

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, Guillem Xavier Pons Buades i José Ángel Martín.

# Evolució sedimentària a platges

1. Evolució de la línia de costa
2. Superfície de platja
3. Amplada mitjana de platja

Al voltant d'un 10 % de la costa de les Illes Balears (161 km) està formada per acumulacions arenoses.<sup>1</sup> Aquests arenals, juntament amb les dunes costaneres, constitueixen el principal element de protecció de les costes baixes enfront dels temporals i l'ascens del nivell de la mar; al temps, són sistemes complexos, dinàmics i sobretot molt fràgils.

A més de la seva gran importància en la protecció del litoral, les platges són un dels principals atractius turístics de les Illes Balears. Per tant, un sistema platja-duna en desajust o degradació podria induir risc en els recursos turístics o, en conseqüència, causar impactes socioeconòmics negatius.<sup>2,3</sup>

La dinàmica de les platges de la mar Balear està dominada principalment per episodis de tempestes, i en menor grau per l'onatge i els corrents costaners —degut a l'absència de marees.<sup>1,4-6</sup> En aquest context, un altre element amb un paper important en la dinàmica i la configuració de les platges és el control fisiogràfic del relleu (com són d'encaixades i estretes i el traçat de les badies o cales que acullen les platges) o la morfologia i el volum de sediments que s'hi poden acumular (espai d'acomodament).<sup>7</sup>

Altres factors —la majoria d'origen antropogènic—, poden també contribuir al balanç sedimentari de la platja, entre els quals destaquen: la modificació del litoral amb infraestructures (dics, ports esportius, etc.) que alteren la deriva litoral i els corrents oceànics de la zona; una inadequada gestió en la retirada de restes vegetals (necromassa) de *Posidonia oceanica* acumulats a la vorera; una alta freqüentació; un augment de lòbuls erosius (*blowout* en anglès) i cicatrius als

sistemes dunars; i una neteja mecànica de platges (a l'estiu i part de la tardor i la primavera) sense criteris ambientals i conforme a la dinàmica del sistema.<sup>8-11</sup>

Finalment, s'ha de destacar la ineficiència constatada de les regeneracions de platges mitjançant bombes hidràuliques, ja que, a part de ser molt costoses, produeixen danys ecològics tant a la zona d'extracció com a la zona de descàrrega.<sup>12</sup> Per obtenir un major benefici ecològic i socioeconòmic dels esforços de gestió, aquests s'haurien d'adreçar a accions més econòmiques i sostenibles que mantinguin el bon estat dels sistemes platja a llarg termini. Un exemple d'aquestes accions podria ser la retirada gradual dels obstacles que facilitin els processos erosius als passeigs marítims, per tal d'evitar haver de reinvertir en arreglar infraestructures que probablement tornin a ser afectades per altres temporals.

En conseqüència, conèixer l'evolució històrica a llarg termini de les platges serveix per avaluar els canvis en la dinàmica del litoral deguts a forçaments naturals o induïts per l'activitat antròpica. Aquesta informació pot servir a científics i gestors com a criteri per a la gestió enfront del deteriorament per causes naturals i/o antròpiques d'aquests valuosos i fràgils ecosistemes.

## QUÈ ÉS?

Les platges són sistemes sedimentaris (de materials de mida fina a còdols) que inclouen tant la platja emergida/seca (arenals i dunes costaneres) com la submergida. Aquests sistemes són molt dinàmics, complexos i, sobretot, molt fràgils, per la qual cosa idealment es necessiten dades de monitoratge > 10 anys per interpretar adequadament la seva evolució.

## METODOLOGIA

S'inclou informació de l'evolució sedimentària de platges extreta de diversos articles científics a llarg (des del 1956) i a mitjà termini (des del 2002). S'estudien platges de totes les Illes i es detallen les platges de sa Ràpita-es Trenc, s'Arenal, cala Millor i cala Deià. L'evolució de la línia de costa s'avalua mitjançant l'anàlisi de fotografies aèries capturades des del 1956. Entre els diferents estudis s'utilitzen diversos paràmetres estadístics per obtenir la tendència evolutiva de la costa, on cadascun condiciona la interpretació sedimentària de les platges.

## RESULTATS

L'activitat antròpica, l'onatge, la geologia i la ubicació geogràfica són els factors que més contribueixen a l'evolució sedimentària de les platges. En general, la construcció d'instal·lacions (ports esportius, aparcaments, quiosquets) modifica les tendències de la línia de costa, de vegades revertint els patrons de sedimentació observats al passat.

A escala regional (2002-2012), Formentera és l'illa que mostra una inestabilitat superior en la línia de costa en més del 40 % de les seves platges. Mallorca i Formentera mostren retrocés de la línia de costa (> -0,5 m/any) en un 20 % de les platges, i Menorca i Eivissa en un 10 % de les platges.

A 52 platges de Menorca (1956-2015) es mostra una tendència erosiva predominant, sobretot a les platges urbanes i platges encaixades del Ponent i el Migjorn, mentre que les platges verges mostren un retrocés menor.

A sa Ràpita (1956-2012), el port (nord-oest de la platja) actua com a trampa sedimentària amb una

## PER QUÈ?

Conèixer l'evolució històrica de les platges permet a investigadors i gestors triar criteris de gestió enfront el seu deteriorament natural o antròpic.

## LOCALITZACIÓ

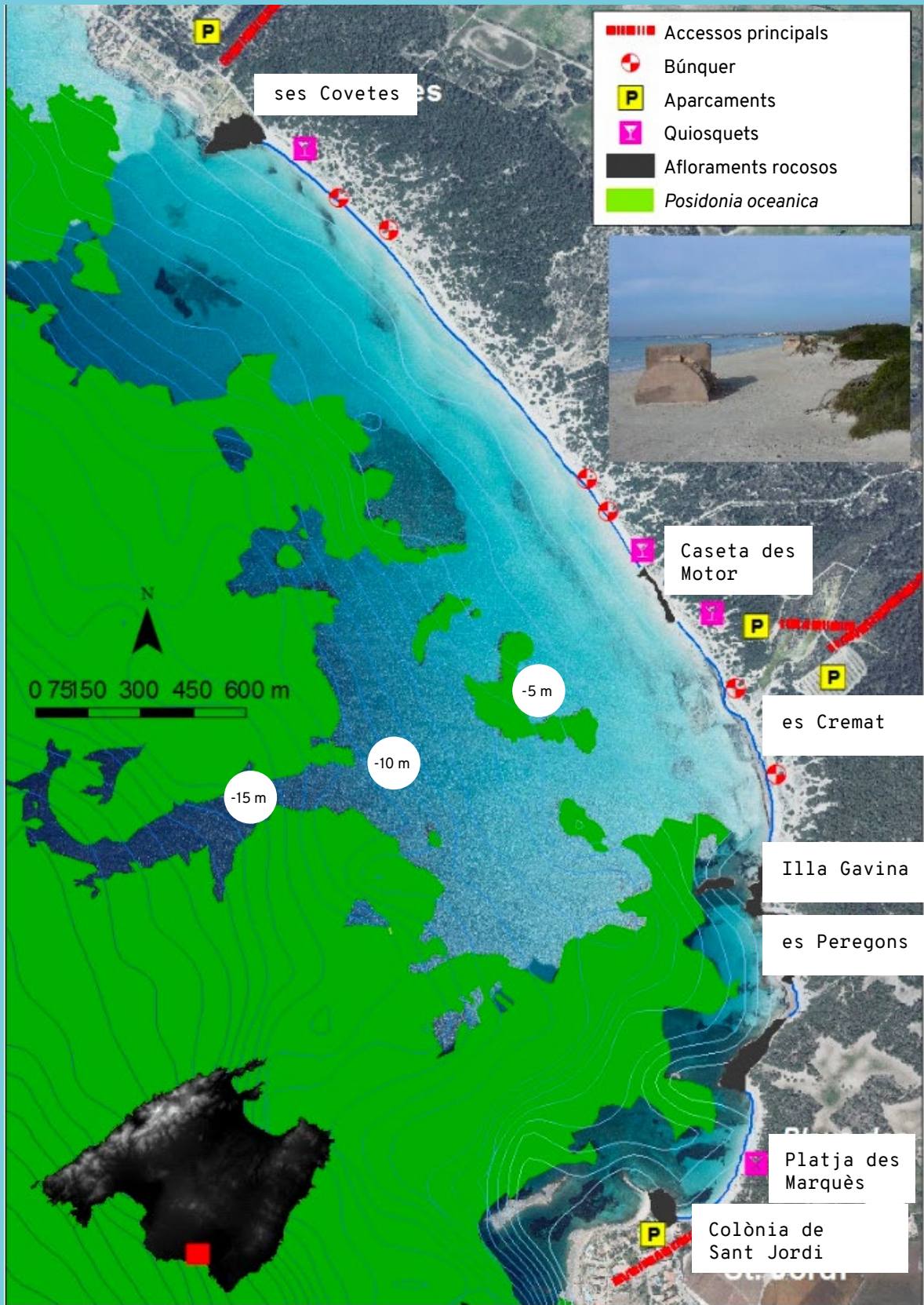


taxa mitjana de guany de +0,37 m/any, mentre que el centre i la zona de ses Covetes mostren una erosió mitjana de -0,17 m/any. Es Trenc retrocedeix de mitjana -5,7 m en els 59 anys de monitoratge.

