



El potencial interpretativo de las acumulaciones de restos de moluscos litorales en las principales bahías de Mallorca (Archipiélago Balear. Mediterráneo occidental). Del Pleistoceno Superior al registro actual

The interpretative potential of the accumulations of littoral mollusk remains in the main bays of Mallorca (Balearic Archipelago. Western Mediterranean). Upper Pleistocene-current record

Morey, B.⁽¹⁾

(1) Departamento de Ciencias de la Tierra. UIB. Societat d'Història. Natural de les Balears. Carrer Margarita Xirgú, 16 baixos. 07011. Palma de Mallorca. Tel/ Fax. 971 719667. bernatmoreycolomar@yahoo.es

Resumen

Se estudian los restos de moluscos litorales que se depositan en las principales bahías de Mallorca (archipiélago Balear, Mediterráneo occidental). Los restos actuales de moluscos mesolitorales de fondo arenoso se concentran en las playas mientras que los restos de las demás comunidades litorales se depositan más en costa rocosa baja. La baja biodiversidad observada en los restos estudiados se atribuye a la actividad antrópica pues los ambientes más biodiversos en la actualidad son los mixtos playa-roca y los menos urbanizados. Respecto del Pleistoceno Superior se detecta un aumento de la comunidad infralitoral ligada a la expansión de las praderas de *Posidonia oceanica*. También las comunidades de fondo arenoso se imponen hoy a las de fondos rocosos de forma más clara que en el último interglaciario, hecho que se relaciona con la subsidencia experimentada por las bahías estudiadas en los últimos 150 ka. Estas bahías luego se observan relacionadas morfo estructuralmente entre sí y con las plataformas y cuencas centrales de la isla.

Palabras clave: Restos bióticos litorales, ambientes sedimentarios, biodiversidad, geomorfología, bahías de Mallorca.

Abstract

The remains of coastal mollusks that are deposited in the main bays of Mallorca (Balearic archipelago, western Mediterranean) are studied. Sandy mesolittoral mollusk remains are deposited on the beaches while the remains of other coastal mollusk communities are deposited more on the lower rocky coast. The low biodiversity observed in the studied remains is attributed to anthropogenic activity, so the most biodiverse



environments today are the mixed beach-rock and the least urbanized. With respect to the Upper Pleistocene, an increase in the infralittoral community is detected, linked to the expansion of the *Posidonia oceanica* meadows. Sandy bottom communities today prevail over rocky bottom communities more clearly than ultimately interglacial fact which is related to the subsidence experienced by the bays in the last 150 ka. The studied bays are then observed to be morpho-structurally related to each other and to the central platforms and basins of the island.

Key words: Coastal biotic remains, sedimentological environments, biodiversity, geomorphology. Majorca bays.

1. Introducción

Las acumulaciones de restos bióticos marinos costeros como el resto de acumulaciones litorales están condicionadas por factores geomorfológicos, tectónicos, eustáticos y sedimentarios (Pye, 1993; Pye y Allen, 2000; Gelabert *et al.*, 2002; Finkl, 2004; Rosa *et al.*, 2013; Vieira Baptista, 2012). En ellas, en el litoral balear y en las bahías estudiadas (Palma, Campos y Alcúdia. Fig. 1) los componentes bióticos suelen ser mayoritarios (Fornós, 1983; Cuerda, 1987; Gutiérrez *et al.*, 2003; Mateu *et al.*, 2003).

Aunque estos restos nunca representen una comunidad biótica concreta de manera estricta se suponen reflejo de las condiciones medioambientales de su lugar de sedimentación ya que la mayoría de restos de fauna que contienen se observa muy autóctonos (Templado, 1984; Fresneda *et al.*, 1984; Martinell, 1997; Peñas y Almera, 2001). Así, pueden proporcionar información sobre las condiciones ambientales de su lugar de sedimentación (Covazi-Harriage *et al.*, 2006; Morey, 2008; Albano y Sabelli, 2011; Gauci *et al.*, 2005; Rufino *et al.*, 2008; Vieira Baptista, 2012) o actuar como indicadores del grado de alteración del medioambiente costero (Templado, 1984; Fresneda *et al.*, 1984; Martinell, 1997; Peñas y Almera, 2001; Bouchet *et al.*, 2002; Marcello y Thomas, 2002; Mclachlan, y Dorvlo, 2005; , Pip, 2006; Borja *et al.*, 2009a; 2009b; Oliver *et al.*, 2011; Albano y Sabelli, 2011; Stark mail *et al.*, 2014).

Si bien la destrucción selectiva y la mezcla por transporte alejan al registro fósil de la biocenosis original y de sus restos muertos, éste también aporta información paleoambiental importante (Roy *et al.*, 1996; Hernández Molina *et al.*, 2000; Warwick y Turk, 2002; Belgacem *et al.*, 2013). Como ejemplo, el estudio de los restos de moluscos de las playas del Pleistoceno Superior marino se muestra como una herramienta eficaz en la interpretación ambiental y geomorfológica en diferentes entornos costeros (Cuerda, 1975; 1987; Sara, 1985; Spano, 1993; Meldhal y Cutler, 1992; Dyke *et al.*, 1996; Roy *et al.*, 1996, 2001; Garilli, 2011).

Este estudio y de igual manera pretende:

- a) Definir los ambientes sedimentarios mayoritarios de las principales bahías de Mallorca (bahías de Palma, Alcúdia y Campos) a partir de las acumulaciones de moluscos litorales en ellas presentes.
- b) Documentar la evolución las comunidades de moluscos litorales en las áreas estudiadas para los últimos 150 Ka.
- c) Revisar el encuadre tectónico-estructural de las bahías estudiadas a partir de los ambientes sedimentarios definidos.

1.2. Contexto geológico

Mallorca es la mayor área emergida del promontorio balear, prolongación este de la

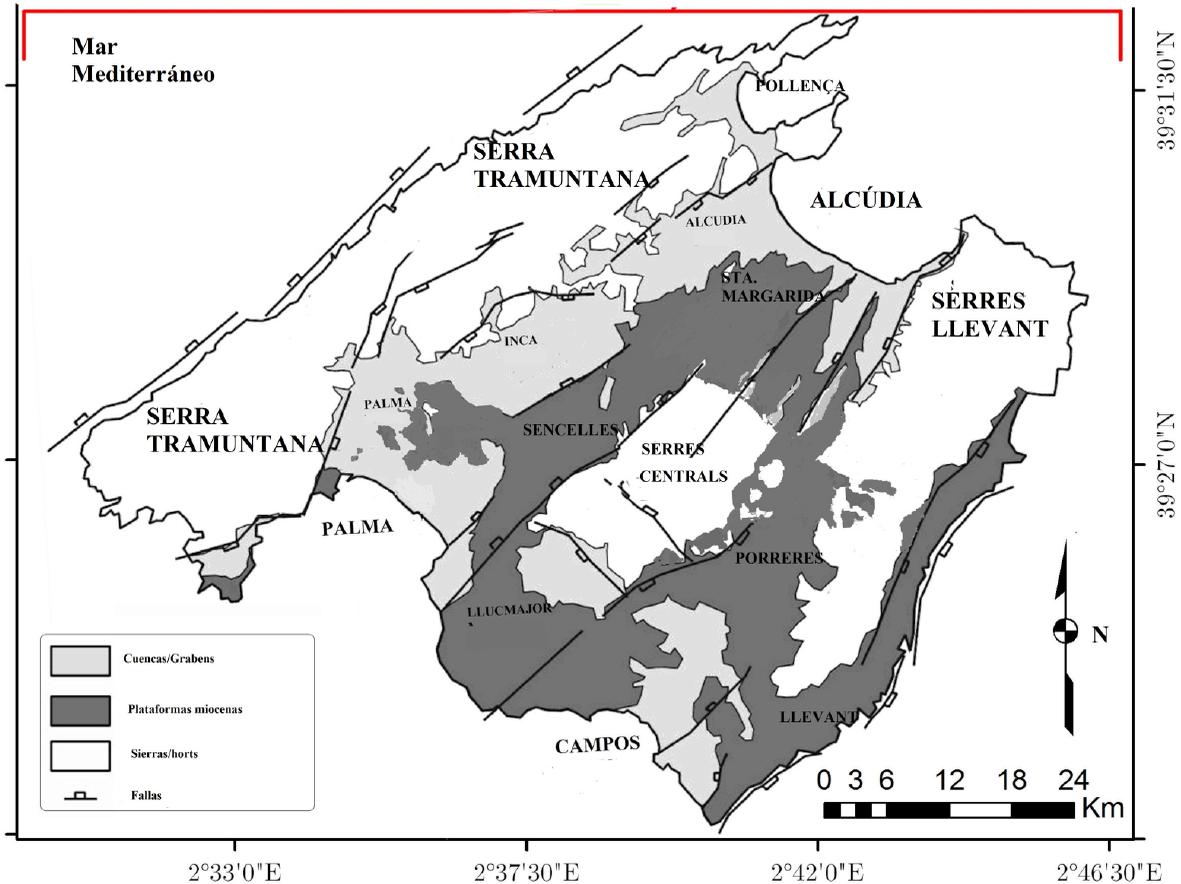


Figura 1. Mapa Geológico de Mallorca. (Cortesía. Fornós, J. Modificado)
 Figure 1. Geologic map of Mallorca island (Fornós, J. Courtesy. Modified).

Sierras Béticas (Fallot, 1922). La isla se interpreta como un conjunto de horst y grabens o semigrabens estructurados por la orogenia alpina (15-13Ma. Gelabert, 1997). Los grabens forman dos alineaciones de cuencas paralelas a las elevaciones principales y rellenas de materiales postectónicos (Serravaliense-actualidad. Pomar *et al.*, 1983; Morey, 2020). Estas cuencas se observan condicionadas por fallas-fracturas que afectan también a los restos del complejo carbonato-arrecifal Torto-Messiniense adosado a la estructura alpina (Pomar *et al.*, 1983; Morey, 2018. Fig. 1). La trasgresión marina pliocena supera las cuencas litorales y la mayoría de plataformas carbonato-arrecifales miocenas (Morey y Mas, 2009). Los depósitos del Pleistoceno Superior

marino (arenas de playa y eólicas; limos y arcillas rojas —*Terra Rossa*— con cantos de calizas. Cuerda, 1989; Barnolas *et al.*, 1991) ya solo se sedimentan en las bahías y calas de la isla o en plataformas litorales bajas (7m-nivel del mar. Cuerda, 1989; Vicens, 2015; Morey, 2020).

Las zonas estudiadas se corresponden con las partes centrales de las bahías más extensas de la isla (Palma, Campos, Alcúdia. Fig. 1 y 2). Los sedimentos estudiados tanto actuales (arenas de playa) como fósiles (dunas fósiles y limos rojos-aluviones) y su distribución para cada bahía quedan ya bien reflejados en los mapas geológicos del proyecto MAGNA (Barnolas *et al.*, 1991). Las bahías estudiadas son

