa *et al.*, 2008). La presencia de *Spisula subtruncata* a mayores profundidades y densidades elevadas concuerda con lo descrito por Martí *et al.* (2007).

En Venecia a 0.5m de profundidad volvemos a encontrar elevadas densidades de especies típicas de ella como *Donax trunculus* y *Donacilla sp.*, pero además se presenta el poliqueto *Scolecopsis squamata* como la especie más abundante en este punto, característica por ser una de las especies dominantes en el sedimento de playas expuestas con elevadas densidades en la zona intermareal (Souza y Borzone, 2000; Michaelis y Vennemann, 2005; Rodil *et al.*, 2006). Se presentaron abundancias de esta especie similares a las encontradas en la zona del Atlántico en la zona intermareal superior (Speybroeck *et al.*, 2007), así como en el Sureste de Brasil (Souza y Borzone, 2000). A 1m de profundidad volvieron a aparecer *Scolecopsis squamata* y *Donacilla sp.*, junto con *Magelona mirabilis* y *Magelona johnstoni* como especies de mayor densidad, comunes en zonas de arena y sustratos de barro siendo sensibles al enriquecimiento por materia orgánica, punto en el que no se observa un elevado porcentaje de materia orgánica (Grall y Glémarec, 1997; Borja *et al.* 2000; Fiege *et al.*, 2000). Las especies *Siphonoecetes sabatieri* y *Spiophanes bombyx*, presentes a los 2m de profundidad junto con *Magelona mirabilis* y *Magelona johnstoni*, son especies características de la franja infralitoral y arenas submareales, presentando *Siphonoecetes sabatieri* una amplia valencia ecológica (Gómez *et al.*, 2010; Nuñez *et al.*, 2005; de la Ossa, 2011). En los 3 y 4m metros aparece *Owenia fusiformis* junto con *Siphonoecetes sabatieri* y *Magelona johnstoni*. *O. fusiformis* presenta una distribución ligada a la profundidad y a condiciones intermedias de enlodamiento (Barnay *et al.*, 2003; Ergen *et al.*, 2006). A estas profundidades se presentan características que ayudan al establecimiento de esta especie, ya que se observa el incremento de arenas muy finas, pudiéndose deber a los lodos aportados por el puerto. Finalmente, la presencia a 5m de profundidad de elevadas densidades de *Magelona mirabilis*, *Magelona johnstoni*, *Owenia fusiformis*, *Loripes lucinalis* y *Dosinia lupinus*, presentándose esta última, además de *Owenia fusiformis*, en sedimentos blandos de arena y barro (Avant, 2006), característicos de esta zona.

El Mareny presenta una abundancia de especies en los metros de menor profundidad similares a las observadas en Ahuir, mientras que a partir de los dos metros de profundidad presenta mayor similitud con Venecia. Diferenciándose a los 4 y 5 metros de profundidad por presentar alta densidad de *Paradoneis armata*. A 0.5m de profundidad del Mareny aparece *Urothoe grimaldii* como especie más abundante, seguida de *Donacilla sp.* y *Scolecopsis squamata*. *Urothoe grimaldii* es característico de sedimentos arenosos con elevado porcentaje de arenas medias y gruesas (Lourido *et al.*, 2008; Carvalho *et al.*, 2001), como las presentes en este punto.

4.2.3. Frecuencia de especies

En lo que respecta a la frecuencia de las especies se obtuvo en el conjunto de puntos mayor frecuencia de especies principalmente de poliquetos como *Magelona mirabilis*, *Magelona johnstoni* y *Sigalion mathildae* debido a que son especies comunes en sustratos arenosos (Fiege *et al.*, 2000; Meibner y Darr, 2009), como es el caso de nuestros sedimentos. Los dos magelonidos también fueron los más frecuentes en Venecia, mientras que el Mareny dominaron *Magelona mirabilis* y *Nephtys hombergii*. Esta última es una especie ampliamente distribuida en comunidades de sedimentos finos, arcillosos o barros en zonas poco profundas (Desroy *et al.*, 1998; Arndt y Schiedek, 1997), como es el caso del Mareny y Venecia, en la que también se encuentra con elevada frecuencia.