S'Arenal (1956-2008) mostra canvis derivats de la creació del port (nord de la platja) i d'un esdeveniment de regeneració. Tot això resulta en l'acumulació > 1 m/any en el nord, ses Fontanelles i Les Meravelles, i en erosió entre La Porciúncula i s'Arenal.

A final dels anys seixanta, cala Millor (1956-2017) va patir un esdeveniment de regeneració (amb finalitats turístiques i d'esbarjo) que va augmentar la seva àrea fins a 1,5 vegades (de 4,4 a 6,9 ha); des de llavors es registra un retrocés que ha estat amplificat pel temporal Glòria l'any 2020.

Cala Deià mostra tendències de retrocés en la línia de costa des del 1956, atribuïdes a causes naturals.



Imatge aèria de la platja des Trenc, de la que es fan seguiments de l'evolució de la línia de costa. En cercles vermells es mostren els búnquers, alguns més a prop de la línia de costa que en el moment de la seva construcció (a partir de l'any 1939). FONT: Martín-Prieto *et al.*<sup>10</sup>

## METODOLOGIA

Hi ha diferents contribucions científiques que versen sobre l'evolució de la posició de la línia de costa en diverses platges de les Illes Balears, a llarg (des de l'any 1956) i a mitjà termini (des del 2002). En detall, es mostra l'evolució de la línia de costa extreta d'estudis de les zones següents:

1. Platges de totes les illes: 2002-2012<sup>1</sup>
2. S'Arenal, sud de Mallorca: 1956-2008<sup>13</sup>
3. Cala Millor, nord-est de Mallorca: 1956-2017<sup>1, 2, 14-16</sup>
4. Cala Deià, nord-oest de Mallorca: 1956-2015<sup>1, 17</sup>
5. Sa Ràpita-es Trenc, sud de Mallorca: 1956-2015<sup>9, 10</sup>
6. 52 platges de Menorca: 1956-2015<sup>18, 19</sup>
7. 114 platges de Menorca: 2002-2012<sup>20</sup>

El càlcul de la variació de la línia de costa —el llinard entre la mar estabilitzada i la terra ferma— de la superfície i l'amplada mitjana es realitzen mitjançant l'anàlisi comparativa de fotografies aèries des de l'any 1956. Les fotografies s'escanegen i georeferencien a partir de les ortofotografies de SITIBSA amb l'ajuda d'un Sistema d'Informació Geogràfica (SIG). L'evolució de la línia de costa es determina a partir de l'eina Digital Shoreline Analysis System (DSAS V.4), del Servei Geològic dels Estats Units.<sup>21</sup>

La taxa de canvi de la línia de costa es pot calcular mitjançant diversos mètodes estadístics:

- Regressió lineal (Linear Regression, LRR en les seves sigles en anglès). Ajusta la sèrie temporal sobre la posició de la línia de costa en diferents dates de l'any i sobre diversos perfils de la platja. El pendent de la recta de regressió (expressat en metres/any) indica la taxa de canvi sense tenir en compte distorsions produïdes per temporals forts o marees inusuals.<sup>21</sup> Aquest mètode captura canvis en la línia de costa en períodes llargs de temps i resulta fiable per predir tendències futures.<sup>10</sup> Utilitzat en els estudis dels punts 1, 5 i 7.
- Moviment net de la costa (Net Shoreline Movement, NSM en les seves sigles en anglès). Distància entre la línia de costa més recent i l'antiga, o la més allunyada de la costa i la més interna. Representa una distància en metres i proporciona una idea del grau de dinamisme de la línia de costa. Per tant, mostra la variabilitat existent a curt termini/canvis cíclics i no una tendència de canvi.<sup>10</sup> Utilitzat en els estudis dels punts 5 i 6.
- Taxa de punt final (End Point Rate, EPR en les seves sigles en anglès). Valor NSM dividit entre els anys transcorreguts. Proporciona una taxa de canvi (metres/any). Un desavantatge d'aquest mètode és que no utilitza totes les dades disponibles, únicament dues dates, per la qual cosa pot haver-hi canvis no detectats en els resultats. Per tant, convé comparar-los amb altres mètodes com LRR.<sup>10</sup> Utilitzat en l'estudi del punt 5.

- Recta de regressió ponderada (Weighted Linear Regression, WLR en les seves sigles en anglès). Distància en metres/any traçant totes les posicions de costa respecte al temps, mostrant així una tendència històrica. Mètode adequat per destacar àrees amb la taxa de canvi més gran i zones més susceptibles a l'erosió.<sup>10</sup> Utilitzat en l'estudi del punt 6.

## RESULTATS

### 1. Platges de totes les Illes (2002-2012)<sup>1</sup>

Entre els anys 2002-2012, el 79,7 % de les platges estudiades de totes les Illes Balears es mantenen estables, únicament un 1,2 % experimenten retrocessos > 1,5 m/any, i un 3,8 % acumulacions > 1,5 m/any (figura 1). Per illes, a Mallorca, Menorca i Eivissa, un percentatge  $\geq 70$  % de les platges són estables (variant  $\pm 0,5$  m/any), mentre que a Formentera és < 60 %. D'una banda, Mallorca i Formentera mostren com a mínim un 20 % de les platges amb patrons d'erosió (> -0,5 m/any), mentre que Menorca i Eivissa en mostren un 10 %. Excepcionalment Formentera, que es troba a recer d'Eivissa, les platges amb una exposició a la component nord i oest resulten en un nombre superior d'arenals amb tendències erosives, mentre que les exposicions sud i est mostren un nombre més gran de casos amb una tendència d'acreció lleu.

### 2. S'Arenal (1956-2008)<sup>13</sup>

L'any 1956, aquesta platja de 5 km de longitud no presentava impactes antròpics significatius, si bé el seu traçat mostra fragmentació associada a la presència d'afloraments d'eolianites (dunes fòssils) d'edat quaternària.

A partir de la dècada dels setanta, s'inicien canvis antròpics mitjançant la urbanització costanera i la construcció de ports esportius. El canvi més important es registra al sector nord de la platja amb l'avançament de la línia de costa a recer dels ports, que actuen atrapant sediment que arrossega la deriva litoral.<sup>13</sup>

L'any 1986 es va regenerar la platja amb 470.000 m<sup>3</sup> d'arena, el que va suposar un avançament en planta de 125.000 m<sup>2</sup> entre els anys 1985 i 1990, que també es manifesta en un augment de la superfície total i l'amplada mitjana (figura 2).

L'anàlisi històrica mostra que la línia de costa és igual o més gran a dates anteriors a la regeneració, amb una superfície de platja de  $\sim 230.000$  m<sup>2</sup> (23 ha), 1,8 vegades més gran que la superfície de la platja prèvia a la regeneració. Així mateix, l'amplada mitjana de la platja passa de 22,9 m a 45,9 m després de la regeneració.