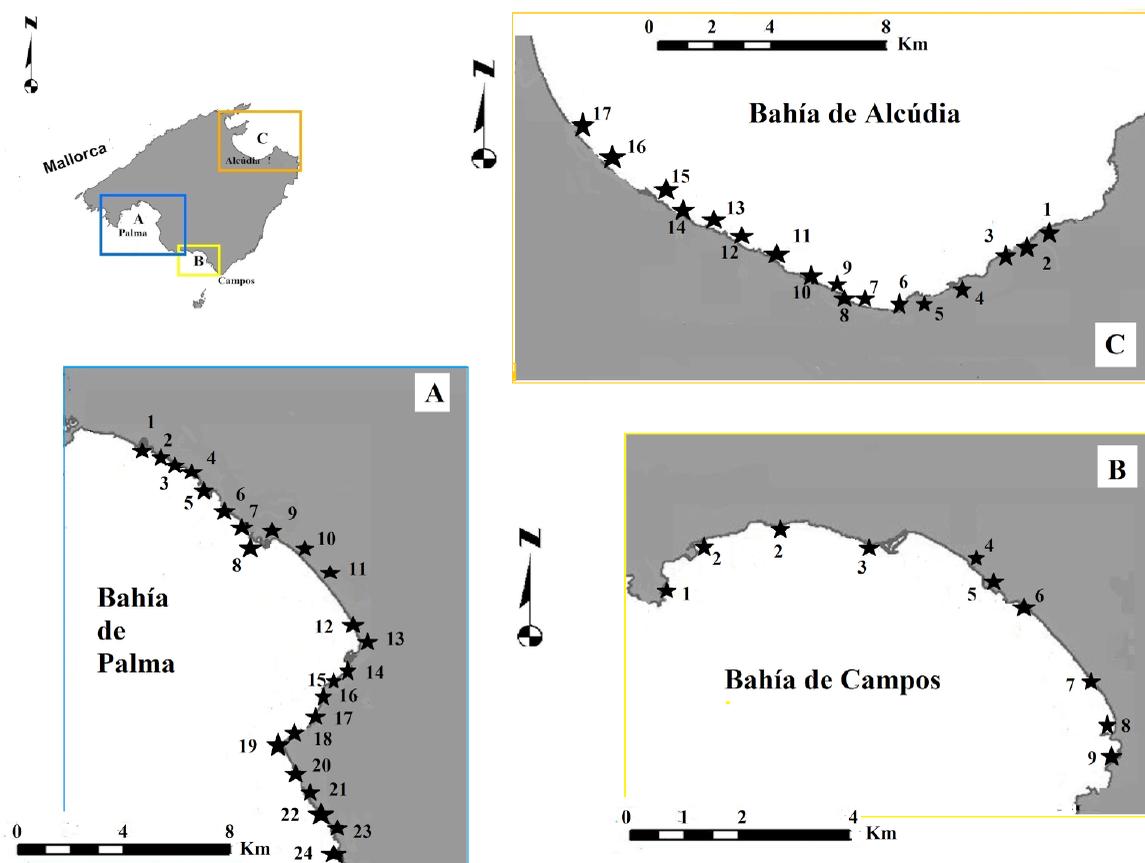


Figura 2. Acumulaciones estudiadas. Los números indican las estaciones muestreadas y los asteriscos señalan las estaciones con acumulaciones tanto actuales como fósiles. Bahía de Palma- A: 1. Molinar*; 2. Ciudad Jardín; 3. Las Rocas*; 4. Cala Gamba*; 5. Camp de Tir*; 6. Carnatge*; 7. Son Mosson*; 8. Pineda*; 9. Cala Estància*; 10. 11. Ca'n Pastilla (platja de Palma)*; 12. 13. Arenal (platja de Lluçmajor); 14. Fornàs*; 15. S'Anegat*; 16. Cap Orenol*; 17. Cala Blava*; 18. Ses Lleonardes*; 19. Cap Enderrocat*; 20. Cala Vella*; 21. Sa Fossa*; 22. 23. Davalladors*; 24. Pas de Verro*. B) Bahía de Campos- C: 1. Punta Arena*; 2. Estanyol*; 3. Sa Ràpita*; 4. Morters (platja de Sa Ràpita)*; 5. Ses Covetes*; 6. Es Freu*; 7. Platja des Trenc*; 8. Perengons*; 9. Platja des Marquès. Bahía d'Alcúdia (C). 1. Caló Camps*; 2. Cugussa*; 3. Arenal Colom*; 4. Cala Estret*; 5. Pta. Esquerda*; 6. Sa Canova*; 7. Na Borges*; 8. Son Serra*; 9. Son Serra-`puerto*; 10. Son Real*; 11. Arenal Casat*; 12. Illot des Porros; 13. Cementiri Fenicis*; 14. Son Bauló*; 15. Ca'n Picafort; 16. Caseta capellans; 17. Platja d'Alcúdia.

Figure 2. Studied outcrops (numbers indicate the marine mollusk accumulations sampled), while the numbers with asterisk in the listed below (*) indicate deposits where both actual and Pleistocene accumulations have been sampled. Palma bay (A). Campos bay. (B). Alcúdia bay (C). Palma bay (A): 1. Molinar*; 2. Ciudad Jardín; 3. Las Rocas*; 4. Cala Gamba*; 5. Camp de Tir*; 6. Carnatge*; 7. Son Mosson*; 8. Pineda*; 9. Cala Estància*; 10. 11. Ca'n Pastilla (platja de Palma)*; 12. 13. Arenal (platja de Lluçmajor); 14. Fornàs*; 15. S'Anegat*; 16. Cap Orenol*; 17. Cala Blava*; 18. Ses Lleonardes*; 19. Cap Enderrocat*; 20. Cala Vella*; 21. Sa Fossa*; 22. 23. Davalladors*; 24. Pas de Verro*. Campos bay (B): 1. Punta Arena*; 2. Estanyol*; 3. Sa Ràpita*; 4. Morters (platja de Sa Ràpita)*; 5. Ses Covetes*; 6. Es Freu*; 7. Platja des Trenc*; 8. Perengons*; 9. Platja des Marquès. Alcúdia bay (C). 1. Caló Camps*; 2. Cugussa*; 3. Arenal Colom*; 4. Cala Estret*; 5. Pta. Esquerda*; 6. Sa Canova*; 7. Na Borges*; 8. Son Serra*; 9. Son Serra-`puerto*; 10. Son Real*; 11. Arenal Casat*; 12. Illot des Porros; 13. Cementiri Fenicis*; 14. Son Bauló*; 15. Ca'n Picafort; 16. Caseta capellans; 17. Alcúdia beach.

ambientes sedimentarios de baja energía y vientos mayoritarios S-SW en Palma y Campos y NNE en Alcúdia (Servera, 2004). La media de temperatura anual del agua a nivel del

mar es de 17° en Palma y Campos y de 16° en Alcúdia siendo de 19,7° para el último interglaciario y de 11,3° en los últimos episodios glaciares (Rose *et al.*, 1999).

La Bahía-cuenca de Palma (Fig. 2A) presenta una zona central subsidente cerrada por barra arenosa litoral y limitada por fallas (Díaz *et al.*, 1993). La bahía limita al NW con la Sierra de Tramuntana y con los Antiformes de Marratxí (Palomino *et al.*, 2009) y por el NE con el antiforme de Son Seguí (Benedicto, 1994). Los acantilados mio-pliocenos —Plataforma de Lluçmajor— separan las Bahías de Palma y Campos (Fig. 2B). Esta se estructura con las fallas de Felanitx-S'Estanyol (Morey, 2017) y muestra también una albufera-salobrar en su sector más subsidente (Servera, 2004). La Bahía de Alcúdia (Norte de la isla. Fig. 2C) entre las Sierras de Levante y Cap Pinar muestra también una albufera y sistemas dunares en las zonas subsidentes y abanicos fluviales en sus contrafuertes laterales consecuencia de su colmatación (Gelabert *et al.*, 2002).

Los paralelismos geomorfológicos observados entre las bahías de Palma y Campos (Rosselló, 1964; González Hernández *et al.*, 2001) se pueden extrapolar a la bahía de Alcúdia y se resumen en control tectónico, existencia de barreras tectonogeográficas que favorecen la acumulación de sistemas dunares y presencia de albuferas en las zonas subsidentes. Para Palomino *et al.* (2009) la configuración de la bahía de Palma está ligada a los cambios glacioeustáticos cuaternarios, a la tectónica neógena y a las características sedimentarias actuales. Estos factores según defendemos en este estudio, se pueden extrapolar al resto de bahías estudiadas y determinan tres tipos de morfología litoral (Servera, 2004; Morey, 2020):

- Playas de cordón arenoso y de albufera.
- Costa baja de erosión (duna cuaternaria fósil o plataforma mio-pliocena)
- Acantilados de Marina (restos miocenos) o de material preorogénico (Mesozoico).

2. Metodología

La sedimentación actual y también las sedimentaciones pleistocenas mejor conservadas se concentran en la parte central de las bahías estudiadas (Morey 2008; 2020. Fig. 2). Así y en consecuencia y como área de estudio se seleccionan los 16 km centrales de las Bahías de Palma y Alcúdia y los 8 km de la de bahía Campos (totalidad). Resulta así también una similar proporción entre arenal y costa rocosa baja para cada bahía.

Para la bahía de Palma se estudia el litoral comprendido entre Ciudad jardín y Pas des Verro con 6 Km de playa y 9 Km de costa baja (60%). No se contemplan los acantilados de Cap Enderrocat sin sedimentación actual destacable (Fig. 2A). Para la bahía de Campos se estudia el litoral comprendido entre la playa des Marquès y el torrente de Garonda con 3,5 km de playa y 4,5 km de costa baja (63%. Fig. 2B). Para la bahía de Alcúdia se estudia el litoral comprendido entre la playa de Alcúdia y Caló des Camps con un 62% de costa baja y un 38% de playa.

Se ha planteado como mínimo una estación de muestreo para kilómetro de litoral (15 para la bahía de Palma, 8 para la bahía de Campos y 16 para la de Alcúdia. Tabla 1). En cada estación se recogen 3 muestras de restos bióticos. En cada muestra se recogen 250 gramos de restos bióticos (en caso de que sea posible) o se muestrean 10 m² por estación (Tabla 1). El 95% de restos orgánicos recogidos son conchas de moluscos. Si es posible se muestrea también cerca de los yacimientos pleistoceno existentes (Morey, 2008; 2020; Vicens, 2015. Asteriscos en Fig. 2). Las muestras de cada estación se mezclan seleccionándose al azar 100 restos de moluscos para facilitar cálculos y borrar efectos de acumulaciones extraordinarias.

En cada estación o conjunto de muestras se estudia:

Tabla 1. Acumulaciones actuales. Composición y estado de conservación. Tot. Total individuos contabilizados. N. Número de especies. N. Especies del registro fósil más cercano. En porcentajes. A.% comunidad arenosa fangosa. R. Rocosa, P. Posidonia. % de bien conservados R% rodados (comunidad. Infralitoral). %C. %R comunidad actual. %C. %R. Yacimiento fósil más cercano. Mj. Comunidad mayoritaria. (M. Supramesolitoral- A. Mesolitoral. Arenosa. R. Rocosa. X. Mixta. I. Infralitoral).

Table 1. Composition and conservation in actual accumulations (average). Tot. Total individuals counted. N. Number of species. N. Species in the closest fossil record Communities: A. mesolittoral Sand. R. Mesolittoral Rock. I. Posidonia-infralittoral. % C material preserved average. R%. Rounded material average (C- R - Fossil material). MJ. Main community. M. Supra- mesolittoral A. Mesolittoral Sand. R. Mesolittoral Rock. X. Mixed. I. Infralittoral.

Localidad	Tot	N	N	M	%	A	%	R	%	I	%	%C	%R	%C	R	Mj
Molinar.	100	17	15	12	75	58	66	15	70	12	70	90	15	83	32	A
Las Rocas	100	29	43	3	66	28	54	19	66	50	50	90	10	66	34	A
Cala Gamba	100	10	117	4	80	80	70	10	80	6	80	88	6	68	54	A
Es Carnatge	100	25	87	2	100	15	66	38	70	45	50	50	66	49	37	X
Camp de Tir	24	6	96	12	66	50	75	37	90	-	-	60	54	68	43	R
La Pineda	100	14	112	6	80	72	50	3	66	19	50	76	30	43	69	X
Cala Estància	100	14	34	4	75	80	70	2	100	14	60	70	18	66	63	A
Ca' n Pastilla	100	12	33	-	-	98	75	-	-	2	50	84	12	78	18	A
Arenal	100	9	18	2	100	68	90	7	87	16	80	88	10	-	-	A
Es Fornàs	65	12	34	33	75	10	66	28	70	31	40	50	43	76	34	M
Cap Orenol	67	18	82	6	66	45	20	-	-	49	20	21	90	62	54	M
Ses Lleonardes	-	-	12*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	32	73	X
Cala Vella	100	20	16	9	66	12	33	26	45	53	50	50	66	86	12	PM
Sa Fossa	100	24	35	11	70	-	-	28	25	61	44	45	70	42	65	PM
Pas des Verro	46	18	16	50	66	-	-	22	50	28	60	62	60	31	82	PM
Media de Palma		17,7	49,5	11,5	82	44	61	18	65,5	17,5	54	65	40	60,7	46	
Alcudia. Playa	100	14	-	-	-	84	80	2	100	14	90	85	14	-	-	A
Csta capellans.	100	16	-	-	-	77	80	4	100	17	75	80	16	-	-	A
Ca' n Picafort	20	5	1	40	75	-	-	30	100	30	50		60	-	-	M
Bauló- Patana	100	36	49	10	80	15	80	30	50	45	70	48	42	44	70	RI
Cem. Fenicis	100	9	75	30	80	-	-	70	50	-	-	48	40	30	74	R
Arenal Casat	100	38	71	6	66	30	50	11	34	53	35	40	70	66	42	AI
Son Real. T	100	26	67	5	66	30	50	32	60	25	48	62	62	50	47	X
Son Serra port.	100	16	30*	30	85	15	70	50	80	15	73	75	43	50	47	RX
Son Serra Ped.	100	36	30*	12	60	12	44	46	55	30	50	50	54	60	50	X
Na Borges	100	24	30*	8	100	40	80	18	66	33	66	80	30	25	80	A
Sa Canova.	100	18	3	15	100	70	66	10	50	5	0	60	39	30	76	A
S' Esquerda	6	3	15*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	54	M
Calestret.	24	7	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	68	M
Arenal Colom	56	16	*	25	66	10	0	30	45	35	40	45	56	70	46	X
Caló Camps	100	14	78	18	50	3	33	19	25	60	33	33	66	40	62	X
Cugussa	100	14	15*	18	50	3	33	19	25	60	33	33	66	50	52	X
Media. Alcúdia		21	39,2	18	73	32	55	26	60	30	43	57	49	46	59	
Racó Arena	100	34	7	10	50	10	20	30	35	50	16	24	85	20	90	I
Estanyol	70	21	21	6	50	-	-	35	15	60	20	23	80	50	60	PM
Port Sa Ràpita	19	7	44	15	66	20	60	35	60	30	25	50	70	48	56	M
Ràpita- Morters	100	35	40	6	84	64	60	12	75	18	72	75	26	58	60	AI
Ses Covetes.	24	18	33	50	66	-	-	50	66	-	-	66	50	70	30	M
Covetes. Freu.	87	11	18	15	60	35	50	35	50	15	15	50	60	60	32	X
Trenc.	100	23	10	4	75	62	70	5	60	26	50	70	18	64	15	A
Perengons	100	16	*	15	66	59	22	5	20	20	21	20	90	20	94	AX
Media. Campos		20	25,5	15	64	31	47	26	46	29	30	47	60	49	55	