En Ahuir la mayor frecuencia de especies se ve representada por los bivalvos *Macra stultorum* y *Dosinia lupinus*, y el poliqueto *Sigalion mathildae*, las dos primeras especies son consideradas como sensibles al enriquecimiento por materia orgánica (Grall y Glémarec, 1997; Borja *et al.*, 2000), siendo por ello frecuentes en la zona con menor porcentaje de materia orgánica como es esta playa.

Podemos decir que los poliquetos son los organismos que se presentan en gran parte de los puntos muestreados, siendo por ello la frecuencia de aparición más elevada que en moluscos y crustáceos, esto se debe a que son el taxón macrobéntico más abundante en todas las profundidades, tal y como definieron Jumars y Fauchald (1977).

4.3. Análisis estadístico

Las 12 muestras que conformaron el primer grupo del cluster se localizaron en Ahuir en las profundidades de 4-5m, y a los 5m de profundidad de Venecia y Mareny, siendo más similares estos últimos entre ellos probablemente debido a la proximidad de las playas. Este primer grupo abarca los puntos que presentan mayor riqueza, diversidad y equitabilidad, un mayor contenido en limos y arcillas, así como el mayor porcentaje de materia orgánica. La similitud entre las tres playas a estas profundidades es debida a que se localiza a estas profundidades la zona más estable, donde las comunidades se asientan de forma similar debido a las condiciones menos turbulentas que presentan al no verse influenciadas por las corrientes de rip y las paralelas a la costa que dominan la zona de surf (Janssen y Mulder, 2005; McLachlan y Brown, 2006).

Los puntos que componen el segundo conglomerado forman parte de la zona de transición de Venecia y Mareny, en los que se presenta una riqueza media de especies que forman, presentando mayor similitud entre estas dos debido al cobijo que les proporciona el puerto, que genera unas condiciones de menor exposición que en Ahuir.

El tercer conglomerado abarca gran número de muestras, encontrándose principalmente las obtenidas a menor profundidad de las tres zonas, presentando similitud entre las muestras de Venecia tomadas a 0.5m y 1m de profundidad, exceptuando la réplica uno de ambas profundidades. Estas réplicas presenta mayor parecido con el conjunto de muestras de Mareny y Ahuir tomadas a estas mismas profundidades, pudiéndose deber a que es la réplica más próxima a Mareny y a que se ve

menos influenciada por el cobijo del dique portuario. Estos puntos forman parte de la zona de marea baja y la zona de rompiente, donde se presentan menor riqueza específica principalmente en Mareny y Venecia, característico de esta zona que presenta características variables y turbulentas (Janssen y Mulder, 2005; McLachlan y Brown, 2006). Aparecen junto a ellos las muestras de 2m y 3m de Ahuir y 4m de Mareny y una réplica de Mareny 2m.

En el cluster de especies podemos observar que éstas se agrupan en función de la batimetría en la que se encuentran, siendo esta la causa principal de la estructura de estas comunidades.

Mediante el análisis de correlaciones canónicas se pudo ver una marcada influencia de la batimetría en la distribución de todas las especies, junto con la concentración de nutrientes y el porcentaje de limos y arcillas, coincidiendo parcialmente con un estudio realizado a mayor profundidad por Pinedo *et al.* (1997), por lo que podemos decir que la macrofauna del infralitoral somero sigue unos patrones de distribución similares al infralitoral más profundo.

Por tanto la distribución y abundancia de macrofauna bentónica se ha visto determinada principalmente por factores físicos, los cuales ya han sido definidos como altamente influyentes en la estructura de las comunidades en las playas arenosas expuestas (McLachlan, 1989).

La presencia de nutrientes también fue un factor fundamental en la estructura de la comunidad, ya que la disponibilidad de alimento es un factor fundamental que afecta a su estructura y metabolismo (Dugan *et al.*, 2003 y Rodil *et al.*, 2007). El aporte de nutrientes al mar mediterráneo, y por tanto su presencia en éste, es importante debido a su carácter oligotrófico, y al papel importante que juegan los nutrientes en la productividad marina (Ludwig *et al.*, 2009).