- Erosió
- Acreció
- Estabilitat

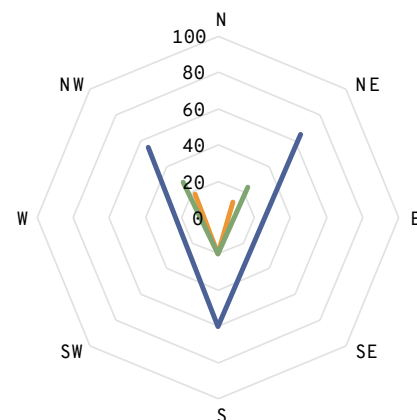
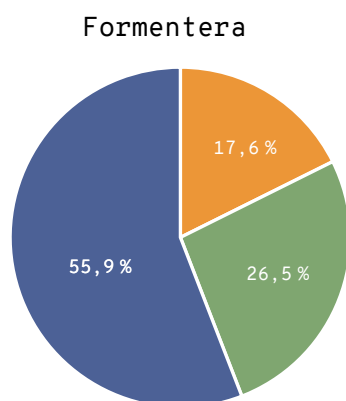
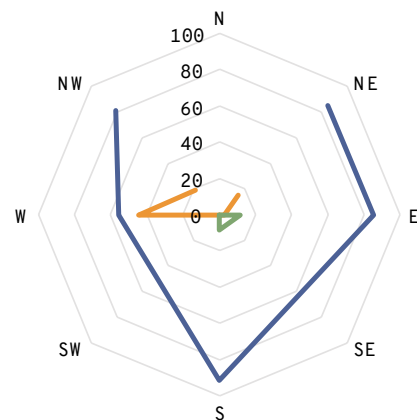
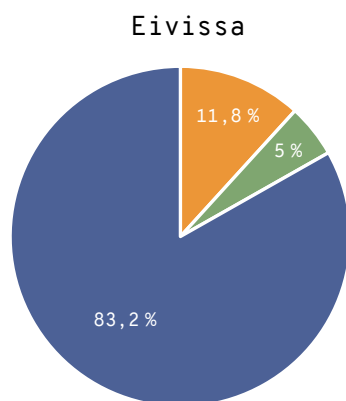
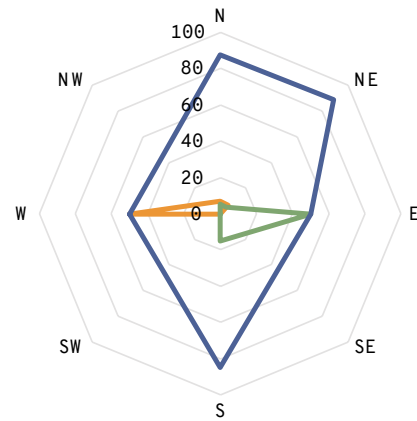
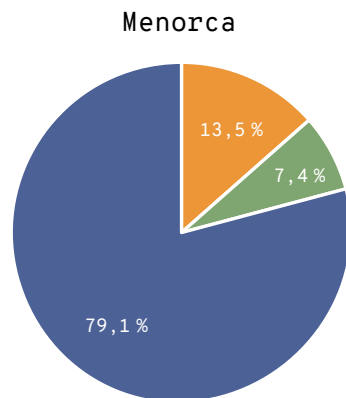
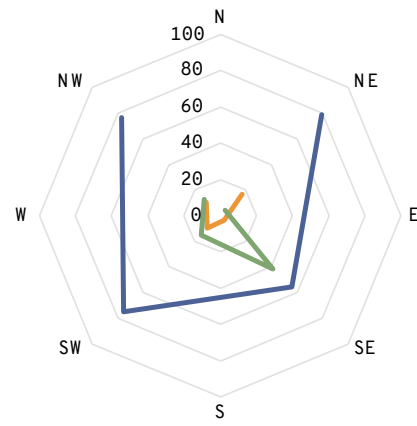
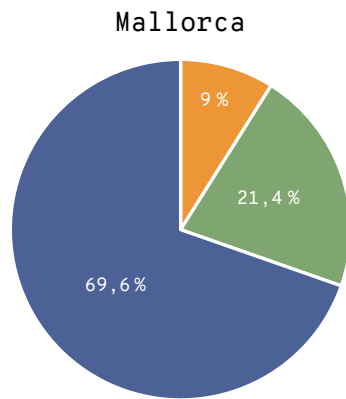


Figura 1. Evolució de la línia de costa a les platges d'estudi de les Illes Balears a mitjà termini (2002-2012) i les seves direccions predominants d'erosió, acreció i estabilitat en percentatges. FONT: Gómez-Pujol *et al.*<sup>1</sup>

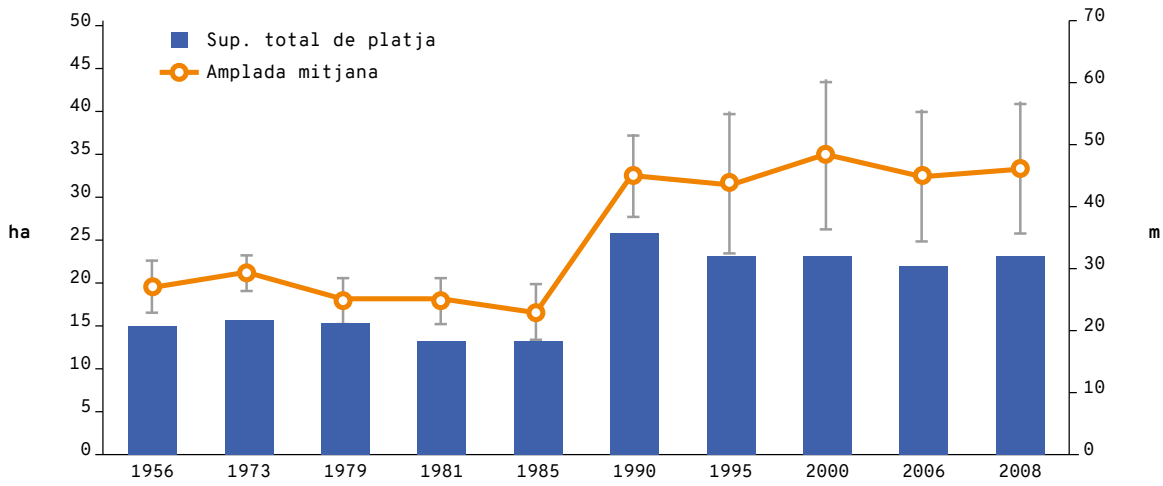


Figura 2. Evolució de la línia de costa de la platja de s'Arenal (1956-2008) mitjançant la superfície total de platja (barres blaves) i l'amplada mitjana (línia taronja). FONT: Gómez-Pujol *et al.*<sup>13</sup>

Entre els anys 1990-2008, la línia de costa de s'Arenal calculada a través de la taxa de regressió lineal mostra acumulació en el nord de la platja i en les zones arrecerades pels ports esportius ( $> 1\text{m/any}$ ), i avança entre ses Fontanelles i Les Meravelles. D'altra banda, la part sud roman estable o amb acumulació  $< 1\text{m/any}$  i retrocedeix entre La Porciúncula i s'Arenal fins a la seva posició prèvia a la regeneració.<sup>13</sup>

### 3. Cala Millor (1956-2017)<sup>1, 2, 14-16</sup>

L'any 1956, aquesta platja d'1,7 km de longitud no estava modificada —incloïa llacuna i dunes a la part sud—, resultant en 44.260 m<sup>2</sup> de superfície.<sup>2</sup> El 1968, la seva superfície es va incrementar considerablement a 69.828 m<sup>2</sup>, ja que durant el procés d'urbanització turística l'arena de les dunes va ser repartida a la platja (figura 3). Des de llavors, la monitorització aèria de la platja mostra un retrocés associat a una redistribució natural d'arena per ajustar el seu equilibri (figura 4).<sup>1,2</sup>

Des dels anys vuitanta s'han dut a terme diversos treballs de regeneració de la platja, adreçats exclu-

sivament a l'esbarjo i al turisme, ja que no hi havia cap problema d'erosió o retrocés de la línia de costa.<sup>1</sup> L'any 2001, una tempesta de les més energètiques dels passats cinquanta anys va remoure una gran part de sediment,<sup>1</sup> per la qual cosa l'any 2002 es va fer un altre procés de regeneració i fins al 2014 la platja ha romàs estable.<sup>16</sup>

En escales temporals curtes, entre els anys 2010-2017, l'evolució de la línia de costa —calculada mitjançant la taxa de regressió lineal— mostra una variació més gran amb dinou esdeveniments amb una altura d'ona de 2 m a 25 m.<sup>15</sup> Alguns d'aquests esdeveniments són produïts per temporals locals (abril del 2013), tot i que d'altres actuen en grup. S'observa un canvi clar a la línia de costa des d'abril del 2014, just després d'un grup de tempestes. L'amplada de la platja es recupera, però s'observa una recessió neta de la línia de costa. Els resultats mostren les escales temporals d'erosió i acreció de sistemes de baixa energia. L'erosió (migració d'arena mar endins) es produeix durant la tempesta, mentre que el transport de sediments de la mar a la platja emergida té una escala temporal molt més lenta. Entre els anys 2015 i 2017, nous grups de

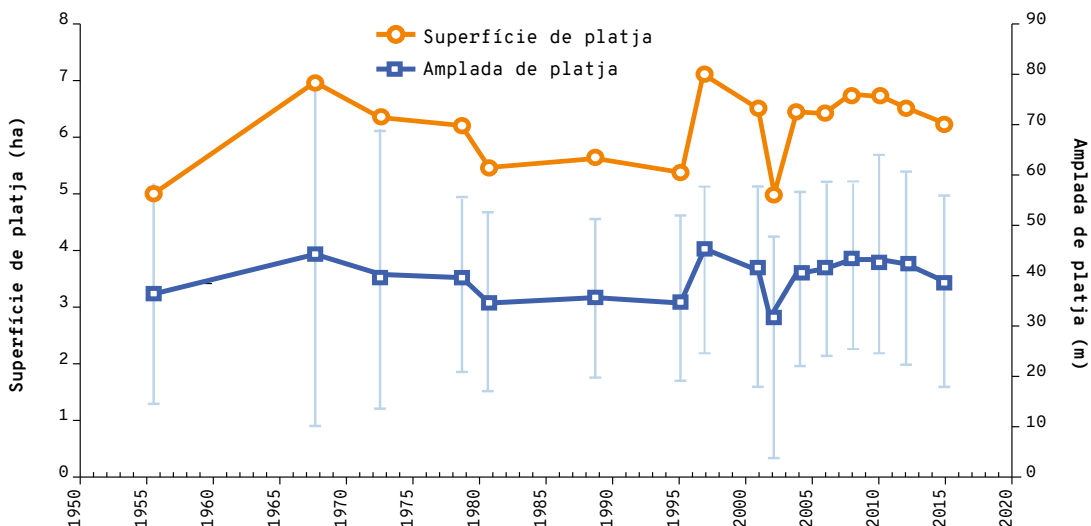


Figura 3. Evolució de la platja de Cala Millor a llarg termini (1956-2015) en superfície (línia taronja de cercles) i amplada (línia blava de quadrats). FONT: Gómez-Pujol *et al.*<sup>1</sup>