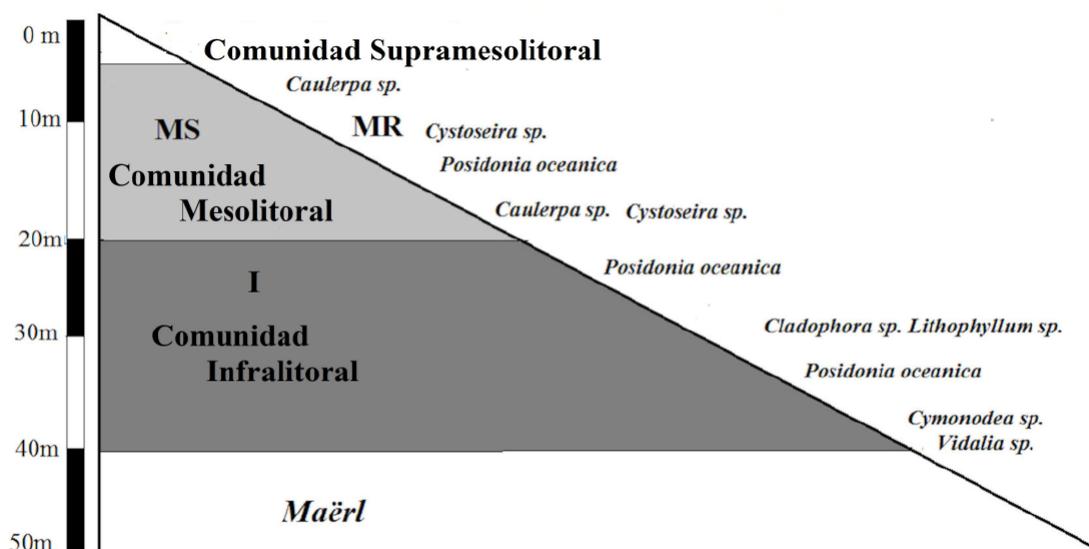


Figura 3. Comunidades meso-infralitorales presentes en la bahías estudiadas y distribución batilitológica (Templado, 1984; Riedel, 1986; Cuerda, 1987).

Figure 3. Mesoinfralittoral communities to present in Mallorca bays and distribution (deep and substrata) (Templado, 1984; Riedel, 1986; Cuerda, 1987).

- Número de taxones de moluscos clasificados a partir de sus conchas. Estas se ordenan en comunidades o asociaciones mayoritarias según batimetría y substrato a partir de las observaciones de Templado (1984), Cuerda (1987), Riedel (1982), Spano (1993) y Peñas y Almera (2001). (Fig. 3. Tabla 2).
 - B: Abundante presente sólo en la mitad de muestras;
 - F: Frecuente o presente en un tercio de muestras, aunque en algunas sea abundante;
 - R: Rara o presente en pocas muestras;
 - M: Muy rara.
 - El tamaño de las conchas y de la matriz se observa a partir del material de las colecciones Cuerda y Muntaner (SHNB) del estudio de Morey (2008) y del trabajo de campo (Tabla 4) y se establece como:
 - G: Gran talla, más de 6 cm de diámetro;
 - D: entre 3 y 6 cm de diámetro;
 - Cm.: 1-3 centímetros;
 - mm.: menos de un centímetro.
 - Para establecer la frecuencia de las especies actuales se han seguido los criterios de Riedel (1986), Cuerda (1987) y propios según el material presente en las muestras (Tabla 3). De esta manera se observan 5 categorías:
 - A: Muy abundante. Presente en el 75% de muestras;
- Para calcular los porcentajes de comunidades o asociaciones mayoritarias se observa o contempla también que los bivalvos pueden aportar dos valvas en la acumulación.
- El estado de conservación y de rodamiento (%. Tabla 1) se observa a partir de los criterios de Guerra Merchán et al. (1996) y Aguirre y Yesares (2003). No se contemplan los restos triturados en la “limpieza” de las playas.

Los restos de moluscos fósiles del último interglaciario (playas, MIS 5e - MIS 5a. Cuerda, 1989; Vicens, 2015) se interpretan a partir de los trabajos para el pleistoceno superior de Cuerda (1987), Morey (2008) o Vicens (2015) y de las colecciones Cuerda y Muntaner custodiadas por la Societat d'Història Natural

Tabla 2. Registro fósil. N. Número de especies. P. Palma. C. Campos. A. Alcúdia. Cu. Colección Cuerda. Cm. Colección Morey (Morey, 2020. Estudios no intrusivos) A fondo arenoso. R. Fondo Rocoso. I. Comunidad infralitoral y posidonícola. B. Albufera. M. comunidad mesosupralitoral por cada yacimiento (Nº del yacimiento en mapas -figuras 2).

Table 2. Fossil record. N. Number of species. P. Palma. C. Campos. A. Alcúdia. Cu. Cuerda collection. Cm. Morey collection (Morey, 2020. Non intrusive study). Communities: A. mesolittoral Sand. R. Mesolittoral Rock. I. Posidonia- infralittoral. (number of outcrop- accumulation on map- Figure 2).

Local.	N	Cu	Cm	M	A	R	I	B	Local.	N	Cu	Cm	M	A	R	I	B
P1	15	120	3	5	60	20	15	5	C1	14	-	35	-	60	-	40	-
P2	43	200	-	8	30	30	30	2	C2	21	60	373	9	4	40	47	-
P3	43	200	-	15	15	35	35	-	C3	44	-	453	8	12	31	49	-
P4	117	900	-	5	35	10	35	15	C4	40	-	99	10	34	46	10	-
P5. e	96	790	-	12	35	41	12	-	C5	33	-	79	20	34	39	5	-
P5. a	96	700	-	5	75	5	15	-	C6	10	-	24	15	66	19	-	?
P6. e	87	60	-	10	40	40	10	-	C7	20	-	84	6	24	23	47	-
P6. a	87	350	-	2	50	18	25	-	A1	78	202	-	7	3	47	43	-
P7		570	31	9	35	30	26	-	A2	20	-	22	14	-	62	24	-
P8	112	990	37	5	37	10	48	-	A3	8	-	51	28	12	46	14	-
P9	14	?	-	3	37	3	37	-	A4	18	-	34	-	50	50	-	-
P10	33	200	84	-	54	7	10	29	A5	30	-	64	22	-	60	16	-
P11	44	380	20	-	97	2	-	1	A6	8	-	28	4	72	12	12	-
P12	32	240	80	-	40	-	-	60	A7	30	-	120	12	36	18	20	14
P13	18	55	67	-	50	-	-	50	A8	30	-	246	10	33	19	38	-
P14	14	136	-	2	90	3	5	-	A9	67	-	64	8	34	32	16	10
P15	34	530	-	2	90	1	6	-	A10	73	-	176	4	18	22	56	-
P16	82	600	-	8	63	9	20	-	A11	75	-	240	14	16	18	52	-
P17	36	120	-	-	78	10	12	-	A12	52	-	124	6	16	26	38	14
P18		-	54	5	60	20	15	-									
P19	26	13	7		40	10	40	-									
P20	16	17	34	6	65	22	7	-									
P21	16	30	65	5	83	12	-	-									
P22	35	540	70	30	30	15	25	-									
P23	21	77	23	20	24	16	40	-									
P24	13	10	-	20	30	30	20	-									
P25	21	15	21	18	22	34	26	-									
P26*	14	-	-	33	33	33	-	-									

de les Balears (Tabla 3). En su clasificación y ordenación se usa también la nomenclatura del sistema CLEMAN (*World Register of Marine Species* / www.marinespecies.org. Gofas, 2010; Vicens, 2015. Tabla 3).

Los subestadios pleistocenos se observan con la nomenclatura establecida a partir de isóto-

pos de oxígeno (OIS-MIS 5e; OIS-MIS 5c-5a. Hillarie Marcel *et al.*, 1996; Rose *et al.*, 1999. Fig. 4) o equivalente (Eutirreniense-MIS 5e; Neotirreniense-MIS 5a. Cuerda, 1989

El registro recuperado se compara con registros litorales similares o equivalentes como los recogidos por Altaba (1993) en el parque

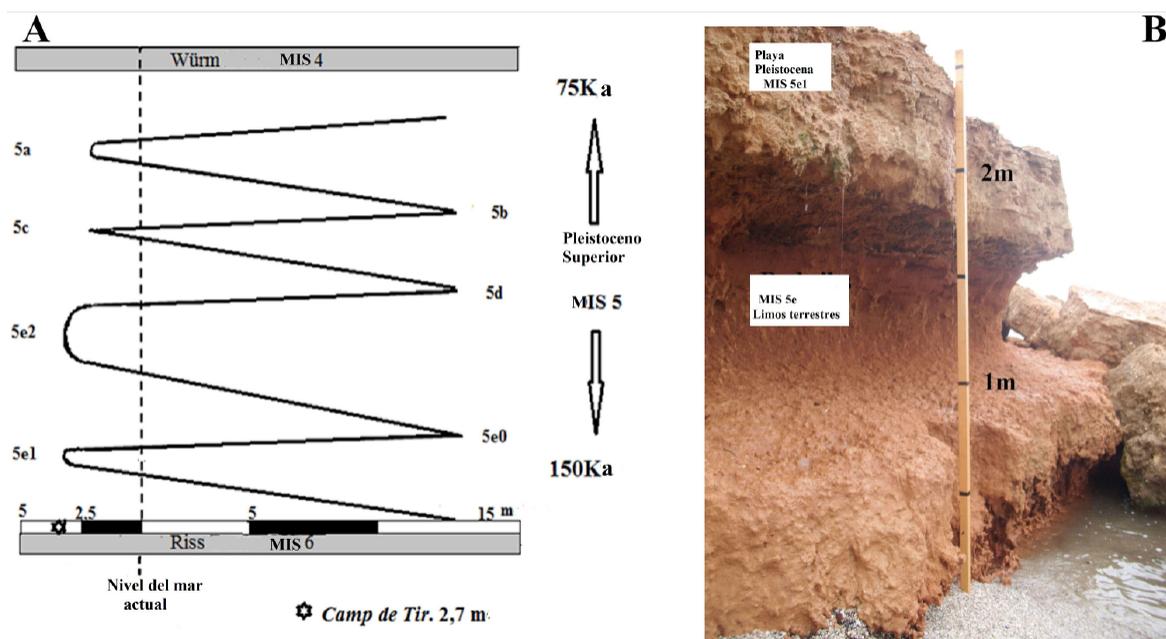


Figura 4. A. Curva eustática para el último interglaciario. Estadios y subestadios isotópicos según Hillarie Marcel *et al.* (1996) y Rose *et al.* (1999). B. Altura de la playa pleistocena MIS5e Camp de Tir (2,7m). Esta acumulación en un litoral muy subsidente de la bahía de Palma puede testimoniar un nivel marino para Pleistoceno Superior cercano o superior a los 4m.