5. CONCLUSIONES

Se ha encontrado un total 102 especies distintas de las que se ha determinado su distribución batimétrica y establecido su densidad. Los datos de abundancia relativa son fundamentales para poder realizar seguimientos cuantitativos de la evolución de las poblaciones y comunidades y poder determinar los cambios que se produzcan debido a perturbaciones naturales o antrópicas.

La riqueza específica de las zonas siguió el mismo patrón descrito por McLachlan y Brown (2006) siendo mínima en la zona de rompiente e incrementándose a medida que las condiciones se vuelven menos turbulentas observándose una clara variación perpendicular a la costa.

Las especies encontradas en las tres playas presentaron una distribución y abundancia relacionada con la batimetría, granulometría y contenido en materia orgánica y en concordancia con las descritas por otros autores. Presentando la tellina y la chirla una distribución característica, aunque no siempre abundante en sus zonas de distribución.

Se observó una diferencia en las comunidades presentes en el conjunto de las tres zonas. No obstante, estas diferencias no fueron tan evidentes en algunos puntos, presentándose similitudes entre los puntos de dos playas o en el conjunto de playas a una misma profundidad. La estabilización de los fondos en los puntos de mayor profundidad conllevó a una mayor similitud entre las muestras tomadas en ella, debido a las características que presentan por sus condiciones menos turbulentas. Aún así se pudo observar que la estructura de la comunidad a estas profundidades fue más parecida entre Venecia y Mareny, debido a la proximidad de ellas y al poseer características similares como el porcentaje elevado de limos y arcillas, el mayor contenido en materia orgánica, entre otras. A menores profundidades presentaron una mayor similitud entre las muestras de Mareny y Ahuir, diferenciándose mínimamente las de Venecia 0.5 y 1m. Por tanto existen una serie de variables que nos están condicionando la presencia de especies. No se observaron las mismas especies entre los conjuntos de playas debido a las distintas características entre ellas y en las distintas profundidades de una misma playa, y por tanto no podemos decir que las tres zonas presentan las mismas comunidades de macrofauna bentónica.

La distribución y abundancia de especies en los puntos de muestreo fue principalmente determinado por factores físicos como la profundidad y granulometría, así como por la concentración de nutrientes, presentándose una clara distribución batimétrica.

6. BIBLIOGRAFÍA:

- APHA, 2005. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21th edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington.
- Arduino, G., Locatelli, B., Orlando, F. y Repetto, G., 1995. *Catalogo illustrato delle conchiglie marine del Mediterraneo*. Amici del museo F. Eusebio.
- Arndt, C. y Schiedek, D., 1997. *Nephtys hombergii*, a free-living predator in marine sediments: energy production under environmental stress. *Marine Biology*, 129: 643-650.
- Augier, H., 2007. *Guía de los fondos marinos del mediterráneo*. OMEGA. París.
- Avant, P., 2006. *Dosinia lupinus*. Smooth Artemis. Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Sub-programme [on-line]. Plymouth: *Marine Biological Association of the United Kingdom*. Disponible en: <<http://www.marlin.ac.uk/speciesinformation.php?speciesID=3199>>. [Última visita: 01-06-2013].
- Barberá-Cebrián, C., Ribeiro da Cunha, M., Sánchez-Jerez, P. y Ramos-Esplá, A.A., 2001. Misidáceos asociados a fanerógamas marinas del sudeste ibérico. *Boletín Instituto Español de Oceanografía*, 17 (1 y 2): 97-106.
- Bellan-Santini, D., Karaman, G.S., Krapp-Schickel, G., Ledoyer, M., Myers, A., Ruffo, S. y Shiecke, U., 1982. The amphipoda of the Mediterranean. Part 1. En: Ruffo, S. (Ed.). *Memories de l'Institut Oceanographique*, Mónaco, 13. 1-364.
- Bellan-Santini, D., Diviaco, G., Krapp-Schickel, G., Myers, A., Ruffo, S. y Shiecke, U., 1989. The amphipoda of the Mediterranean. Part 2. En: Ruffo, S. (Ed.). *Memories de l'Institut Oceanographique*, Mónaco, 13. 365-576.
- Bellan-Santini, D., Karaman, G.S., Krapp-Schickel, G., Ledoyer, M., Ruffo, S. y Shiecke, U., 1993. The amphipoda of the Mediterranean. Part 1. En: Ruffo, S. (Ed.). *Memories de l'Institut Oceanographique*, Mónaco, 13. 577-813.
- Barnay, A. S., Ellien, C., Gentil, F. y Thiébaud E., 2003. A model study on variations in larval supply: are populations of the polychaete *Owenia fusiformis* in the English Channel open or closed?. *Helgoland Marine Research*, 56 (4): 229-237.
- Barrientos, J.A., 2004. *Curso práctico de entomología*. Manuals de la Universitat Autònoma de Barcelona; 41. Ed. Asociación española de entomología, Alicante.
- Baumgarten, M.G., Rocha, J.M. y Niencheski, L.F., 1996. *Manual de análises em oceanografía química*. Rio Grande, Ed. da FURG, Brasil, 132 pp.
- Blanchette, C.A., Schiel, D.R., Wieters, E.A., Broitman, B.R. y Kinlan, B.P., 2009. Trophic structure and diversity in rocky intertidal upwelling ecosystems: A comparison of community patterns across California, Chile, South Africa and New Zealand. *Progress and Oceanography*, 83: 107-116.
- Borja, A., Franco, J. y Pérez, V., 2000. A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments. *Marine Pollution Bulletin*, 40 (12): 1100-1114.