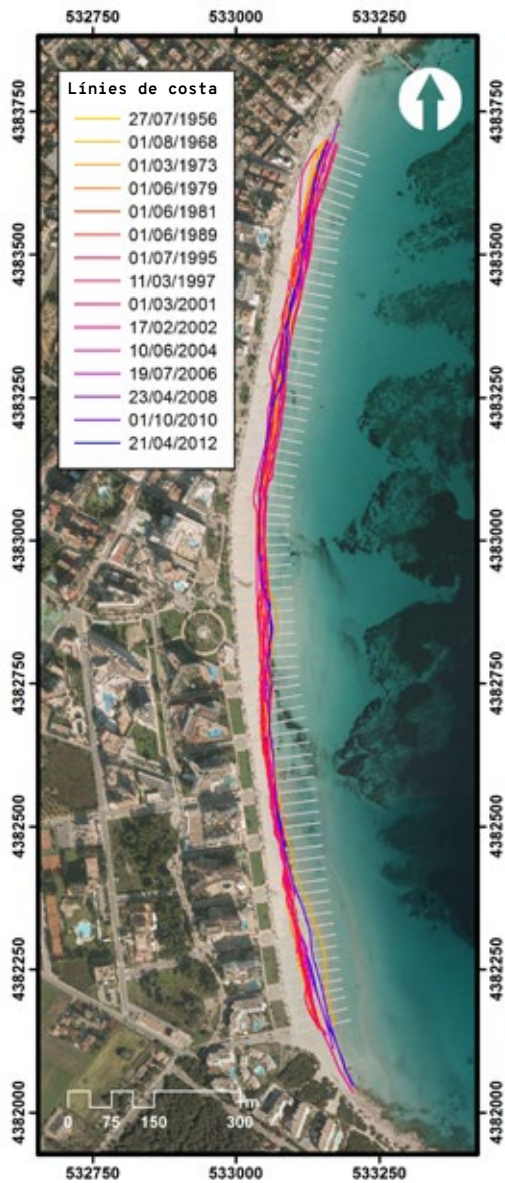


Figura 4. Evolució de la línia de costa de la platja de Cala Millor entre els anys 1956-2012. FONT: Gómez-Pujol *et al.*<sup>1</sup>

tempestes varen afectar la platja i, malgrat alguns avançaments en la posició de la costa, l'amplada no ha recuperat les condicions anteriors. Finalment, el pas del temporal Glòria el gener de l'any 2020 ha afectat greument la línia de costa de les platges de la zona del Llevant de Mallorca (figura 5).<sup>22</sup> Pròximes actualitzacions de l'INFORME MAR BALEAR inclouran dades més recents de l'evolució sedimentària d'aquesta platja elaborades pel Beach Monitoring Facility del SOCIB (en preparació).

#### 4. Cala Deià (1956-2015)<sup>1, 17</sup>

La part nord de les Illes, on se situa Cala Deià, està subjecta a un onatge més intens. Des de l'any 1956 s'observa un retrocés de la seva línia de costa associat a causes naturals (figura 6).<sup>1, 17</sup> Durant els anys noranta, es va rehabilitar la platja aportant sediment, la qual cosa va fer que arribés a la seva amplada màxima coincidint amb una mar menys energètica. Entre els principals episodis d'erosió destaquen les tempestes del desembre del 1980 i del novembre del 2001.



Figura 5. Exemple d'erosió de la platja de Cala Millor produït per la retirada d'arena durant el temporal Glòria (2020), deixant a la vista el paleosol del Pleistocè. La imatge mostra marques d'utilització de maquinària pesant. FONT: Vicens *et al.*<sup>22</sup>

#### 5. Sa Ràpita-es Trenc (sud de Mallorca) (1956-2015)<sup>9, 10</sup>

La platja de Sa Ràpita registra un transport de sediment en ambdós sentits, degut al fet d'estar subjecta a un clima marítim bimodal, amb direcció procedent del S-SO i de l'E-SE. La platja s'ha dividit en tres sectors a causa de la presència de dos promontoris rocosos: sector port (a la vora del port esportiu), sector central i sector ses Covetes (el més proper a aquesta localitat).

El resultat global per al període analitzat entre els anys 1956 i 2012 ha estat un avançament de la línia de costa al sector port de 20,77 m amb una mitjana de 0,37 m/any; un retrocés al sector central de - 9,34 m amb una mitjana de - 0,17 m/any; i de - 9,35 m amb valors mitjans de - 0,17 m/any al sector ses Covetes.

Entre els anys 1956-1973, el sector central presentava sedimentació amb una taxa de 0,37 m/any, i ses Covetes de 0,5 m/any. Per contra, la zona oest —on avui se situa el port—, presentava erosió amb una taxa de - 0,31 m/any (figura 7).

L'any 1977 es va construir el port esportiu a l'extrem NO, que des de llavors va actuar com a trampa sedimentària modificant els patrons naturals d'erosió i acumulació d'arena. Això resulta en un augment de superfície (+ 16,28 m) entre els anys 1979-2012 amb una mitjana de 0,5 m/any a la zona propera al port, i una erosió de - 0,19 a - 0,34 m/any a la part central i ses Covetes (i.e. un retrocés de la línia de costa de - 6,34 m i - 11,28 m, respectivament). Per tant, després de la modificació de la platja per la construcció del

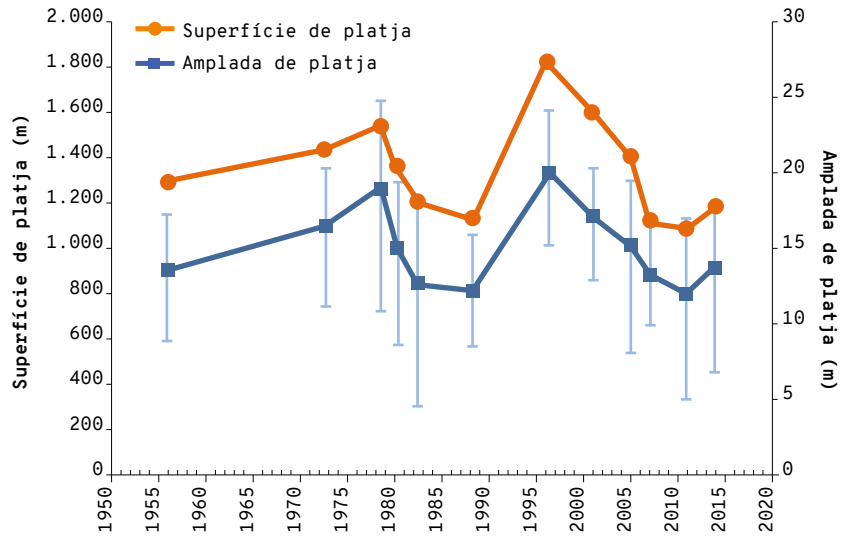


Figura 6. Imatges i evolució de la platja de cala Deià a llarg termini (1956-2015) quant a superfície (línia de color taronja amb cercles) i amplada (línia de color blau amb quadrats). FONT: Gómez-Pujol *et al.*<sup>1</sup>

ports es reverteixen els patrons originals d'erosió/acumulació (figures 7 i 8).

La variació històrica de la línia de costa des Trenc (1956-2015) mostra un retrocés mitjà de - 5,72 m relacionat, entre d'altres factors, amb la pressió antròpica. Els sectors erosius coincideixen principalment amb zones pròximes a aparcaments o

quiosquets, on el trànsit d'usuaris és més intens: l'aparcament des Cremat, amb retrocés lineal màxim de - 18,9 m; l'aparcament de ses Covetes, de - 12,2 m; sa Caseta des Motor, de - 14,8 m; i la platja des Marqués, de - 9,7 m (Figura 9). Per últim, un estudi de la IUCN conclou un retrocés mitjà de la línia de costa des Trenc de 13,5 m entre els anys 1956-2021.<sup>23</sup>