Figure 4. A. Eustatic curve of the last interglacial period. Isotopic stages and sub stages according Hillarie Marcel *et al.* (1996) and Rose *et al.* (1999). B. Sea level of Camp de Tir (2,7m). These OIS 5e deposit in subsident littoral (Palma bay) testimony upper Pleistocene sea level already 4m.

Nacional marítimo terrestre de la isla de Cabrera, los estudiados por Valencia y Massutí (2004) para fondos de arenas finas, los de Fresneda *et al.* (1984), Peñas y Almera (2001), Belgacem *et al.* (2013) o Box *et al.* (2007) para fondos de *Posidonia oceanica* y *Caulerpa sp.* (Fig. 5) o los de Barceló *et al.* (1999) para fondos rocosos.

Los encuadres tectono sedimentarios y morfo estructurales de las bahías estudiadas se observan a partir de los estudios de Del Olmo y Álvaro (1984), Díaz del Río y Rey (1987), Díaz del Río *et al.* (1993), Ayala *et al.* (1994), Goy *et al.* (1997) o Palomino *et al.* (2009) y con los datos del subsuelo (Mateu, 1982; Colom, 1985; Benedicto, 1994). Todo se coteja con los mapas fisiográficos de las bahías de Palma y Alcudia (Proyecto Deeper, 2009; Díaz del Río *et al.*, 1993ab; Goy *et al.*, 1997; Palomino *et al.*,

2009) y con los del life *Posidonia projet* (Fig. 6). También se elabora un mapa fisiográfico de la bahía de Campos (Fig. 6) con los datos de Mateu *et al.* (2003). Los resultados de los muestreos se exponen en tablas (Tabla 1 a 4).

3. Resultados de las distintas investigaciones realizadas

3.1. Biodiversidad

En las acumulaciones estudiadas se han recogido y clasificado 111 especies de moluscos – sp (Tabla 3) aunque solo la mitad de ellas suponen más del 90% del material contabilizado. Casi todas (107 sp.) se documentan en la bahía de Alcudia. En la Bahía de Palma sólo se clasifican 49 sp. por la misma cantidad de muestras que en Alcudia mientras que en la bahía de Campos clasificamos 64 sp. sólo con

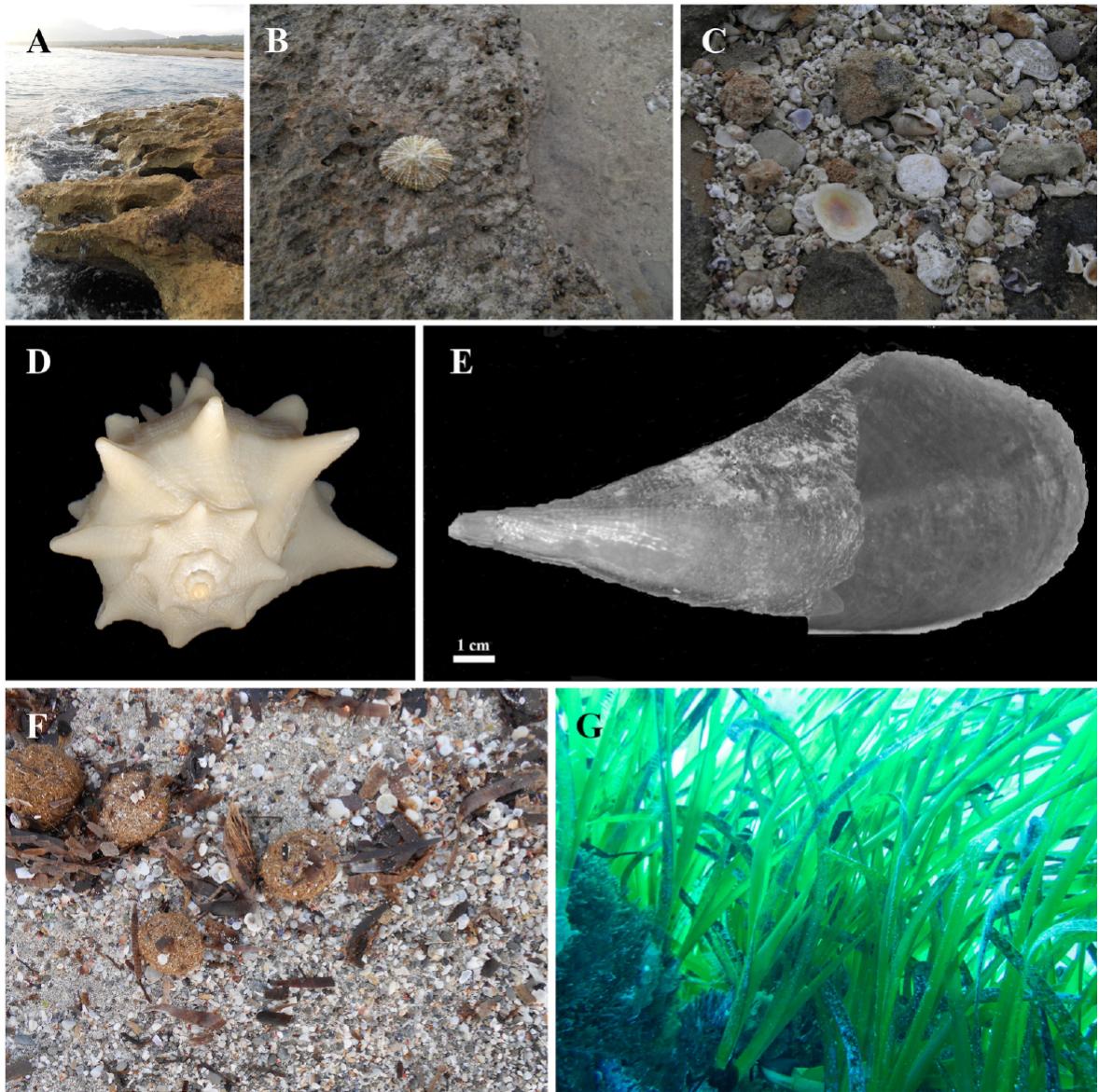


Figura 5. Comunidades de moluscos estudiadas A y B. Comunidad Supralittoral (Son Serra de Marina). C. Acumulación mixta (Restos de comunidades supra, meso e infralittoral). D. Gasterópodo (*Murex brandaris*) de fondo arenoso y mixto. E. *Pinna nobilis* (indicador de la salud y el grado de conservación de la pradera de *Posidonia oceanica*). F. Acumulación de *Posidonia oceanica* (Sa Ràpita) i G. Pradera original (Parc natural de Cabrera. Cortesía Dtr. Cabanellas-Reboredo).

Figure 5. Molluscs and communities studied. A and B. Supralittoral community (Son Serra de Marina). C. Mixed accumulation (Supra, meso and infralittoral accumulation). D. Gastropoda (*Murex brandaris*) sand and mixed bottom. E. *Pinna nobilis* (*Posidonia oceanica* grassland indicator). F. *Posidonia oceanica* accumulation (Sa Ràpita). G. Original *Posidonia* meadow (Natural Park of Cabrera. Dtr Cabanellas- Reboredo courtesy).

Tabla 3. Especies actuales clasificadas por bahías y frecuencia (Riedel, 1987; Cuerda, 1987). A. Muy abundante. B. Abundante variable. F. Frecuente. R. Rara. M. Muy rara. P. Palma. A. Alcudia. C. Campos. Listado de especies sobre World Register of Marine Species / www.marinespecies.org, Cuerda (1987) y Vicens (2015).

Table 3. Species on actual accumulation for a bays and frequency (Riedel, 1987; Cuerda, 1987). A. Very abundant. B. Variable. F. Frequent. R. Rare. M. Very rare. P. Palma. A. Alcúdia. C. Campos. List of species according to World Register of Marine Species / www.marinespecies.org, Cuerda (1987) and Vicens (2015).

Especies actuales								
<i>Arca noae</i>	A	PAC	<i>Timoclea ovata</i>	R	PA	<i>Hina sp</i>	F	A
<i>Barbatia barbata</i>	F	PAC	<i>Chamelea gallina</i>	R	PAC	<i>Erosoaria sp</i>	B	C
<i>Striarca lactea</i>	R	A	<i>Diodora gibberula</i>	R	A	<i>Rissoa sp</i>	F	A
<i>Glycymeris glycymeris</i>	A	PAC	<i>Emarginula huzardii</i>	R	AP	<i>Rissoa speciosa</i>	F	A
<i>Glycymeris sp</i>	R	A	<i>Fissurella nubecula</i>	R	PAC	<i>Rissoa guerini</i> .	F	A
<i>Mytilaster minimus</i>	F	A	<i>Patella careulea</i>	M	PAC	<i>Rissoa bilineata</i> .	R	AC
<i>Petricola litophaga</i>	R	AC	<i>Patella aspera</i>	B	PAC	<i>Rissoina bruguieri</i> .	R	A
<i>Modiolus barbatus</i>	R	PA	<i>Chiton olivaceus</i>	R	A	“ “ var minor	A	PAC
<i>Pecten sp</i>	M	AC	<i>Patella rustica</i> ’	B	PAC	<i>Odostomia sp</i>	R	A
<i>Chlamys sp</i>	M	C	<i>Smaragdia viridis</i>	F	PAC	<i>Yoldella sp</i>	M	C
<i>Spondylus gaedopus</i>	B	PAC	<i>Calliostoma miliaris</i>	R	A	<i>Bittium reticulatum</i>	A	PAC
<i>Anomia ephippium</i>	F	PAC	<i>Gibbula sp</i>	F	A	“ “ var jarentina	A	AC
<i>Lima lima</i>	R	A	<i>Gibbula turbinoides</i>	R	A	<i>Theridium vulgatum</i>	A	PAC
<i>Limaria loscombii</i>	R	A	<i>Gibbula ardens</i>	F	AC	<i>Thais haemastoma</i>	A	PAC
<i>Ostrea sp</i>	R	A	<i>Gibbula varia</i>	R	AC	<i>Cirsotrema sp</i>	R	A
<i>Mytilus sp</i>	R	PA	<i>Gibbula guttandauri</i>	B	PAC	<i>Ocenebra erinacea</i>	R	C
<i>Loripes lacteus</i>	B	PAC	<i>Monodonta articulata</i>	F	A	<i>Ocenebrina aciculata</i>	R	AC
<i>Pseudochama griphyna</i>	F	PAC	“ “ turbinata	B	PAC	<i>Murex trunculus</i>	F	PAC
<i>Chama griphoides</i>	B	PAC	<i>Jujubinus exasperatus</i> .	F	A	<i>Columbella rustica</i>	A	PAC
<i>Cardita calyculata</i>	R	A	<i>Jujubinus striatus</i> .	R	A	<i>Mitra sp</i>	R	AC
<i>Acanthocardia erinacea</i>	A	PAC	<i>Tricolia pulla</i> .	F	PAC	<i>Gibberula miliaria</i> .	F	AC
<i>Parvicardium sp</i>	R	AC	<i>Tricolia tenuis</i> .	F	AC	<i>Hyalina secalina</i> .	F	PA
<i>Cerastoderma glaucum</i>	B	PA	<i>Tricolia speciosa</i> .	F	PA	<i>Conus mediterraneus</i>	A	PAC
<i>Ensis sp</i>	F	PAC	<i>Litorina neritoides</i> .	B	PAC	„ „ var minor	A	PAC
<i>Tellina planata</i>	R	PA	<i>Setia semistriata</i> .	F	PAC	<i>Raphitoma philberti</i>	M	A
<i>Donax semistriatus</i>	B	PAC	<i>Littorina sp</i>	R	A	<i>Raphitoma equalis</i>	M	AC
<i>Donax venustus</i>	B	PAC	<i>Pentaloconchus sp</i>	F	PAC	“ “ linearis	M	A
<i>Donax trunculus</i>	B	PAC	<i>Turbona cimex</i> .	F	A	<i>Lemintina arenaria</i>	F	AC
<i>Venus verrucosa</i>	A	PAC	<i>Alvania montagui</i> .	F	AC	<i>Hyalina secalina</i>	R	A
<i>Dosinia lupinus</i>	F	PAC	<i>Alvania lactea</i> .	F	PA	<i>Turbonilla sp</i>	R	AC
<i>Dosinia exoleta</i>	B	PAC	<i>Alvania subcrenolata</i> .	R	AC	<i>Bulla striata</i>	R	AC
<i>Ruditapes decussates</i>	R	AC	<i>Dentalium sp</i>	R	AC	<i>Reusa sp</i>	M	C
<i>Solecurtus strigilatus</i>	R	PA	<i>Turboella sp</i>	R	A	<i>Chauvetia minima</i>	R	PA
<i>Venerupis sp</i>	R	PA	<i>Mitrella scrupta</i>	R	C	<i>Bithinella sp</i>	M	A
<i>Mactra coralina</i>	B	PAC	<i>Haliotis lamellosa</i>	F	PAC	<i>Coralliophora sp</i>	M	AC
<i>Pinna nobilis</i>	R	A	<i>Sepia officinalis</i>	A	PAC	<i>Pleusomoides</i>	N	A
<i>Nucula sp</i>	M	A	<i>Theridium rupestre</i>	R	AP	<i>Epitonium sp</i>	R	A
<i>Calliostoma sp.</i>	R	A	<i>Lepidopleurus sp</i>	R	A	<i>Cypraea sp</i>	R	PA