- Campoy, A., 1982. *Fauna de España. Fauna de anélidos poliquetos de la Península Ibérica*. Ediciones Universidad de Navarra S.A. (EUNSA), Pamplona.
- Carvalho, S., Ravara, A., Quintino, V. y Rodrigues, A. M., 2001. Macrobenthic community characterisation of an estuary from the western coast of Portugal (Sado estuary) prior dredging operations. *Boletín Instituto Español de Oceanografía*, 17 (1 y 2): 179-190.
- Castelli, A., Lardicci C. y Tagliapietra D., 2004. Soft bottom macrobenthos. In: Gambi, M.C., Diappiano, M. (ed.) *Mediterranean Marine Benthos: A Manual of Methods for its Sampling and Study*. Societa Italiana di Biologia Marina, Genova, pp 99-131.
- Colombini, I., Aloia, A., Fallaci, M., Pezzoli, G. y Chelazzi, L., 2000. Temporal and spatial use of stranded wrack by the macrofauna of a tropical sandy beach. *Marine Biology*, 136: 531-541.
- Cupul-Magaña, L., Mosso-Aranda, C., Sierra, J., Martí, E., Ferman-Almada, J., Rodilla, M., Gonzáles del Río, J. y Sánchez-Arcilla, A., 2006. Caracterización y patrones de distribución de los sedimentos superficiales en bahía Cullera, España. *Ciencias Marinas*, 32 (4): 617-629.
- Currie, D., Rose, T., y Skilleter, G., 2003. Benthic macroinvertebrates. En: Radke, L.C., Smith, C.S., Ryan, D.A., Brooke, B. y Heggie, D. (eds.) et al. Coastal Indicator Knowledge and information system I: Biophysical indicators. <www.ozestuaries.org/indicators/In_benthic_inverts_f.html>. [Última consulta: 6-6-2013].
- Dean, H.K., 2001. Capitellidae (Annelida: Polychaeta) from the Pacific Coast of Costa Rica. *Revista de biología tropical*, 49(2): 69-84.
- Defeo, O., Brazeiro, A., de Alava, A. y Riestra, G., 1997. Is sandy beach macroinfauna only physically controlled? Role of substrate and competition in isopods. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 45: 453-462.
- Defeo, O., McLachlan, A., Schoeman, D. S., Schlacher T.A., Dugan, J., Jones A., Lastra M., Scapini, F., 2009. Threats to sandy beach ecosystems: A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 81: 1-12.
- de la Huz, R., Lastra, M. y López, J., 2002. The influence of sediment grain size on burrowing, growth and metabolism of *Donax trunculus* L. (Bivalvia: Donacidae). *Journal of Sea Research*, 47: 85-95.
- de la Ossa, J. A., 2011. Evaluación del vertido de aguas residuales urbanas sobre hábitats de fondos blandos. Tesis doctoral. Universidad de Alicante. 221pp.
- de la Ossa, J.A., del Pilar, Giménez, F. y Sánchez, J.L., 2008. Effect of sewage discharge in *Spisula subtruncata* (da Costa 1778) populations. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 54: 226-235.
- Desroy, N., Retière, C., Thiébaud, E., 1998. Infaunal predation regulates benthic recruitment: an experimental study of the influence of the predator *Nephtys hombergii* (Savigny) on recruits of *Nereis Diversicolor* (O.F. Müller). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 228: 257-272.
- Dugan, J.E., Hubbard, D.M., McCrary, M.D. y Pierson, M.O., 2003. The response of macrofauna communities and shorebirds to macrophyte wrack subsidies on