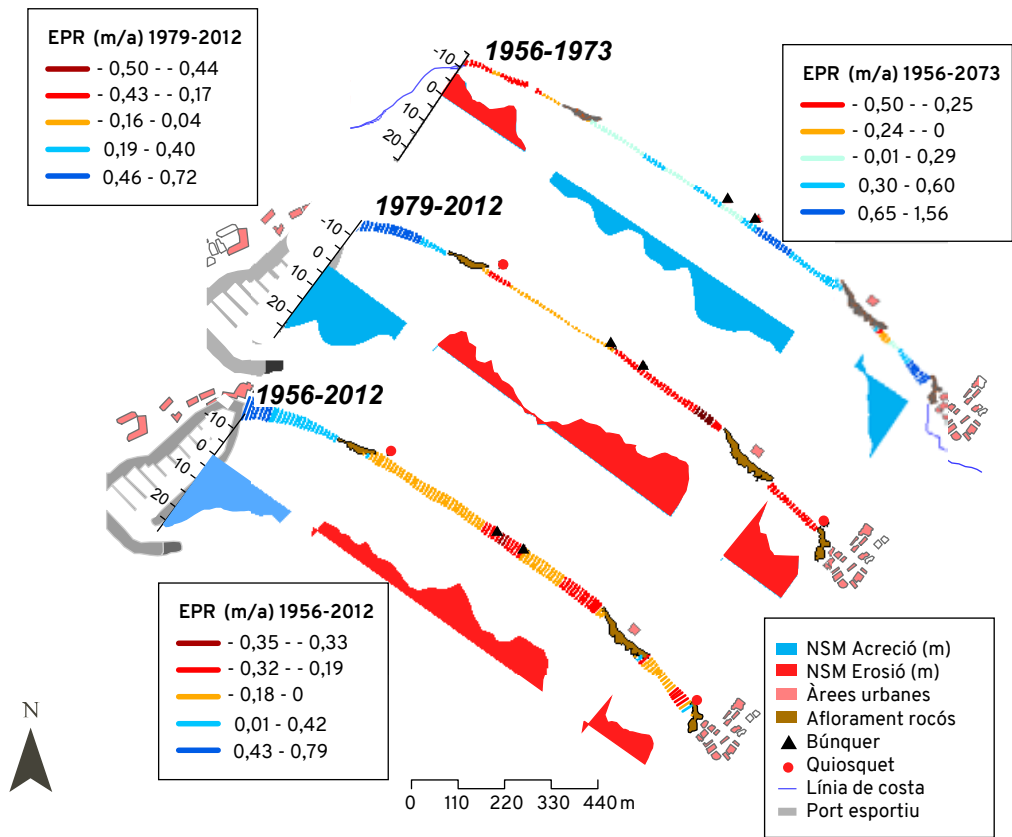


Figura 7. Imatges del dinamisme de la línia de costa de la platja de sa Ràpita calculats a partir de les anàlisis estadístiques EPR i NSM entre els anys 1956-2012. La gràfica dels anys 1956-1973 mostra les dades abans de la construcció del port esportiu. A l'eix dels gràfics, valors positius indiquen accreió. FONT: Martín-Prieto *et al.*<sup>9</sup>



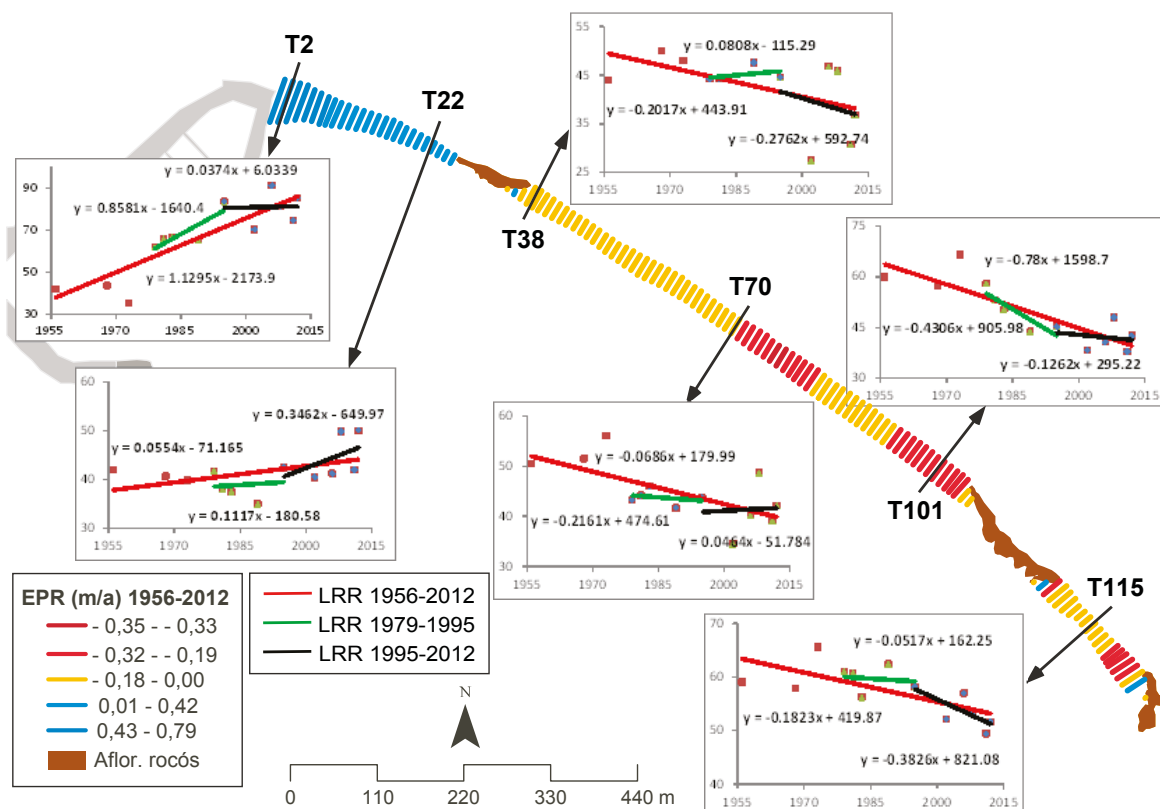


Figura 8. Imatges de l'evolució de la línia de costa de la platja de sa Ràpita calculada a partir de l'anàlisi estadística d'EPR i LRR entre els anys 1956-2012. La línia vermella correspon a les dades entre 1956-2012; la verda, entre 1979-1995; i la negra, entre 1995-2012. FONT: Martín-Prieto *et al.*<sup>9</sup>

## 6. 52 platges de Menorca (1956-2015)<sup>18, 19</sup>

La línia de costa s'obté a partir del límit sec-humit. Aquesta línia marca el començament de la platja alta o platja seca. L'anàlisi de la seva evolució es fa en funció de:

→ La classificació tipològica de la platja (segons el tipus de gestió que s'hi practica i la seva accessibilitat):<sup>24</sup>

- Platges de tipus A: platges urbanes
- Platges de tipus B: platges situades en ANEI amb accessibilitat
- Platges de tipus C: platges situades en ANEI i parc natural, només amb accés a peu

→ La classificació fisiogràfica: cala, platja semiexposada, platja exposada i platja protegida en badies

→ La ubicació geogràfica: Tramuntana, Migjorn, Ponent i Llevant

Les 52 platges de Menorca mostren una mitjana de retrocés en línia de costa de - 4,8 m a una velocitat de - 0,09 m/any (taula 1, figura 10). Les línies de costa que més han retrocedit es registren a les platges: platja de Son Saura (- 22 m), a Tramuntana; platja de Llevant de Son Saura (- 29,2 m) i cala en Porter (-28,4 m) al Migjorn; i cala Blanca (- 52,7 m) i sa Caleta (-27,42 m) a Ponent. Al Llevant, les dues platges estudiades no mostren erosió. Les que han acumulat més sediments són: a Tramuntana, es

Grau (12,9 m); al Migjorn, es Canutells (16,6 m); i al Llevant, Punta Prima (13,4 m).

Un factor clau de l'evolució de la costa es registra en funció de la seva situació geogràfica, on les platges de Ponent (oest) presenten processos erosius més grans, seguides de les platges de Migjorn (sud). En canvi, les de Tramuntana (nord) mostren uns patrons menys erosius. Aquests resultats també es mostren a curt termini.<sup>20</sup>

A més a més, hi ha una relació entre l'activitat antròpica i l'erosió de les platges: les platges urbanes (de tipus A) retrocedeixen de mitjana al voltant de 9,3 metres; les platges situades en ANEI amb accessibilitat (de tipus B), 2,6 m; i les platges situades en ANEI i parc natural sense accessibilitat (de tipus C), 1,5 m (figura 10).

## 7. 114 platges de Menorca (2002-2012)<sup>20</sup>

Durant aquests anys (2002-2012) no es van fer projectes de regeneració a Menorca i, per tant, el comportament sedimentari es pot atribuir únicament a la dinàmica natural.

Les zones amb una erosió superior són platges de caràcter encaixat del sector de Ciutadella (Ponent) i el tram Binigaus-Sant Tomàs (Migjorn).

Degut a les característiques geomorfològiques de Menorca, s'observa una estabilitat més gran a les platges del nord de l'illa, amb un 87,6 % d'estabilitat a Tramuntana i un retrocés superior, del 51,2 %, al Migjorn (figura 11).