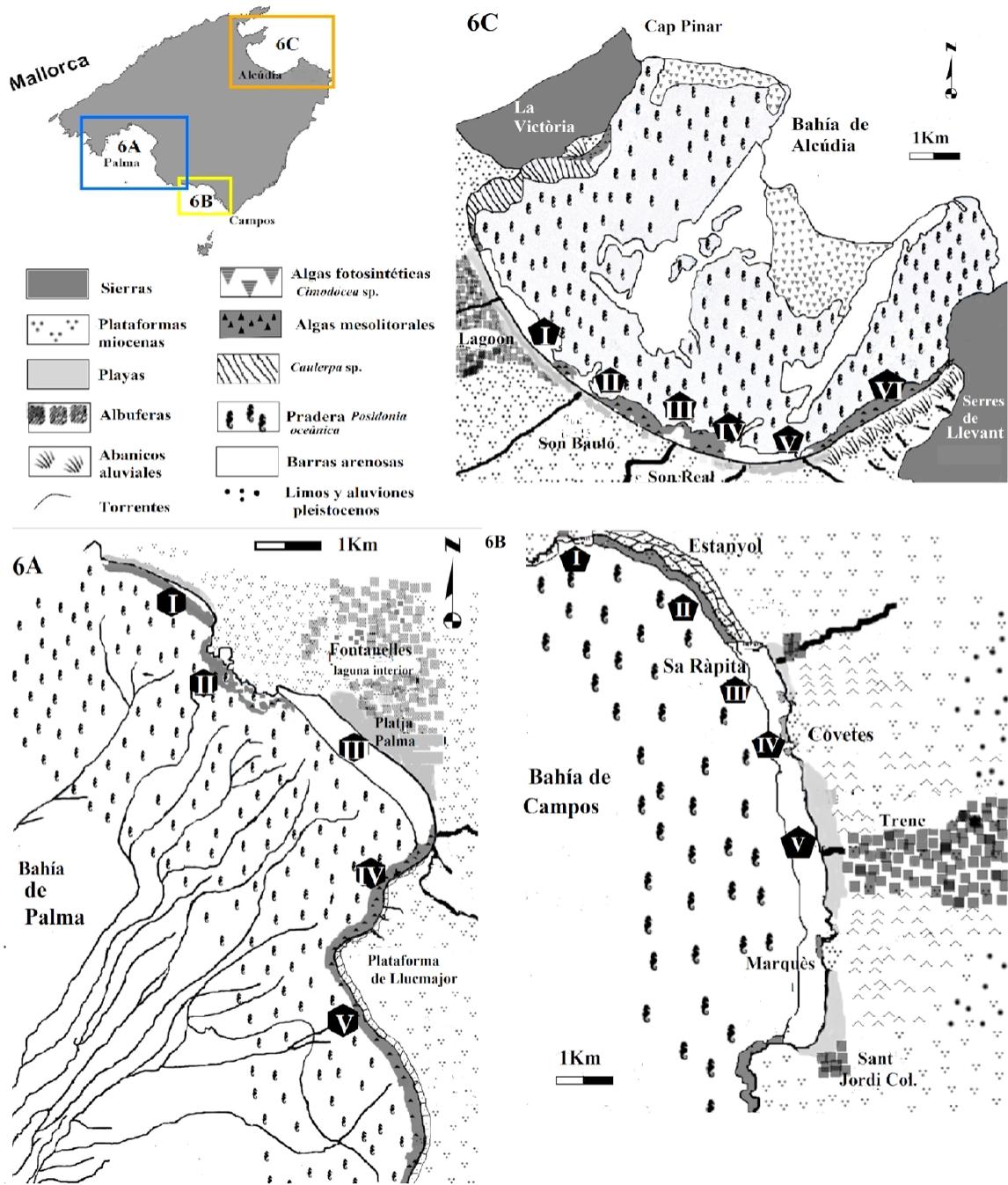


Figura 6. Mapas fisiográficos: A) Bahía de Palma. B) Bahía de Campos C) Bahía de Alcúdia (Proyecto Deeper, 2009; Díaz del Río *et al.*, 1993ab; Goy *et al.*, 1997; Palomino *et al.*, 2009; Mateu *et al.*, 2003) Comunidades litorales y zonación geomorfológica (zonas I. II. III. IV. V. VI. Playa, costa baja, acantilados etc.) de acuerdo con la Tabla 2 y Tabla 3.

Figure 6. Physiographic maps: A) Palma bay. B) Campos bay and C) Alcúdia bay. (Proyecto Deeper, 2009; Díaz del Río *et al.*, 1993ab; Goy *et al.*, 1997; Palomino *et al.*, 2009; Mateu *et al.*, 2003). Coastal communities and geomorphological zones (I. II. III. Etc. Beach, low coast, cliff, etc.) according Table 2 and Table 3.

la mitad de muestras. Así la bahía de Palma muestra una media de especies por acumulación baja (17,7 sp) respecto de Alcúdia (20 sp) o Campos (21sp).

De las 42 estaciones muestreadas 14 corresponden a litorales arenosos (16,3 sp .de media por muestra. Tabla 1) y 11 a litorales más rocosos (17.1 sp. de media). Las estaciones con más taxones de media (27sp.) son las situadas en costa baja con pequeñas playas (mixtos). Las acumulaciones más biodiversas son *Sa Ràpita* (35 sp.) para la bahía de Campos, *Las Rocas* (29 sp.) para la bahía de Palma y *Son Bauló* (64 sp.) para Alcúdia. Todas corresponden a los extremos de las barras arenosas colindantes con costa rocosa baja y todas cuentan con una importante contribución de la Comunidad Infralitoral (Com-IC). Las únicas acumulaciones de la comunidad litoral arenosa (Com-MA) que igualan o superan las citadas por Valencia y Massutí (24 sp.) son *Las Rocas* (29 sp), *Na Borges* (24 sp) y *Sa Ràpita* (35 sp) todas en extremos de barras arenosas y con importante aportación de la Com-I (Tabla 1. Fig. 6).

Ninguna acumulación con restos de las asociaciones mesolitorales rocosas iguala al registro de Barceló *et al.* (1999. 33 sp.) si no es contabilizando también las especies infralitorales presentes en las estaciones muestreadas. Los registros actuales de *Son Bauló* (64 sp.), los más biodiversos de los estudiados, solo contienen las 2/3 partes del citado por Fresneda *et al* (1984) para la comunidad muerta infralitoral. El registro fósil de *Son Bauló* (81 sp. Morey, 2008) se acerca más a estas cifras.

La biodiversidad de las 10 acumulaciones situadas en lugares menos urbanizados (Tabla 6) es de 20,1 sp. de media frente a las 13 sp. de media de las presentes en los lugares más antropizados (Tablas 4 y 5). En estos últimos solo dos acumulaciones superan las 20 sp. (*S'Estanyol*, 21 sp. y *Las Rocas*, 20 sp.) todas con restos infralitorales.

El registro del Pleistoceno Superior comprende de cerca de 300 sp. (Cuerda, 1987; Vicens, 2015; Morey, 2008; 2020) y muestra mayor paleodiversidad que el registro actual (Tablas 4 y 5). La diversidad del registro fósil es mayor en Palma que en Alcúdia (49, 5 sp. por 40 sp. de media) y muy baja en Campos (22 sp. de media por yacimiento. Tablas. 4 y 5). En la bahía de Campos sólo se ha localizado un yacimiento muy rico en especies y contiene mucha fauna infralitoral (*Sa Ràpita-Amarador*. 44 sp. Morey, 2008).

3.2. Estado de conservación

Los restos mejor conservados pertenecen a las Com-SP (Supramesolitoral) y Com-MA y lo son aún más los recogidos en puertos y calas cerradas (Molinar, 90%; Cala Gamba, 88%. Tabla 1).

El porcentaje de material bien conservado en el centro de las barras arenosas duplica al recogido en la costa rocosa baja. Los restos de la Com-I en las zonas arenosas (*Las Rocas*, *Es Morters*, *Na Borges*. Tabla 1. Tabla 6) se encuentran también en mejor estado de conservación que los recogidos en las costas rocosas. La Com-MR se encuentra en casi el mismo estado de conservación que las Com-MA cercanas.

Por bahías, Campos es la que muestra un material peor conservado mientras que el material recogido en Alcúdia se muestra en peor estado de conservación que el de la bahía de Palma.

3.3. Distribución de las comunidades

La Com-SP se acumula en la costa rocosa baja con poca sedimentación (*Pas des Verro* —50%, *Ca'n Picafort*— 40%. Tabla 1). En las playas solo aparece cerca de alguna roca esporádica. La Com-MA se deposita en las playas centrales cerca de la comunidad madre (*Ca'n Pastilla*, 98%; *Alcúdia*, 84%. Fig. 6) mientras la Com-MR se deposita lejos de las barras arenosas (*Cementiri Fenicis*, 70%; *Covetes*, 50%; *Son Serra*,

Tabla 4. Porcentaje de individuos según talla (diámetro). Actuales. D entre 3-6 cm de diámetro. Cm. 1-3 centímetros. mm. Menos de un centímetro. Gris y negrita yacimientos o sedimentación pleistocena. G Gran talla + de 6 cm. (Datos: Colecciones Cuerda y Muntaner. Morey 2008. y trabajo de campo).

Table 4. Percentage size (diameter) of specimens. Actual. (C is 3-6 cm- diameter. Cm is 1-3 cm. m is 0.1-1 centimeter). Column in gray Pleistocene outcrops. G + de 6 cm. (Cuerda and Muntaner collections data. Morey 2008. Personal data).

Localidad	D	cm	mm	G	D	cm	mm	Local.	C	cm	mm	G	D	cm	mm
<i>Molinar</i>	-	-	-	26	64	10	-	<i>A. Casat</i>	6	43	51	-	2	37	61
<i>Las. Rocas</i>	14	34	52	18	37	26	19	<i>Son Real. T</i>	2	69	23	20	40	30	10
<i>Cala Gamba</i>	37	56	7	2	30	38	30	<i>Son Serra. P</i>	7	24	69	33	40	27	-
<i>C. de Tir. 1,8m</i>	32	40	28	20	45	30	5	<i>S' Anegat</i>	23	46	31	2	10	60	28
<i>Es Carnatge</i>	23	42	35	5	69	19	7	<i>Na Borges. T</i>	28	60	12	20	46	34	-
<i>La Pineda</i>	11	54	35	-	9	60	31	<i>Sa Canova</i>	25	63	14	-	50	50	-
<i>Cova Gata</i>	-	74	26	-	7	33	60	<i>S' Esquerda.</i>	-	-	-	5	45	45	5
<i>Ca'n Pastilla</i>	44	46	10	10	35	33	22	<i>Calestret</i>	15	85	-	-	34	44	22
<i>Arenal</i>	60	40	-	-	-	-	-	<i>S. S. Marina</i>	80	20	-	4	30	43	23
<i>Es Fornàs.</i>	-	60	40	23	30	27	20	<i>A. Colom</i>	10	47	43	-	47	53	-
<i>C. Blava. Orenol</i>	-	50	50	-	30	40	30	<i>C. Camps</i>	6	32	62	-	10	40	50
<i>S. Lleonardes</i>	13	65	22	-	15	49	36	<i>Sa Cugussa</i>	12	34	54	-	28	44	28
<i>Cala Vella</i>	5	48	47	40	40	20	-	<i>Racó Arena</i>	15	60	25	-	-	50	50
<i>Sa Fossa</i>	-	26	74	-	18	48	34	<i>Son Bieló. Pta</i>	22	48	30	-	18	64	16
<i>Pas d Verro</i>	-	-	-	-	22	54	24	<i>Ràpita. Port</i>	-	28	72	-	8	69	23
<i>Pas de Sa Senyora</i>	-	-	-	-	25	50	25	<i>Es. Morters</i>	48	32	20	-	40	42	18
<i>C. Tir. 3m?(2m)*</i>	-	-	-	18	40	39	3	<i>Ses Covetes</i>	20	80	-	25	43	22	10
<i>Carnatge 5a</i>	23	42	35	-	21	43	36	<i>Covetes. Freu.</i>	-	56	44	5	36	32	27
<i>Son Mosson</i>	30	43	27	-	14	56	30	<i>Perengons</i>	-	2	98	-	-	50	50
<i>Na Patana</i>	9	32	59	-	19	36	45	<i>Platja Dolç</i>	-	22	78	-	-	-	-
<i>Cem. Fenicis</i>	33	66	-	-	14	44	42	<i>Trenc</i>	32	20	48	33	50	17	-
<i>Platja Alcúdia</i>	22	70	8	-	-	-	-		C	cm	m	G	C	cm	m
<i>Media</i>									18	47	37	8	29	41	22

Tabla 5. Porcentaje de comunidades presentes en el registro del Pleistoceno Superior (Eu i Neotirreniense) y actual. Comunidades (M. Mesosupralitoral. A. Mesolitoral arenosa. R. Mesolitoral. Rocosa. I. Infralitoral).