- exposed sandy beaches of southern California. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 58S: 25-40.
- Emig, C.C. ,1977. Un nouvel aspirateur sous-marin, à air comprimé. En: *Methods for the Study of marine Benthos*. Tercera edición (Editado por Eleftheriou A. y McIntyre, A.D., 2005). Oxford and Edinburgh: Blackwell Publishing.
- Ergen, Z., Çinar, M. E., Dagly, E., y Kurt, G., 2006. Seasonal dynamics of soft-bottom polychaetes in Izmir Bay (Aegean Sea, eastern Mediterranean). *Scientia Marina* 70, S3.
- Falco S, Niencheski L.F., Rodilla M., Romero I., González del Río J., Sierra J.P. y Mösso C., 2010. Nutrient flux and budget in the Ebro estuary. *Estuarine Coastal Shelf Science*, 87: 92-102.
- Fiege, D., Licher, F. y Mackie, A., 2000. A partial review of the European Magelonidae (annelida: Polychaeta): *Magelona mirabilis* redefine dan *M. johnstoni* sp. nov. Distinguished. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 80: 215-234.
- Garwood, P.R., 2007. Family Maldanidae. A guide to species in waters around the British Isles. 32 pp. Disponible en: <www.nmbaqcs.org/downloads/keys/Maldanidae_PRGarwood_March2007.pdf>. [Última consulta: 18-2-2013]
- Giannuzzi-Savelli, R., Pusateri, F., Palemeri, A. y Ebreo, C., 1999. *Atlas of the mediterranean seashells, Vol.III*. Ed. Evolver, Roma.
- Giannuzzi-Savelli, R., Pusateri, F., Palemeri, A. y Ebreo, C., 2001. *Atlas of the mediterranean seashells, Vol.VII*. Ed. Evolver, Roma.
- Giannuzzi-Savelli, R., Pusateri, F., Palemeri, A. y Ebreo, C., 2002. *Atlas of the mediterranean seashells, Vol.II*. Ed. Evolver, Roma.
- Giannuzzi-Savelli, R., Pusateri, F., Palemeri, A. y Ebreo, C., 2003. *Atlas of the mediterranean seashells, Vol.IV*. Ed. Evolver, Roma.
- Gómez, L., Tena, J., Torres, Royo, M., Valero, M. y Giner, I., 2010. Evaluación de la calidad de las aguas adyacentes al puerto de Valencia mediante el índice biótico BOPA. XVI *Seminario Ibérico de Estudios de Biología Marina*. Alicante (España).
- Grall, J. y Glémarec, M., 1997. Using biotic Indices to estimate macrobenthic Community perturbations in the Bay of Brest. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44 (Suplement A): 43-53.
- Grasshof, K., 1976. *Methods of Seawater Analysis*. Verlag Chemie: Weinstein, New York.
- Gray, J.S, 1981. *The ecology of marine sediments. An Introduction to the Structure and Function of Benthic Communities*. Cambridge studies in modern biology, 2. Cambridge University Press. Cambridge.
- Gray, J.S. y Elliot, M., 2009. *Ecology of marine sediments*. From Science to Management. Second edition. Oxford University Press.
- Greene, K., 2002. *Beach Nourishment: A review of the Biological and Physical Impacts*. Atlantic States Marine. Fisheries Commission.