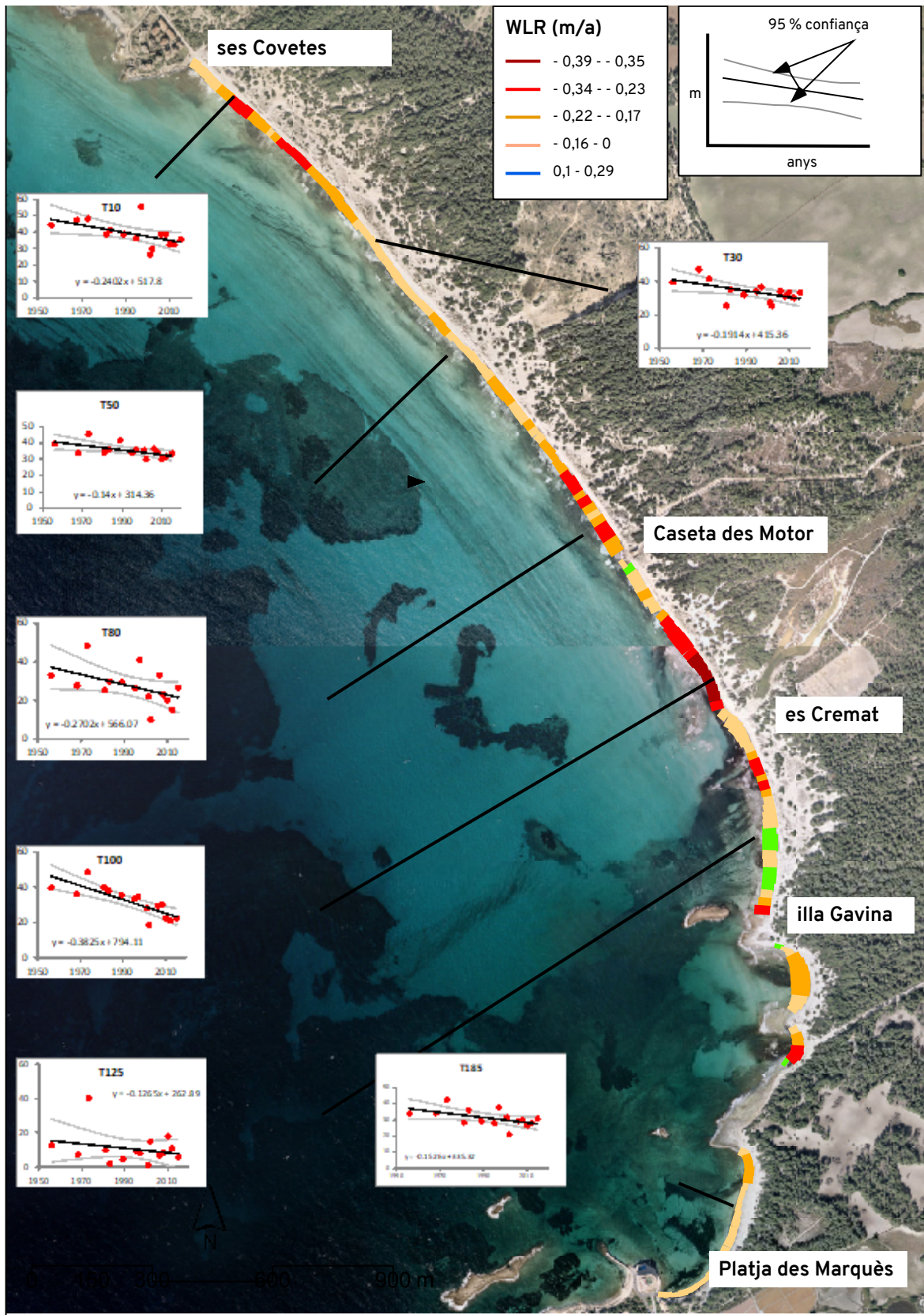


Figura 9. Imatge satel·litària de la platja des Trenc mostrant l'evolució de la línia de costa (1956-2015) a través del mètode estadístic de recta de regressió (LRR) i recta de regressió ponderada (WLR).  
FONT: Martín-Prieto *et al.*<sup>10</sup>

**Taula 1.** Llista de les 52 platges estudiades entre els anys 1956–2015 i els metres de màxim retrocés (valors negatius) o avançament (valors positius) de la línia de costa durant l'interval caracteritzat.  
 FONT: Martín *et al.*<sup>18</sup>

<b>PLATGES DE TRAMUNTANA</b>		<b>m</b>		
Cala de Biniparratx	- 5,01		Platja de Binimel·là	- 1,6
Platja de Son Saura	- 22		Platja de Binicodrell	- 4,11
Cala de Binissafúller	2,43		Platja de Capifort	- 0,8
Arenal d'en Castell	- 7,1		Platja de Binigaus	- 1,29
Cala des Talaier	11,03		Platja de Cavalleria	3,3
Cala d'Algaiarens	2,7		Platja de Sant Tomàs	- 1,96
Cala en Bosc	- 13,33		Platja de Salairó	8,4
Cala de sa Torreta	12		Platja de So na Parets	0,55
Cala en Porter	- 28,39		Platja des Bot	- 0,5
Cala de s'Enclusa	- 0,7		<b>PLATGES DE PONENT</b>	<b>m</b>
Cala en Turqueta	- 13,44		Platja des Grau	13
Cala des Tamarells del nord	- 0,2		Cala Blanca	- 52,74
Cala Escorxada	- 8,93		Platja des Sivinar	- 11
Cala des Tamarells del sud	6,4		Cala de Santandria	- 7,08
Cala Fustam	- 9,71		<b>PLATGES DE MIGJORN</b>	<b>m</b>
Cala en Calderer	- 7,3		Platja Gran	- 6,54
Cala Galdana	- 9,07		Platja de Llevant de Son Saura	- 29
Sa Mesquida	- 2,9		Sa Caleta	- 27,42
Macarella	- 9,67		Platja de Ponent de Son Saura	- 8,1
Cala Mica	0,9		Caleta en Blanes	- 7,92
Macarelleta	- 4,99		Cala de Binibèquer	- 3,8
Cala del Pilar	- 0,8		<b>PLATGES DE LLEVANT</b>	<b>m</b>
Cala Mitjana	- 10,3		Es Canutells	17
Cala Pregonda	2,8		Cala d'Alcafar	3,12
Cala Trebalúger	- 3,47		Cala de Binidali	- 8,8
Cala Presili	7,1		Platja de Punta Prima	13,4
Platja de Son Bou (no urb.)	- 2,97			
Cala Tirant	- 12			
Platja de Son Bou (urb.)	- 7,32			

El 78,1 % de les platges mostren estabilitat, on la línia de costa varia entre - 0,5 i 0,5 m/any (figures 11 i 12). El 14,4 % de les platges evidencien una erosió de lleu a moderada (- 0,5 a - 1,5 m/any), amb màxims de - 1,67 m/any. Únicament el 7,5 % de les platges mostren un avançament de la seva línia de costa.

## CONCLUSIONS

- En interpretar i comparar els resultats sedimentaris de les platges de les Balears és important tenir en compte que hi ha estudis —tant a llarg com a mitjà termini—, que utilitzen diferents anàlisis estadístiques i sistemes de referència. Aquesta diversitat en la metodologia produeix diferències substancials a l'hora d'interpretar les tendències d'acumulació o retrocés de les platges estudiades. Per exemple, alguns estudis interpreten les taxes d'evolució de la línia de costa de fins a - 0,5 m/any com estables, i de - 0,75 a - 1,5 m/any com erosió moderada; mentre que per a altres estudis el llindar d'erosió es troba a partir de - 0,25 m/any.
- L'evolució de la línia de costa a llarg i mitjà termini de les platges de les Illes Balears mostra que l'activitat antròpica, la geologia, la ubicació

geogràfica i l'onatge associat són factors clau de modificació sedimentària.

- A escala regional, la majoria de les platges de les Illes (80 %) mostren estabilitat a la línia de costa a mitjà termini (2002-2012). L'illa amb menys estabilitat és Formentera, amb > 40 % de les platges inestables. Mallorca i Formentera mostren un 20 % de les platges amb retrocés a la línia de costa (> - 0,5 m/any), mentre que Menorca i Eivissa ho fan en un 10 %. A excepció de Formentera, les platges ubicades al nord i a l'oest registren un nombre més gran de retrocessos, mentre que una orientació sud i est mostra més avançaments.
- La platja urbana de s'Arenal mostra a llarg termini (des del 1956) un avançament en la seva part nord com a resultat de la creació de ports que atrapen sediment. La regeneració de s'Arenal l'any 1986 va suposar un increment de la superfície d'1,8 vegades. Igualment, l'amplada mitjana de la platja es duplica des de l'esdeveniment de regeneració fins al 2008, passant de 23 m a 46 m. En general, la platja mostra acumulació al nord, ses Fontanelles i Les Meravelles; i erosió entre La Porciúncula i s'Arenal. És necessària informació sedimentària més actualitzada d'aquesta platja.