Table 5. Average. Upper Pleistocene (MIS5e, MIS-5a) and actual accumulations and communities to present. Communities (M. Mesosupra littoral. A. Mesolittoral. Sand. R. Mesolittoral. Rock. I. Infralittoral.).

	5e	5e	5e	5e	5a	5a	5a	5a	Act	Act	Act	Act.
Com.	M	A	R	I	M	A	R	I	M	A	R	I
<i>Palma</i>	4,5	56	16	11	11	44,4	15,8	25,8	10,8	39	16,2	26,4
<i>Alcúdia</i>	10	35	25	18	11	22	37,5	27,9	15,3	27,3	22,7	35,1
<i>Campos</i>	15	45	34,5	5	6	22,5	23,5	46	15,1	31,3	25,8	28,3
Total	8,5	48	23	11	10	33,5	23,5	31,3	12,1	35,8	20,3	29,5

Tabla 6. Estado de conservación y cantidad de especies clasificadas por acumulación y acumulaciones importantes (+ de 20 sp) según litoral (Virgen/Urbanizado; Arenoso/ Rocoso cercanía la pradera de *Posidonia oceanica*).

Table 6. State of conservation, Biodiversity (number of species classified by accumulation) and significative accumulation (+ 20 sp) our littoral (virgin urban zone. Sand and Rock our meadow *Posidonia oceanica* proximity).

Los 10 lugares estudiados	% Conservación	Nº. Especies	+20 sp
Menos urbanizados	47,5	21,1	6
Más urbanizados	75	13,5	2
Arenosos	80	16,3	2
Rocosos	42	17,1	7
Com. Infralitoral. cercana	54	27	9

46%; *S'Estanyol*, 35%; *Camp de Tir* 37%. Tabla 1. Fig. 5. Fig. 6). Los restos de las Com-I se depositan en todos los ambientes sedimentarios estudiados pero más en los extremos de las barras arenosas y/o en costa rocosa baja o mixta cerca la pradera de *Posidonia* (Fig. 5. Fig. 6. *Sa Fossa*, 61%; *Caló des Camps y Estanyol*, 60%; *Cala Vella y Arenal den Casat* 53%; *Las Rocas*, 50%; *Carnatge*, 47%).

3.4. Comparación entre el registro del Pleistoceno Superior marino y el actual

La Com-SP se mantiene en la misma proporción o aumenta ligeramente desde el último interglaciario. La Com-I pasa de contribuir en un 11% de conchas en el Eutirreniense (135.000 años) a un 30% en la actualidad (Tabla 5). Donde más registro se echa a faltar con respecto al Pleistoceno Superior es en la Com-MR con más presencia hoy de especies generalistas (presentes en más tipos de ambientes. *Thais haemastoma*, *Arca noae*, *Spondylus gaedopus*, *Columbella rustica* 70% del registro) y sin muchas ya de las especies citadas por Cuerda (1987) en el registro fósil.

4. Discusión

4.1. Sobre biodiversidad

El 90% de los macrorestos bióticos clasificados se pueden encuadrar en las 4 principales

comunidades de moluscos litorales contempladas por Cuerda (1987) según batimetría y substrato (Supramesolitoral-SP, Mesolitoral de fondo arenoso-MA o rocoso-MR e Infralitoral-CI propia de *Posidonia oceánica*. Fig. 3). Al comparar el registro estudiado con el de Altaba (1993) en Cabrera (169 sp.) o con el de la colección Garcies Font (Pons y Sureda, 1995. 160 sp.) se concluye que la biodiversidad constatada es normal-baja en Alcúdia, y muy baja en Palma siendo baja en general con solo un 70% de las especies esperadas. Es lógico que los fondos de Cabrera sean más biodiversos y por consiguiente lo sea también lo recogido en sus playas sin embargo las cifras aportadas por Altaba nos parecen exageradas respecto al registro clasificado en este estudio.

Los restos bióticos más biodiversos son los recogidos en lugares de costa rocosa baja con pequeñas playas y con importante registro de la Com-I (24.4sp de media) evidenciando con ello también que una mayor diversidad geomorfológica supone también mayor biodiversidad.

De igual manera las únicas acumulaciones de la Com-MA que igualan o superan las citadas por Valencia y Massutí (24 sp.) son *Las Rocas* (29sp), *Na Borges* (24 sp) y *Sa Ràpita* (35sp) todas ellas en extremos de barras arenosas y con importante aportación de la Com-I (Tabla 1. Fig. 5).

Observar al respecto que los rizomas de *Posidonia oceanica* actúan como trampa sedimentaria aumentando la diversidad en los restos muertos (Fresneda *et al.*, 1984; Box *et al.*, 2007). Así, en los mapas (Figs. 2. Fig. 6) se indica la situación de estas acumulaciones que son también las más biodiversas siendo Son Bauló el lugar más representativo (64 sp). Aun así, tampoco ninguna acumulación Com-MR iguala al registro de Barceló *et al.* (1999. 33sp) a no ser con la aportación de restos infralitorales.

El hecho de que el registro fósil sea más diverso que el actual (Tablas 2 y 5) se explica por ser éste resultado de sedimentaciones que representan intervalos temporales a menudo más largos y sin influencia antrópica y por el hecho también de que la temperatura del agua en el MIS5 fuera más elevada que en la actualidad (Hillarie Marcel *et al.*, 1996).

El aumento de la Com-I a medida que avanza el Pleistoceno se relaciona con la disminución de la temperatura del agua que favorece la expansión de las praderas de *Posidonia oceanica* (Morey, 2008; Jordà *et al.*, 2012). El aumento de la Com-MA respecto de la Com-MR a medida que avanza el Pleistoceno y hasta la actualidad se interpreta como indicador de la subsidencia que experimentan los sectores estudiados tal y como hace Spano (1993) en Cerdeña. Las zonas con registros del Pleistoceno Superior marino con más presencia de la Com-MR en entornos actuales con sedimentación arenosa (Morters. Zona III Bahía de Campos; Son Real. Zona IV Bahía de Alcúdia. Fig. 6) se consideran indicios de subsidencia de la zona estudiada.

4.2. Sobre estado de conservación

Si los restos de la Com-MR se observan tan conservados como los de la Com-MA se puede deber a la dureza de la concha de los

gasterópodos frente a la fragilidad de los lamelibranquios arenosos (Cuerda, 1987). Los restos de la Com-I se muestra siempre peor conservada evidenciando con ello ser la comunidad más transportada (Hernández Molina *et al.*, 2000; Sara, 1985. Tabla 5; Tabla 6. Fig. 5. Fig. 6). Corroborando esta afirmación las estaciones con material mejor conservado son en su gran mayoría puertos y pequeñas calas muy cerradas (Molinar, 90%; Cala Gamba, 89%. Tabla 1. Fig. 1 y 3).

El material recogido en la bahía de Alcúdia se muestra peor estado de conservación que el de Palma quizás por la fuerte incidencia del viento del N-NE (Viedma, 2002; Servera, 2004). El peor estado de conservación del material recogido en la bahía de Campos también puede ser debido a que esta sea una bahía más abierta (hidrodinamismo costero más intenso. Fig. 1). La bahía de Palma se muestra luego como la bahía más protegida (influencia de la geomorfología - menor hidrodinamismo costero).

El porcentaje de conservación del material en las playas vírgenes es superior al 80% pero baja a sólo el 45-50% en las zonas con más presión antrópica (Palma. Alcúdia. Tabla 5. Fig. 7) confirmando las observaciones de Cendrero *et al.* (2005); Dolbert *et al.* (2007); Borja *et al.* (2009a, 2009b) al respecto.

No hay demasiadas diferencias entre el estado de conservación del material fósil y el actual cercano (Tablas 1 y 3) hecho que se interpreta porque se estudian zonas muy litorales y de baja energía y porque parte del material fósil se estudia a partir de colecciones (puede que seleccionado). El material de los yacimientos MIS-5e. Eutirrenienses se halla en mejor estado que los Neotirrenienses MIS-5a. Ello se interpreta por que los restos MIS-5e están formados por más proporción de especies mesoinfralitorales (mejor conservadas) y por la supuesta estabilidad climática en el MIS-5e frente al MIS-5a éste último con varias



Figura 7. A). Mantenimiento de la playa de Son Serra- Sa Canova. 1. Pleistoceno Superior. 2 y 3). Deposición actual de *Posidonia oceanica* y de restos de la comunidad mesolitoral arenosa. 4). Arena traída de manera artificial y montones (5) de restos de *Posidonia oceanica* apartados con maquinaria. B) Gestión de la playa de Cala Llombards con maquinaria pesada.

Figure 7. A) Management Son Serra beach- Sa Canova. 1. Upper Pleistocene. 2 and 3. *Posidonia oceanica* recent deposition with mesolitoral accumulations - 4- and artificial *Posidonia oceanica* outcrop- 5. B) Cala Llombards management (heavy machine).

transgresiones y regresiones marinas rápidas y/o con clima más variable (Morey, 2008; Spano, 1993).

4.3. Apuntes de Geomorfología y Tectónica. Encuadramiento tectónico de las bahías

La sedimentación de las acumulaciones actuales y las del Pleistoceno Superior casi en los mismos sectores litorales y la gran autotonia detectada en ellas permite describir la evolución de las zonas de estudio desde el último interglaciar.

Así se diferencian:

- Zonas sin sedimentación actual ni fósil. Acantilados en los últimos 150.000 años.
- Zonas con registro fósil tierra adentro. Antiguo litoral pleistoceno. (Cuerda, 1975).
- Zonas con sedimentación fósil y actual con misma significación ambiental (A, a. fondo arenoso; R, r. rocoso. X, x. Fondo mixto. Mapas Fig. 6. Fig. 8).

- Zonas rocosas bajas con poca sedimentación actual respecto de su registro fósil, este además mayoría de fondo arenoso: Este y centro de Palma (*Cala Vella, Camp de Tir, La Pineda*); Oeste de Campos (*S'Estanyol, Sa Ràpita, Ses Covetes*) y *Caletret* (Alcúdia). Playas fósiles elevadas (bajada del nivel marino superior a la subsidencia. Morey, 2008).
- Zonas con registro fósil de fondo rocoso y actual más propio de fondo arenoso (*Morters de Sa Ràpita*). Subsidencia reciente. Se observa en líneas generales en todo el registro estudiado.

Si se comparan los ambientes sedimentarios aquí definidos con los encuadros tectónicos propuestos para las tres bahías estudiadas se observa que los condicionamientos de dirección ESE-WNW señalados por Del Olmo y Álvaro (1984ab) (mismas direcciones que los esfuerzos observados por Céspedes *et al.*, 2001) encuadran las bahías respecto del resto de estructuras de la isla (Sierra de Tramuntana y plataformas miocenas. Fig. 8).

En Palma la falla de Cala Gamba-Cala Estancia condiciona la zona más subsidente. Palomino *et al.* (2009) detectan procesos tectónicos en el centro-levante de la bahía en forma de canales y escarpes de falla con un alto central erosivo y basculado que divide la bahía en dos unidades morfológicas tal y como se observa en superficie (trazado de Cala Estancia, Son Ferriol, Pontiró, torrente-falla de Santa Eugènia, torrente de Vinagrella-Albufera de Alcudia: Morey, 2020). El registro sedimentario tanto actual como fósil corrobora esta división mostrando sedimentación distinta (Costa arenosa-

Fontanelles /costa rocosa-Camp de Tir. Morey, 2008. T1). Igual las cuencas interiores de Inca y Porreres muestran clara subsidencia o basculamiento S-SE extrapolable a las bahías adyacentes de Palma y Campos (Fig. 8).