- Harris, L., Nel, R., Smale, M. y Schoeman, D., 2011. Swashed away? Storm impacts on sandy beach macrofaunal communities. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 94: 210-221.
- Hewitt, J.E., Pridmore, R.D., Thrush, S.F. y Cummings, V.J., 1997. Assessing the short-term stability of spatial patterns of macrobenthos in a dynamic estuarine system. *Limnology and Oceanography*, 42(2): 282-288.
- Janssen, G. y Mulder, S., 2005. Zonation of macrofauna across Sandy beaches and surf zones along the Dutch coast. *Oceanologia*, 47: 265-282.
- Jaramillo, E. y McLachlan, A., 1993. Community and population responses of the macroinfauna to physical factors over a range of exposed sandy beaches in South-central Chile. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 37: 615-624.
- Jeffrey, S.W. y Humprey, G.F., 1975. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls *a*, *b*, and *c* in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochemie and Physiologie der Pflanzten*, 167: 191-194.
- Jumars, P. A. y Fauchald, K., 1977. Between-community contrast in successful polychaete feeding strategies. Pages 1-20 en B. C. Coull, ed. *The ecology of marine benthos*. University of South Carolina Press, Columbia, South Carolina.
- Koulouri, P., Dounas, C., Arvanitidis, C., Koutsoubas, D. y Eleftheriou, A., 2006. Molluscan diversity along Mediterranean soft bottom sublittoral ecotone. *Scientia marina*, 70 (4): 573-583.
- Lardicci, C., Rossi, F. y Castelli, A., 1997. Analysis of macrozoobenthic community structure after severe dystrophic crises in a Mediterranean coastal lagoon. *Marine Pollution Bulletin*, 34: 536-547.
- Lardicci, C., Rossi, F. y Maltagliati, F., 1999. Detection of Thermal Pollution: Variability of Benthic Communities at Two Different Spatial Scales in an Area Influenced by a Coastal Power Station. *Marine Pollution Bulletin*, 38: 297-304.
- Lastra, M., de la Huz, R., Sánchez-Mata, A.G., Rodil, I.F. y Aerts, K., 2006. Ecology of exposed sandy beaches in northern Spain: environmental factors controlling macrofauna communities. *Journal of Sea Research*, 55: 128-140.
- Lourido, A., Sorbe, J.C. y Troncoso, J.S., 2008. Inventario de los crustáceos bentónicos de sedimentos infralitorales de la Ría de Aldán, (Galicia, NO Península Ibérica). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 17: 149-168.
- Lovell, L.L. y Pasko, D., 1995. Key to the non-polydorid spionidae from Southern California (Intertidal to 500 meters). Clave no publicada.
- Ludwig, W., Dumont, E., Meybeck, M., Heussner, S., 2009. River discharges of water and nutrients to the Mediterranean and Black Sea: major drivers for ecosystem changes during past and futures decades?. *Progress in Oceanography*, 80: 199-217.
- Manca, M., Agnesi, S., Mariani, A., Maccaroni, A. Y Ardizzone, G.D., 2002. Biology and population Dynamics of *Donax trunculus* L. (Bivalvia: Donacidae) in the South Adriatic Coast (Italy). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54: 971-982.
- Martí, E.; Torres-Gavilá, J.; Tena, J.; Rodilla, M.; Sánchez-Arcilla, A.; Mestres, M. y Mösso, C., 2007. Temporal Changes in Mollusk and Polychaete Communities in the Soft