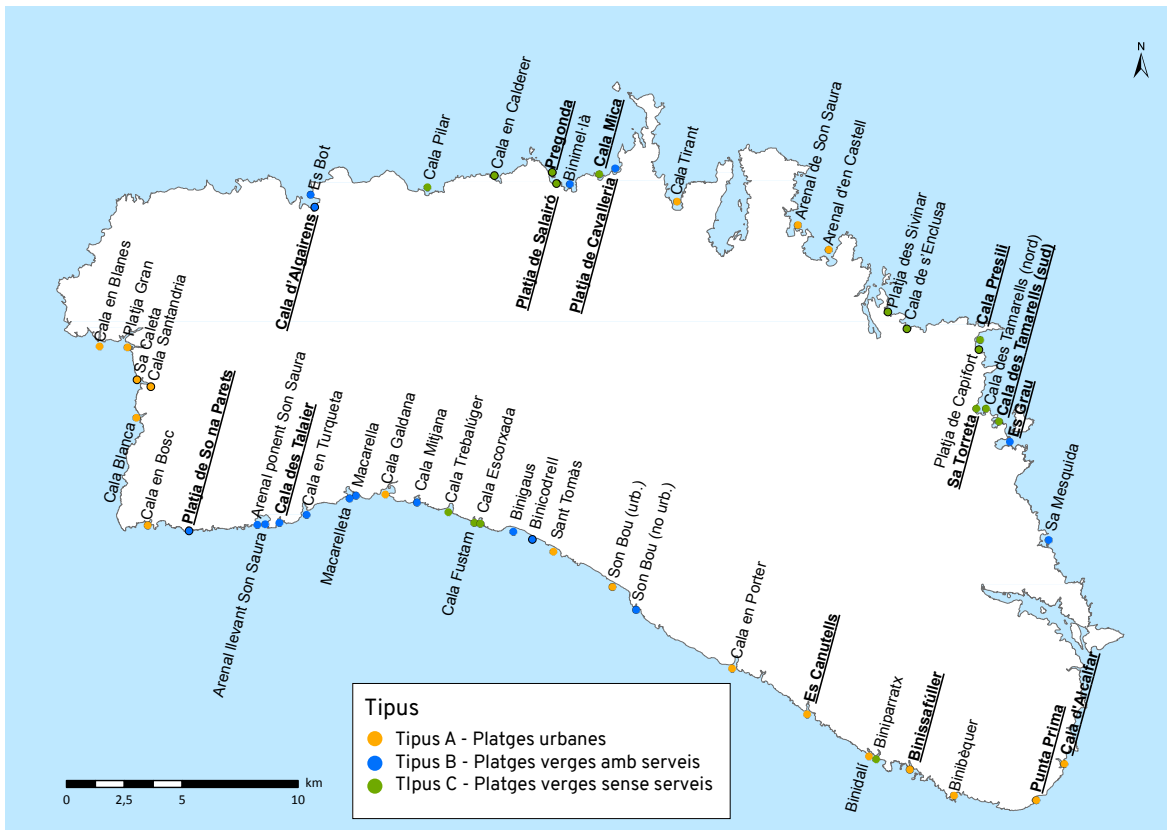
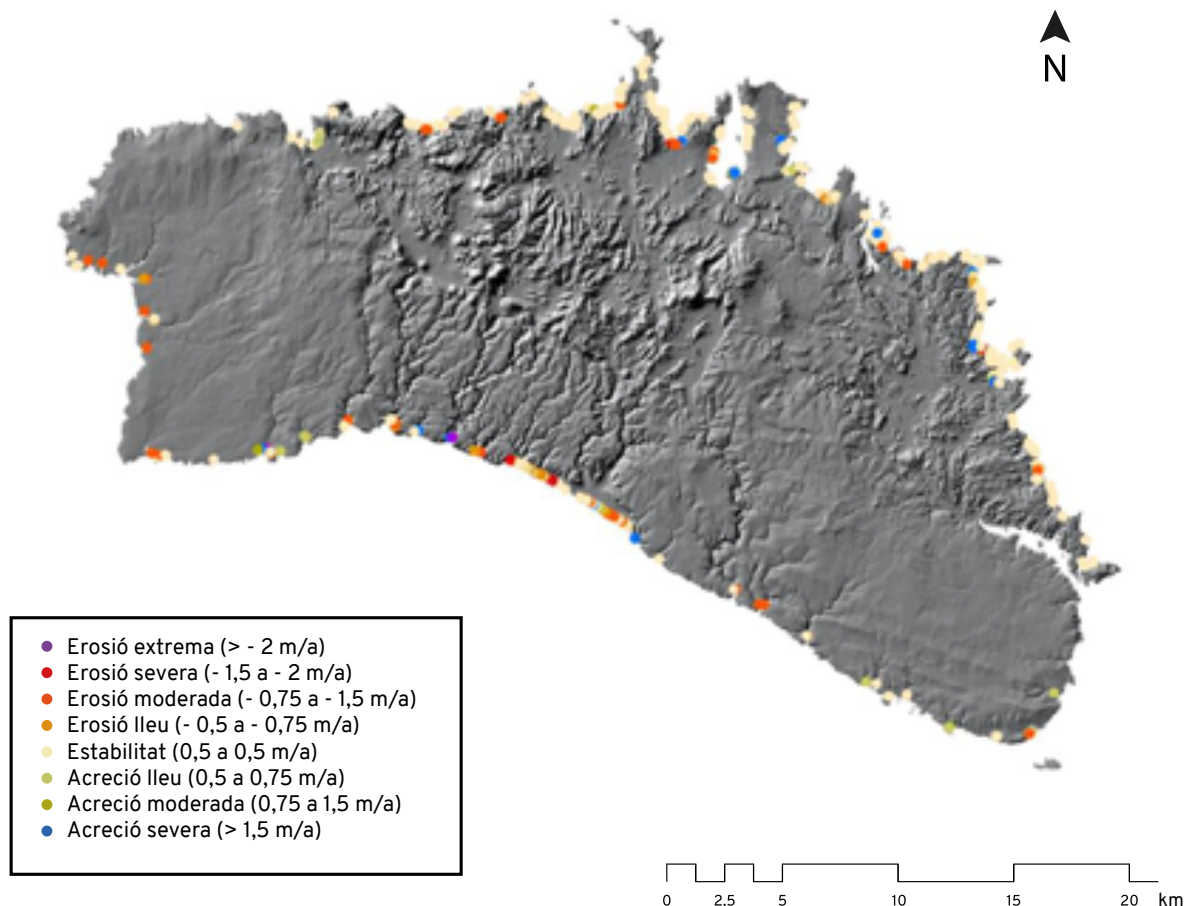


Figura 10. Mapa de Menorca mostrant les 52 platges estudiades entre els anys 1956-2015. Les platges on es registra un avançament de la línia de costa apareixen en negreta i subratllades. FONT: Martín *et al.*<sup>18</sup>

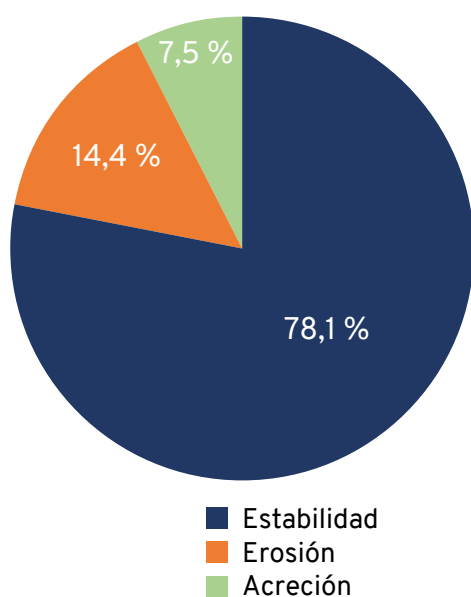
- La rehabilitació de la platja urbana de Cala Millor realitzada a finals dels anys seixanta, dirigida a l'esbarjo i al turisme, mostra un augment de l'àrea d'1,5 vegades, passant de 4,4 ha a 6,9 ha. Des de llavors, la monitorització aèria captura un retrocés, ja que la platja intenta arribar a l'equilibri sedimentari anterior a la regeneració. En properes actualitzacions de l'INFORME MAR BALEAR s'incorporaran noves dades del seguiment sedimentari d'aquesta platja que inclouran els efectes erosius originats pel temporal Glòria l'any 2020.
- Cala Deià mostra un retrocés en la línia de costa des de l'any 1956, possiblement degut a causes naturals producte de la seva exposició a un onatge més intens. Durant els anys noranta, es va aportar sediment de manera artificial i a través del torrent, resultant en una amplada màxima que ha anat minvant amb el pas dels anys.
- La platja de sa Ràpita reverteix la seva tendència sedimentaria dels anys 1956-1973 a partir del 1977, amb la construcció del port esportiu al nord-oest de la platja. Entre els anys 1979-2012 el port actua com a trampa sedimentària, produint acreció de 0,5 m/any a la zona adjacent, el que implica un guany de 16,3 m; la resta de la platja s'erosiona amb taxes de -0,19 m/any al sector central a -0,34 m/any a ses Covetes (sud-est de la platja), el que implica un retrocés de la línia de costa de -6,34 m i -11,28 m, respectivament. Tenint en compte tots els anys d'estudi (1956-2012), sa Ràpita mostra un avançament de la línia de costa al sector port (de 20,77 m amb una mitjana de 0,37 m/any) i un retrocés al sector central i a la zona de ses Covetes (de -9,3 m amb una mitjana de -0,17 m/any).
- La línia de costa des de Trenc mostra un retrocés mitjà de -5,7 m en els 59 anys d'estudi. Aquest retrocés és més acusat en zones amb més activitat antròpica (aparcaments, trànsit d'usuaris), arribant fins a -18,9 m a la zona propera a l'aparcament des Cremat (centre-sud de la platja).
- Estudis de les platges de Menorca, tant a llarg com a curt termini, mostren que tant el tipus de platja (urbana o verge) com la ubicació geogràfica controlen l'evolució de la línia de costa. Els estudis de les platges de Menorca s'han fet seguint diferents metodologies, sistemes de referències i períodes temporals.
- D'una banda, a Martín *et al.*<sup>18, 19</sup> es descriu una tendència erosiva predominant per a les 52 platges d'estudi de Menorca durant el període 1956-2015. Les platges urbanes mostren una erosió superior a la seva línia de costa amb el pas dels anys, i solen recuperar-se pitjor que les naturals enfront dels temporals. Les segueixen les platges verges amb serveis i, finalment, les verges amb accés a peu, que són les que menys retrocedeixen. Les línies de costa que més han