En resumen, los condicionamientos propuestos (Fig. 8) se orientan igual que la Plataforma balear (Acosta *et al.*, 2002), delimitan los ambientes litorales observados en cada bahía, resaltan el paralelismo observado entre estas y las cuencas interiores y explican también la distribución de los terrenos y altiplanos cen-

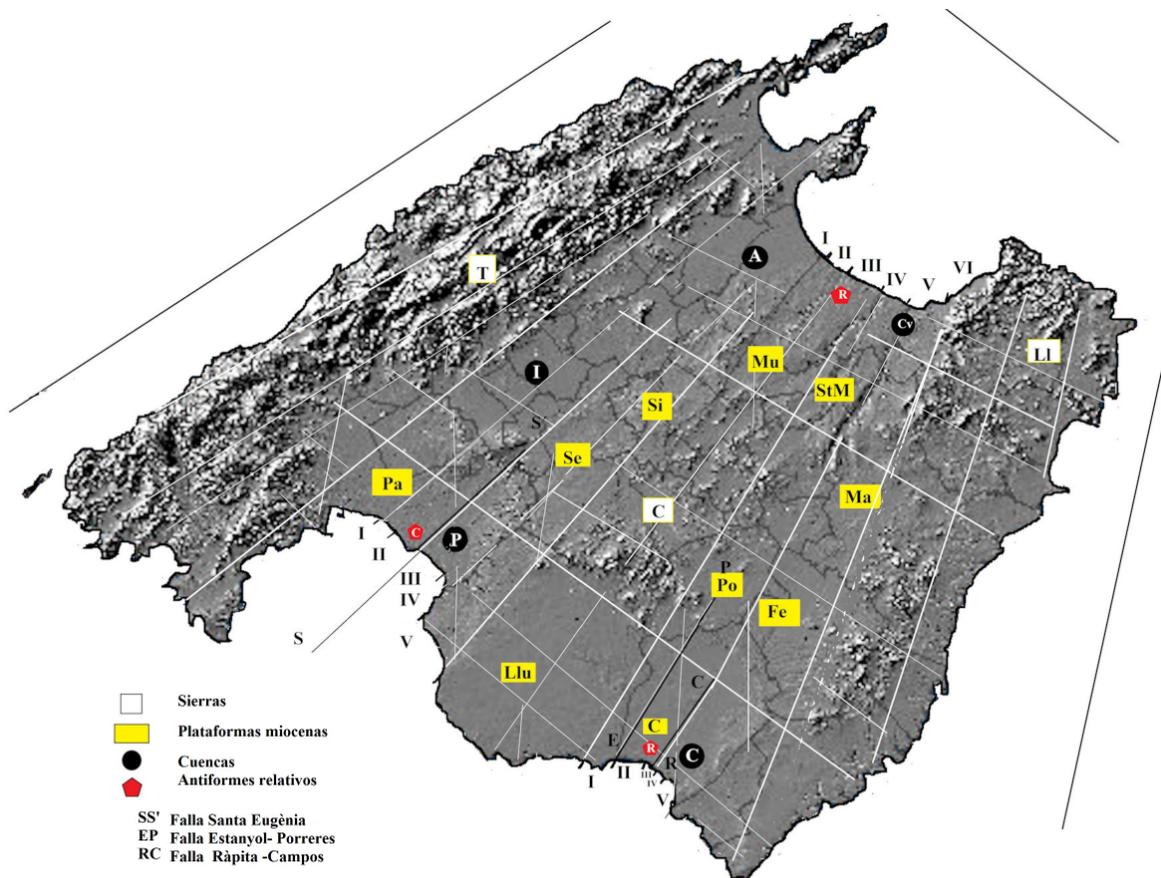


Figura 8. Control morfo- estructural de las bahías estudiadas (Morey, 2020). **Sierras:** T. Tramuntana. LI. Llevant. C. Central. **Plataformas y antiformes miocenos:** Palma- Caülls; Se. Sencelles; Si. Sineu; Mu. Muro; StM. Santa Margalida; Ma. Manacor; Po. Porreres; Fe. Felanitx; Llu. Llucmajor; C. Campos. **Cuencas:** P. Palma. I. Inca. A. Alcúdia. C. Campos. Ca. Canova. **Pequeños antiformes en el centro de las bahías (relativos).** C. Carnatge. R. Ràpita. Re. Son Real.

Figure 8. Morphostructural bays control to observed (Morey, 2020): **Ranges:** T. Tramuntana. LI. Llevant. C. Central. **Miocene platforms- antiforms:** Palma- Caülls; Se. Sencelles; Si. Sineu; Mu. Muro; StM. Santa Margalida; Ma. Manacor; Po. Porreres; Fe. Felanitx; Llu. Llucmajor; C. Campos. **Basins:** P. Palma. I. Inca. A. Alcúdia. C. Campos. Ca. Canova. **Central bay small antiforms:** C. Carnatge. R. Ràpita. Re. Son Real.

trales de la isla. Todo prueba y es testimonio de un relieve delimitado por direcciones SE-NW y SW-NE aún marcando la estructuración alpina de la isla. La distensión posterior se observa aún condicionada por esta afectando al registro mioceno post-tectónico, al registro plioceno (aluviones, playas y dunas) y en consecuencia también al registro posterior o pleistoceno (Morey, 2017; Morey, 2020).

5. Conclusiones

Las acumulaciones de restos bióticos litorales (95% de conchas de moluscos) presentes en las principales bahías de Mallorca pertenecen en su gran mayoría a 4 comunidades litorales mayoritarias todas presentes en dos ambientes sedimentarios principales:

- Playas y barras arenosas. Comunidad mesolitoral cercana e infralitoral.
- Costa rocosa baja. Comunidad mesolitoral de fondo rocoso, supramesolitoral e infralitoral.

En las playas el porcentaje de material bien conservado duplica al de la costa rocosa baja siendo la comunidad infralitoral la peor conservada al ser también la más transportada. El estado de conservación de los restos en los sectores vírgenes duplica al registrado en los sectores más urbanizados.

La biodiversidad actual se considera normal-baja siendo más alta en los ambientes mixtos (playa-roca), en los extremos de las barras arenosas (comunidad infralitoral) y en los lugares menos urbanizados.

La comunidad mesolitoral disminuye así como avanza el Pleistoceno Superior respecto de la infralitoral, hecho que se asocia a la expansión de las praderas de *Posidonia oceánica*. La comunidad mesolitoral arenosa se impone hoy a la comunidad mesolitoral rocosa, hecho

que se relaciona con la subsidencia que experimentan las bahías estudiadas.

Los ambientes sedimentarios definidos se relacionan con las fallas que estructuran las bahías y las plataformas miocenas que las encuadran y también con las cuencas interiores hecho que las relaciona tectónicamente entre sí. Todo convierte al estudio de los restos bióticos en una herramienta válida, sencilla y económica para observar el estado en que se encuentra un litoral de acumulación y los cambios ambientales y geomorfológicos que este experimenta.

Agradecimientos

Al Prof. Dr. G. X. Pons por sus sugerencias y facilitarnos el acceso a las colecciones de la Societat d'Història Natural.

Bibliografía

- Acosta, J., Canals, M., López Martínez, J., Muñoz, A., Herranz, P., Urgeles, R., Palomo, C., Casamor, J. L. (2002). The balearic promontory geomorphology (Westen Mediterranean): morphostructure and active processes. *Geomorphology*, 49, 177-204. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(02\)00168-X](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00168-X)
- Aguirre, J., Yesares, J. (2003). Tafonomía y análisis secuencial del Plioceno inferior en el sector de la cuenca de Almería-Níjar (SE de España). *Rev. Esp. Paleontología*, 18,1, 61-62. <https://doi.org/10.7203/sjp.18.1.21634>
- Albano, P. G., Sabelli, B. (2011). Comparison between death and living molluscs assemblages in a Mediterranean infralittoral off-shore reef. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 310 (3-4), 206-215. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2011.07.012>
- Altaba, C. R. (1993). Els mol·luscs, catàleg preliminar. In Alcover J.C., Ballesteros, E., Fornós, J. J (eds). *Història Natural de l'arxipèlag de Cabrera*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 2, 589-596.
- Ayala, C., Pous, J., Sabat, F., Casas, A., Rivero, L., Gelabert, B. (1994). Modelización gravimétrica de la Isla de Mallorca. *Rev. Esp. Paleontología*, 7, 3-4, 215-227.

- Barceló, R., Flexas, J., Gulias, X., Moreno, J. L. (1999). Contribució al coneixement de la flora i fauna dels fons marí de Cala Rrafaubeitx (SW. Mallorca). *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 42, 25-44.
- Barnolas *et al.* (1991). Memorias del mapa Geológico de Mallorca. *Inst. Geo. Min.* Madrid.
- Belgacem, W., Langar, H., Pergent, G., Ben Hasine, O. K. (2013). Associated mollusc communities of a *Posidonia oceanica* meadow in Cap Zebib (North East Tunisia). *Aquatic botany*, 104, 170-175. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2011.09.012>
- Benedicto, E. (1994). Evolución tectonosedimentaria de la Cubeta de Inca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 37, 15-35.
- Bianchi, C. N., Morri, C. (2000). Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Marine Pollution Bulletin*, 40, 5, 367-376. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(00\)00027-8](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00027-8)
- Borja, A., Miles, A., Occhipinti-Ambrogi, A., Berg, T. (2009)a. Current status of macroinvertebrate methods used for assessing the quality of European marine waters: implementing the Water Framework Directive. *Hydrobiologia*, 633, 1, 181-186. <https://doi.org/10.1007/s10750-009-9881-y>
- Borja, A., Muxika, I., Rodríguez, J. G. (2009)b. Paradigmatic responses of marine benthic communities to different anthropogenic pressures, using M-AMBI, within the European Water Framework Directive. *Marine Ecology*, 30, 214-227. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.2008.00272.x>
- Bouchet, P., Lozouet, P., Maestrati, P., Heros, V. (2002). Assessing the magnitude of species richness in tropical marine environments: exceptionally high numbers of molluscs at a New Caledonia site. *Biological Journal of the Linnean Society*, 75, 421-436. <https://doi.org/10.1046/j.1095-8312.2002.00052.x>
- Box, A., Deudero, S., Pons, G. X., Blanco, A., Sàrriera, P., Cabanellas Reboledo, M. (2007). Contribució al coneixement dels mol·luscs associats a praderies de Caulerpals a Mallorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 50, 115-125.
- Céspedes, A., Giménez, J., Sabat, F. (2001). Caracterización del campo de esfuerzos neógenos en Mallorca mediante el análisis de las poblaciones de fallas. *Geogaceta*, 30, 199-202.
- Colom, G. (1985). Estratigrafía y Paleontología del Andalucense y del Plioceno de Mallorca (Balears). *Bol. Geo. Min.*, 96, 3, 235-302.
- Covazzi Harriage, A., Bianchi, C. N., Albertelli, G. (2006). Soft-bottom macrobenthic community composition and biomass in a *Posidonia oceanica* meadow in the Ligurian Sea (NW Mediterranean). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 70,1-2, 251-258. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2005.10.017>
- Cuerda, J. (1987). Moluscos marinos y salobres del Pleistoceno Balear." *Sa Nostra*", Palma, 420 pp.
- Cuerda, J. (1989). Los tiempos Cuaternarios en Balears. *Inst. Estud. Baleáricos*, Palma, 304 pp
- 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, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.09.022>
- Del Olmo, P., Álvaro, M. (1984). Control estructural de la sedimentación neógena de Mallorca. *Actas I Cong. Geol. Esp*, 3, 219-228.
- Díaz del Río, V., Rey, J. (1987). La tectónica reciente en la Bahía de Palma (Balears) y sus implicaciones morfoestructurales. *Bol. Geo. Min.* 98, 342-348.
- Díaz del Río, V., Somoza, L., Goy, J. L., Zazo, C., Rey, J., Hernández Molina, F. L., Mateu, G. (1993ab). Estudio fisiográfico de las Bahías de Palma y Alcúdia (Mallorca, España). Mapa fisiográfico de la Bahía de Palma y memoria. *Bol. Geo. Min.* 158, 123-149.
- Dolbeth, M., Ferreira, Ó., Teixeira, H., Marques, J. C., Dias, J. A., Pardal, M. (2007). Beach morphodynamic impact in a macrobenthic community along a subtidal depth gradient. *Marine Ecology Progress Series*, 352, 113-124. <https://doi.org/10.3354/meps07040>
- Dyke, A. S., Dale, J. E., McNeely, R. N. (1996). Marine molluscs as indicators of environmental change in glaciated North America and Greenland during the last 18 000 Years. *Geographie physique et Quaternarie. Les Presses de l'Université de Montréal*, 50, 2, 125-184. <https://doi.org/10.7202/033087ar>
- Fallot, P. (1922). Etude geologique de la Sierra de Majorque (Iles Balears). Tesis. Paris-Lieja. 480 pp.
- Finkl, C.W. (2004). Coastal classification: Systematic approaches to consider in the development of a comprehensive system. *Journal of Coastal Research*, 20, 1, 166-213. [https://doi.org/10.2112/1551-5036\(2004\)20\[166:CCSATC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2112/1551-5036(2004)20[166:CCSATC]2.0.CO;2)
- Fornós, J. J. (1983). Estudi sedimentològic del Miocè Terminal de l'illa de Mallorca. Memòria de Tesis. UIB. 228pp.