- Bottom of Cullera Bay (western Mediterranean). *Journal of Coastal Research*, *SI(47)*: 76-83.
- Martín, D., 1989. Revisión de las especies de Owenidae (Annelida, Polychaeta) de la Península Ibérica. *Scientia Marina* *53(1)*: 47-52.
- Mauchline, J. y Murano, M., 1977. World list of the mysidacea, crustacea. *Journal of the Tokyo University of Fisheries*, *54 (1)*: 39-88.
- McLachlan, A., 1983. Sandy beach ecology: a review. In: McLachlan, A., Erasmus, T., eds. *Sandy beaches as ecosystems*. W. Junk, The Hague. 321-380 pp.
- McLachlan, A., 1989. Dissipative beaches and macrofauna communities on exposed intertidal sands. *Journal of Coastal Research*, *6(1)*: 57-71.
- McLachlan, A., Jaramillo, E. Donn, E. y Wessels, F., 1993. Sandy beach macrofauna communities and their control by the physical environment: a geographical comparison. *Journal of Coastal Research*, *15*: 27-38.
- McLachlan, A., y Brown, A.C., 2006. *The ecology of sandy shores*. Second edition. 351 pp.
- Meibner, K. y Darr, A., 2009. Distribution of *Magelona* species (Polychaeta: Magelonidae) in the German Bight (North Sea): a modeling approach. *Zoosymposia* *2*: 567-586.
- Menéndez, J.L., 2011. "Macra stultorum (Linnaeus, 1884)". *Asturnatura.com*. Num.350. Disponible en: <<http://www.asturnatura.com/especie/macra-stultorum.html>>. [Última consulta: 27-5-2013].
- Michaleis, H. y Vennemann, L., 2005. The "piece-by-piece predation" of *Eteone longa* on *Scolelepis squamata* (Polychaetes)-traces on the sediment documenting chase, defense and mutilation. *Marine Biology*, *147*:719-724.
- Moschino, V. y Marin. M.G., 2006. Seasonal changes in physiological responses and evaluation of "well-being" in the Venus clam *Chamelea gallina* from the Northern Adriatic Sea. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, *145*: 433-440.
- Murphy, J. y Riley, J.P., 1962. A Modified Single Solution Method for Determination of Phosphate in Natural Water. *Analytica Chimica Acta*, *27*: 31-36.
- Núñez, J., Talavera, J.A. y Ocaña, O., 1991. Anelidos Poliquetos de Canarias: Familia Lumbrineridae. *Vieraea*, *20*: 89-100.
- Núñez, J., Brito, M.C. y Docoito, J.R., 2005. Anélidos poliquetos de Canarias: Catálogo de especies, distribución y hábitats. *Vieraea*, *33*: 297-321.
- O'Connor, B.D.S., 1987. The Glyceridae (Polychaeta) of the North Atlantic and Mediterranean, with description of two new species. *Journal of Natural History*, *21*: 1, 167-189.
- Ortega Cisneros K., Smit A.J., Laudien J. y Schoeman D.S., 2011. Complex, Dynamic Combination of Physical, Chemical and Nutritional Variables Controls Spatio-Temporal Variation of Sandy Beach Community Structure. *PLoS ONE* *6(8)*: e23724. doi:10.1371/journal.pone.0023724.
- Özden, Ö., Erkan, N, Cengiz, M., 2009. Trace mineral profiles of the bivalve species *Chamelea gallina* and *Donax trunculus*. *Food chemistry*, *113*: 222-226.
- Pampanin, D., Ballarin, L., Carotenuto, L., y Marin, M., 2002. Air exposure and functionality of *Chamelea gallina* haemocytes: effects on haematocrit, adhesion,