**Figura 11.** Evolució de la línia de costa mitjançant les taxes d'erosió i accreió estudiades durant els anys 2000–2012. FONT: Gómez-Pujol *et al.*<sup>20</sup>

retrocedit són: cala Blanca (- 52,7 m), platja de Llevant de Son Saura (- 29,2 m), cala en Porter (- 28,4 m), sa Caleta (- 27,42 m) i platja de Son Saura (- 22 m). Les que més han avançat són es Canutells (16,6 m), Punta Prima (13,4 m) i es Grau (12,9 m).



→ D'altra banda, a Gómez-Pujol *et al.*<sup>20</sup> s'estudien les platges de Menorca entre els anys 2002–2012, i en general descriuen estabilitat a la línia de costa del 78,1 % de platges, regressió en un 14,4 % (especialment a les platges encaixades de Ponent i Migjorn) i avançament en un 7,5 %.

→ Per establir els mecanismes adequats de gestió de platges és necessari conèixer el seguiment morfològic de cadascuna. Idealment, el millor indicador d'estat de les platges el donaria el balanç sedimentari —tant de la platja emergida com de la submergida—, incloent múltiples eines com els canvis històrics derivats de fotografies aèries, el videomonitoratge, campanyes de camp i models predictius.<sup>15</sup>

**Figura 12.** Percentatges d'evolució de la línia de costa a 114 platges de Menorca entre 2000–2012. Estabilitat: entre - 0,5–0,5 m; accreió: > 0,5 m; i erosió < - 0,5 m. FONT: Gómez-Pujol *et al.*<sup>20</sup>

## REFERÈNCIES

- <sup>1</sup> GÓMEZ-PUJOL, L. *et al.* (2018). «Beach Systems of Balearic Islands: Nature, Distribution and Processes». A: *The Spanish Coastal Systems: Dynamic Processes, Sediments and Management* (2019). Morales J. A., Editor. Springer, 269-87.
- <sup>2</sup> TINTORÉ, J. *et al.* (2009). «Integrated and interdisciplinary scientific approach to coastal management». *Ocean and Coastal Management*, 52(10), 493-505.
- <sup>3</sup> RIERA, A. *et al.* (2007). «El valor d'ús recreatiu de la badia de Santa Ponça». *Cojuntura*, 20, 66-72.
- <sup>4</sup> CAÑELLAS, B. (2010). «Extreme Wave Height Events in the Balearic Sea: Characterization, Variability and Prediction». Palma: Universitat de les Illes Balears.
- <sup>5</sup> GÓMEZ-PUJOL, L. *et al.* (2011). «Controls on sediment dynamics and medium-term morphological change in a barred microtidal beach (Cala Millor, Mallorca, Western Mediterranean)». *Geomorphology*, 132(3), 87-98. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.04.026> .
- <sup>6</sup> ESTRANY, J.; GARCÍA, C. (2005). «Monitoring suspended sediment fluxes in the Na Borges basin, Mallorca, Spain». *IAHS-AISH Publications*, 299, 117-23.
- <sup>7</sup> NORDSTROM, K. F. (2000). «Beaches and dunes of developed coasts». Vol. 26, *Earth Surface Processes and Landforms*. Cambridge: Cambridge University Press.
- <sup>8</sup> ROIG I MUNAR, F. X.; MARTÍN-PRieto, J. Á. (2005). «Efectos de la retirada de bermas vegetales de *Posidonia oceanica* sobre playas de las Islas Baleares: Consecuencias de la presión turística». *Investigaciones Geográficas*, 57, 40-52.
- <sup>9</sup> MARTÍN-PRieto, J. Á. *et al.* (2016). «La erosión histórica de la playa de Sa Ràpita (S. Mallorca)». *Investigaciones Geográficas*, 66, 135-54.
- <sup>10</sup> MARTÍN-PRieto, J. Á. *et al.* (2018). «Análisis de la evolución histórica de la línea de costa de la playa de Es Trenc (S. de Mallorca): causas y consecuencias». *GeoFocus, Revista Internacional de la Ciencia y la Tecnología de la Información Geográfica*, 21, 187-214.
- <sup>11</sup> ROIG-MUNAR, F. X. *et al.* (2019). «Cuantificación de la pérdida de sedimento por la retirada mecánica de bermas (banquettes) de *Posidonia oceanica* en las playas de las Islas Baleares: consecuencias geomorfológicas». *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 32(2), 73-86.
- <sup>12</sup> RODRÍGUEZ-PEREA, A.; NICOLAU, S. (2000). «Alternatives a la dependència de les platges de les Balears de la regeneració artificial continuada: informe Metadona». Palma: Universitat de les Illes Balears.
- <sup>13</sup> GÓMEZ-PUJOL, L. *et al.* (2011). «Evolución de la línea de costa en una playa urbana (S'Arenal de Mallorca): intervención antrópica y dinámica natural». A: *Avances recientes en geomorfología litoral: actas de las VI Jornadas de Geomorfología Litoral*, 71-74. Madrid: Universidad Rey Juan Carlos.
- <sup>14</sup> TINTORÉ, J. *et al.* (2013). «SOCIB: The Balearic Islands Coastal Ocean Observing and Forecasting System Responding to Science, Technology and Society Needs». *Marine Technology Society*, 47, 101-17.
- <sup>15</sup> MORALES-MÁRQUEZ, V. *et al.* (2018). «Numerical and remote techniques for operational beach management under storm group forcing». *Nat Hazards Earth Syst Sci.*, 18(12), 3211-23.
- <sup>16</sup> PILARES, A. *et al.* (2015). «Cambios en la línea de costa de una playa urbana mediterránea a largo plazo: Cala Millor (Mallorca), 1956-2012». *Geotemas*, 15, 217-220.
- <sup>17</sup> GÓMEZ-PUJOL, L. *et al.* (2017). «Evolución y dinámica de una playa encajada de bloques y gravas en la costa NW de Mallorca (Cala Deià, Mallorca)». *Geotemas*, 17, 111-4.
- <sup>18</sup> MARTÍN, J. Á. *et al.* (2020). «Shoreline Historical Evolution (1956-2015) of Beaches of Menorca (Balearic Islands)». *Journal of Coastal Research*, 95(sp1), 563-7.
- <sup>19</sup> MARTÍN, J. Á. *et al.* (2018). «Evolución histórica de la línea de costa de playas de Menorca (Illes Balears): 1956-2015». A: Pons, G. X. *et al.* (Eds.). *Llibre de ponències i resums de les VII Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears*. Societat d'Història Natural de les Balears (SHNB); Universitat de les Illes Balears.

<sup>20</sup> GÓMEZ-PUJOL, L. *et al.* (2017). «Las playas de Menorca: naturaleza y distribución». *Monografies de la Societat d'Història Natural de les Illes Balears*, 25, 67-85.

<sup>21</sup> THIELER, E. R. *et al.* (2009). «The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) Version 4.0 - An ArcGIS extension for calculating shoreline change» [en línia]. Open-File Report. DOI: 10.3133/ofr20081278.

<sup>22</sup> VICENS, D. *et al.* (2021). «Valoració de l'estat de jaciments quaternaris litorals rere el pas de la borrasca Glòria al llevant de Mallorca (Illes Balears)». *Monografies de la Societat d'Història Natural de les Illes Balears*, 33.

<sup>23</sup> POSBEMED2 Interreg Mediterranean (2022).

<<https://posbemed2.interreg-med.eu/mt/special-pages/es-trenc-salobrar-de-campos-maritime-terrestrial-natural-park/>>.

<sup>24</sup> ROIG, F. X. (2003). «Identificación de variables útiles para la clasificación y gestión de playas y calas. El caso de la isla de Menorca (I. Baleares)». *Boletín AGE*, 35.

---

## AGRAÏMENTS

Lluís Gómez-Pujol (UIB), Àngels Fernández-Mora (SOCIB), i el Servei de Protecció d'Espècies (Conselleria de Medi Ambient i Territori).

---

## CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; PONS BUADES, G.X.; MARTÍN, J.Á. (2022). «Evolució sedimentària a platges». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2022* <<https://informemarbalear.org/ca/playas/imb-platges-cat.pdf>>.