- Fresneda, M. Acuña, J. D., Boronat, J. (1984). Asociaciones malacológicas vivas y muertas de 3 unidades bionómicas de la Cala Portichol (Alicante. España). *Mediterránea*, 3, 65-89.
- Garilli, V. (2011). Mediterranean Quaternary interglacial molluscan assemblages: Palaeobiogeographical and palaeoceanographical responses to climate change. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 312, 98-114. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2011.09.012>
- Gauci, M. J., Deidun A., Schembri P., J. (2005). Faunistic diversity of Maltese pocket sandy and shingle beaches: are these of conservation value? *Oceanologia*, 47, 2, 219-241.
- Gelabert, B. (1997). L'estructura geològica de la meitat occidental de Mallorca. *Memorias IGTE*, 129 pp.
- Gelabert, B. Servera, J. Rodríguez Perea, A. (2002). Características geomorfológicas del sistema dunar de la Bahía de Alcúdia (isla de Mallorca). *Geogaceta*, 32, 215-218.
- Gofas, S. (2010). Systematic lifting of ultraespecific taxa. <http://www.mnhn.fr/biotaxis/clemam>.
- González, F. M., Goy, J. L., Zazo, C., Silva P. G. (2001). Actividad eólica y cambios del nivel del mar durante los últimos 170. 000 años (Mallorca, Islas Baleares). *Cuaternario y Geomorfología*, 16, 3-4.
- Goy, J. L., Zazo, C., Cuerda, J. (1997). Evolución de las áreas margino-litorales de la costa de Mallorca (Baleares) durante el último y presente interglaciario: nivel del mar holoceno y clima. *Bol Geo. Minero*, 108, 455-463.
- Guerra-Merchán, A., Palmqvist, P., Lozano, M. C., Vera Peláez, J. L., Triviño López, A. (1996). Análisis sedimentológico y paleoecológico del yacimiento Plioceno del Parque Antena (Estepona, Málaga). *Rev. Esp. Paleontología*, 11, 2, 226-234.
- Gutiérrez, J. L., Glive, G. J., Strayer, D. L., Iribarne, O. (2003). Mollusks as ecosystem engineers: the role of shell production in aquatic habitats. *Oikos*, 101, 1, 79-90. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2003.12322.x>
- Hernández-Molina, F. J., Fernández-Salas, L. M., Lobo, F., Somoza, L., Díaz-del-Río, V., Alveirinho Dias, J. M. (2000). The infralittoral prograding wedge: a new largescale progradational sedimentary body in shallow marine environments. *Geo-Marine Letters*, 20, 109-117. <https://doi.org/10.1007/s003670000040>
- Hillarie-Marcel, C., Gariepy, C., Chaleb, B., Goy, J. L., Zazo, C., Cuerda, J. (1996). U-series measurements in Tyrrhenian deposits from Mallorca. Further evidence from two last interglacial high sea levels in the Balearic Island. *Quaternary Sciences Review*, 15, 53-62. [https://doi.org/10.1016/0277-3791\(95\)00079-8](https://doi.org/10.1016/0277-3791(95)00079-8)
- Jordà, G., Marbà, N., Duarte, C. (2012). Mediterranean seagrass vulnerable to regional climate warming. *Nature Climate Change*, 2, 821-824. <https://doi.org/10.1038/nclimate1533>
- Life Posidonia project. (2001). Maps of Alcúdia bay and Cap Enderrocat (Palma bay). Govern de les Illes Balears. Conselleria Medi Ambient, 29 pp.
- Martinell, J. (1997). Tafonomía y paleoecología: reflexiones sobre un pacto necesario. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 23, 137-151.
- Mateu, G. (1982). El Neógeno-Pleistoceno de Mallorca: biocronoestratigrafía y paleoceanografía en base a los foraminíferos plantónicos. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 26, 75-133.
- Mateu, G. Mateu Vicens, G. Nadal, G. Rodríguez, B. Gil, M^ª. M, Celià, L. (2003). Los foraminíferos cuaternarios del mar balear como componentes biogénicos de los sedimentos de playa. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 46, 91-95.
- Mclachlan, A., Dorvlo, A. (2005). Global patterns in sandy beach macrobenthic communities. *Journal of Coastal Research*, 21,4, 674-687. <https://doi.org/10.2112/03-0114.1>
- Meldhal, K. H., Cutler, A. H. (1992). Neotectonics and taphonomy: pleistocene molluscan shell accumulations in the Northern Gulf of California. *Palaos*, 7, 2, 187-197. <https://doi.org/10.2307/3514929>
- Montefalcone, M., Parravicini, V., Vachi, M., Albertelli, G., Ferrari, M., Morri, C., Bianchi, C.N. 2010. Human influence on seagrass habitat fragmentation in NW Mediterranean Sea. *Coastal and Shelf Science*, 86, 2, 292-298. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2009.11.018>
- Morey, B. (2008). El Patrimoni Paleontològic del Pleistocè superior marí de Mallorca. *Catàleg de gestió i conservació. Memòria de Doctorat. UIB*. 278 pp.
- Morey, B. (2017). Geomorfología litoral, morfotectónica y distribución del registro fósil en Mallorca. A Pons, G. X., Gomez-Pujol, Ll. (edit.). IX jornades de Geomorfologia litoral, 47-51.
- Morey, B. (2018). El registro Messiniense de la isla de Mallorca (archipiélago Balear, Mediterráneo occidental). *Revisión e interpretación. Estudios Geológicos*, 74, 2. e083. <https://doi.org/10.3989/egol.43055.475>

- Morey, B. (2020). El patrimoni Paleontològic de Mallorca. Catalogació. Caracterització i valoració. Propostes de gestió i conservació. Tesis UIB. 1109 pp.
- Morey, B., Mas, G. (2009). Aproximació al neogen de Santa Eugènia (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental). *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52, 99-123
- Oliver, J., Hammerstrom, K., McPhee-Shaw, E., Slattery, P., Oakden, J. (2011). High species density patterns in macrofaunal invertebrate communities in the marine benthos. *Marine Ecology*, 32, 278-288 <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.2011.00461.x>
- Palomino, D., Vázquez, J. T., Díaz del Rio, V., Fernández Salas, L. M. (2009). Estudio de los procesos sedimentarios recientes de la Bahía de Palma a partir del análisis de la morfología y la respuesta acústica (I. Baleares, Med. Occ). *Rev. Soc. Geo. Esp.*, 22, 1-2, 79-93.
- Peñas, A., Almera, J. (2001). Malacofauna asociada a una pradera de *Posidonia oceanica* en Mataró (NE de la Península Ibérica). *Spira*, 1,1, 25-31.
- Pip, E. (2006) Littoral mollusc communities and water quality in southern Lake Winnipeg, Manitoba, Canada. *Biodiversity and Conservation*, 4, 269-284. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5734-2_18
- Pomar, L., Obrador, A., Fornós, J. J., Rodríguez Perea, A. (1983). El Terciario de las Baleares (Mallorca y Menorca). *Inst. Est. Bal.* UIB. Palma. 255pp.
- Pons, G. X., Sureda, P. (1995). Catàleg de la col·lecció de mol·luscs del Museu Regional d'Artà. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 38, 9-15.
- Pye, K. (1993). The dynamic and environmental context of aeolian sedimentary systems. *The Geological Society. London. Special Publication*, 72, 1-4. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1993.072.01.01>
- Pye, K., Allen, J. R. L. (2000). Past, present and future interactions, management challenges and research needs in coastal and estuarine environments. In: Pye, K., Allen, J. R. L. (eds.) *Coastal and Estuarine Environments: sedimentology, geomorphology and geoarchaeology*. Geological Society London. Special Publication, 175, 1-4. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2000.175.01.01>
- Riedel, R. (1986). Fauna y Flora del Mar Mediterráneo. Ed. Omega. Barcelona. 858 pp.
- Rosa, F., Rufino, M. M., Ferreira, O., Matias, A., Brito, A. C., Gaspar, M. B. (2013). The influence of coastal processes on inner shelf sediment distribution: The Eastern Algarve Shelf (Southern Portugal). *Geologica Acta*, 11, 1, 59-73.
- Rosselló, V. M. 1964. (Mallorca). El Sur y el Suresse. Tesis. Palma de Mallorca. 533 pp.
- Rose, J., Meng, X., Watson, C. (1999). Paleoclimate paleoenvironmental responses in the Western Mediterranean over the last 140 ka: Evidence from Mallorca. Spain. *Journal of the Geological Society. London*, 156, 435-448. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.156.2.0435>
- Roy, K., Jablonski, D., Valentine, J.W. (2001). Climate change, species range limits and body size in marine bivalves. *Ecology Letters*, 4,4, 366-370. <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2001.00236.x>
- Roy, K., Valentine, J.W., Jablonski, D., Kidell, S. M. (1996). Scales of climatic variability and time averaging in Pleistocene biotas: implications for ecology and evolution. *Trends in ecology & evolution*, 11, 458-463. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(96\)10054-9](https://doi.org/10.1016/0169-5347(96)10054-9)
- Rufino, M. M., Gaspar, M., Maynou, F., Monteiro, C.C. (2008). Regional and temporal changes in bivalve diversity in the south coast of Portugal. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 80, 517-528. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.09.014>
- Sara, M. (1985). Ecological factors and their biogeographic consequences in the Mediterranean Ecosystems. *Mediterranean Marine Ecosystems. NATO conferences series*, 8, 1-17 https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2248-9_1
- Servera, J. (2004). Geomorfologia del litoral de les illes Balears. Col. Quaderns de natura de les Balears, Documenta Balear, Palma, 98 pp.
- Spano, J. (1993). Signification biocenotique et bathymétrique des paleocommunautes pleistocéniques des cotes meridionales de la Sardaigne. *Estudios sobre el Cuaternario*, 27-42.
- Stark mail, J., Stacy, L. K. Oliver, J. S. (2014). Anthropogenic disturbance and biodiversity of marine benthic communities in Antarctica: a regional comparison. *PLoS ONE* 9(6): e98802. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098802>
- Templado, J. 1984. Moluscos de las praderas de *Posidonia oceanica* en las costas del cabo de Palos (Murcia). *Invest. Pesquera*, 48, 509-520 pp.
- Valencia, J. M., Massutí, E. (2004). Comunitat dels fons d'arenas fines de la platja de Palma (Mallorca. I. Balears). *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 47, 31-37.

- Vicens, D. (2015). El registre paleontològic dels dipòsits litorals quaternaris a l'illa de Mallorca (Illes Balears. Mediterrània occidental). Tesis UIB, 754pp.
- Viedma, M. (2002). El ritmo estacional del viento en el arco mediterráneo español e Islas Baleares. *Papeles de Geografía*, 35, 171-192.
- Vieira Baptista, V. C. (2012). Impacts of environmental changes on bivalves harvesting in Portuguese coast. *Dissertação de Mestrado em Ciências do Mar-Recursos Marinhos (Biologia e Ecologia Marinhas)*. Inst. Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto, 97 pp.
- Warwick, R. M., Turk, S. M. (2002). Predicting climate change effects on marine biodiversity: comparison of recent and fossil molluscan death assemblages. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 82, 5, 847-850. <https://doi.org/10.1017/S0025315402006227>
World Register of Marine Species/www.marinespecies.org

Recibido el 19 de mayo de 2021

Aceptado el 22 de julio de 2022