- phagocytosis and enzyme contents. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, 131: 605–614.
- Peterson, C.H. y Bishop, M.J., 2005. Assessing the Environmental Impacts of Beach Nourishment. *BioScience*, 55: 887-896.
- Pinedo, S., Sardá, F. y Martin, D., 1997. Comparative study of the trophic structure of soft-bottom assemblages in the Bay of Blanes (Western Mediterranean Sea). *Bulletin of Marine Science*, 60(2): 529-542.
- Poppe, G.T. y Goto, Y., 1991. *European Seashells. Vol.I*. Ed. Verlag Christa Hemmen, Wierbaden.
- Poppe, G.T. y Goto, Y., 1993. *European Seashells. Vol.II*. Ed. Verlag Christa Hemmen, Wierbaden.
- Pusceddu, A., Dell'Anno, A., Fabiao, M. y Danovaro, R., 2004. Quantity and biochemical composition of organic matter in marine sediments. In: Società Italiana di Biologia Marina (Editor). *Mediterranean Marine Benthos: A Manual of methods for its sampling and study*. Vol.11 (Suppl. 1): 39-53.
- Ramón, M., Abelló, P. y Richardson, C.A., 1995. Population structure and growth of *Donax trunculus* (Bivalvia: Donacidae) in the western Mediterranean. *Marine Biology*, 121: 665-671.
- Rield, R., 1986. *Fauna y flora del mar Mediterráneo*. Ediciones Omega, Barcelona.
- Rodier, J., 1981. *Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales y agua de mar: Química, fisicoquímica, bacteriología, biología*. Ediciones Omega. Paris.
- Rodil, I. F. y M. Lastra, 2004. Environmental factors affecting benthic macrofauna along a gradient of intermediate sandy beaches in northern Spain. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 61: 37–44.
- Rodil, I.F., Lastra, M. y López, J., 2007. Macroinfauna community structure and biochemical composition of sedimentary organic matter along a gradient of wave exposure in sandy beaches (NW Spain). *Hydrobiologia*, 579: 301–316.
- Rodil, I.F., Lastra, M. y Sánchez-Mata, A.G., 2006. Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna in intermediate sandy beaches in temperate latitudes: North coast of Spain. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67: 267-279.
- Rueda, J.L. y Smaal, A.C., 2004. Variation of the physiological energetics of the bivalve *Spisula subtruncata* (da Costa, 1778) within an anual cycle. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 301: 141-157.
- Salas, C., Tirado, C. y Manjón-Cabeza, M.E., 2001. Sublethal foot-predation on Donacidae (Mollusca: Bivalvia). *Journal of Sea Research*, 46: 43-56.
- Sánchez, D.A., 1982. *Los moluscos marinos del Reino de Valencia*. Serie II, N°16. Publicaciones del instituto de estudios alicantinos. Alicante.
- Sánchez-Arcilla, A., Mösso, C., Mestres M., Cupul L., Sierra J.P., Rodilla M., Romero I. y González del Rio, J., 2007. Hydrodynamics of a Coastal Bay. Natural and man-made barriers. *Journal of Coastal Research*, 47: 2–16.
- Schoeman, D.S. y Richardson, A.J., 2002. Investigating biotic and abiotic factors affecting recruitment of an intertidal clam on an exposed sandy beach using a generalized additive model. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 276: 67–81.

- Sebastiá, M.T. y Rodilla, M., 2013. Nutrient and phytoplankton analysis of a Mediterranean coastal area. *Environmental Management*, 51:225–240.
- Sebastiá, M.T., Rodilla, M., Falco, S. y Sanchis, J.A., 2013. Analysis of the effects of wet and dry seasons on a Mediterranean river basin: Consequences for coastal waters and its quality management. *Ocean & Coastal Management*, 78: 45-55.
- Sebastiá, M.T., Rodilla, M., Sanchis, J.A., Altur, V., Gadea, I. y Falco, S., 2012. Influence of nutrient inputs from a wetland dominated by agriculture on the phytoplankton community in a shallow harbour at the Spanish Mediterranean coast. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 152: 10-20.
- Shepard, F.P., 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay relations. *Journal of Sedimentary Petrology*, 24: 151–158.
- Souza, J.R. y Borzone, A., 2000. Population dynamics and secondary production of *Scolecipis squamata* (Polychaeta: spionidae) in an exposed sandy beach of southern Brazil. *Bulletin of marine science*, 67(1): 221–233.
- Speybroeck, J., Alsteens, L., Vincx, M., y Degraer, S., 2007. Understanding the life of a sandy beach polychaete of functional importance - *Scolecipis squamata* (Polychaeta: Spionidae) on Belgian sandy beaches (northeastern Atlantic, North Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 74: 109-118.
- Strickland, J.D.H. y Parsons, T.R., 1972. *A Practical handbook of Seawater Analysis*. Bull. Fisheries Research Board of Canada, 167pp.
- Terradas, J., Prat, N., Escarré, A. y Margalef, R. (eds.), 1989. *Història natural dels Països Catalans. Vol. 14. Sistemes naturals*. Fundació Enciclopèdia Catalana, Barcelona, 500 pp.
- Viéitez, J.M., Alós, C., Parapar, J., Besteiro, C., Moreira, J., Núñez, J., Laborda, J. y San Martín, G., 2004. Annelida, Polychaeta I. En: *Fauna Ibérica, vol. 25*: Ramos, M.A. et al. (Eds). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC, Madrid, 530pp.
- Zariquiey, R., 1968. *Crustáceos decápodos ibéricos*. Tomo 32. Imprenta juvenil, Barcelona.