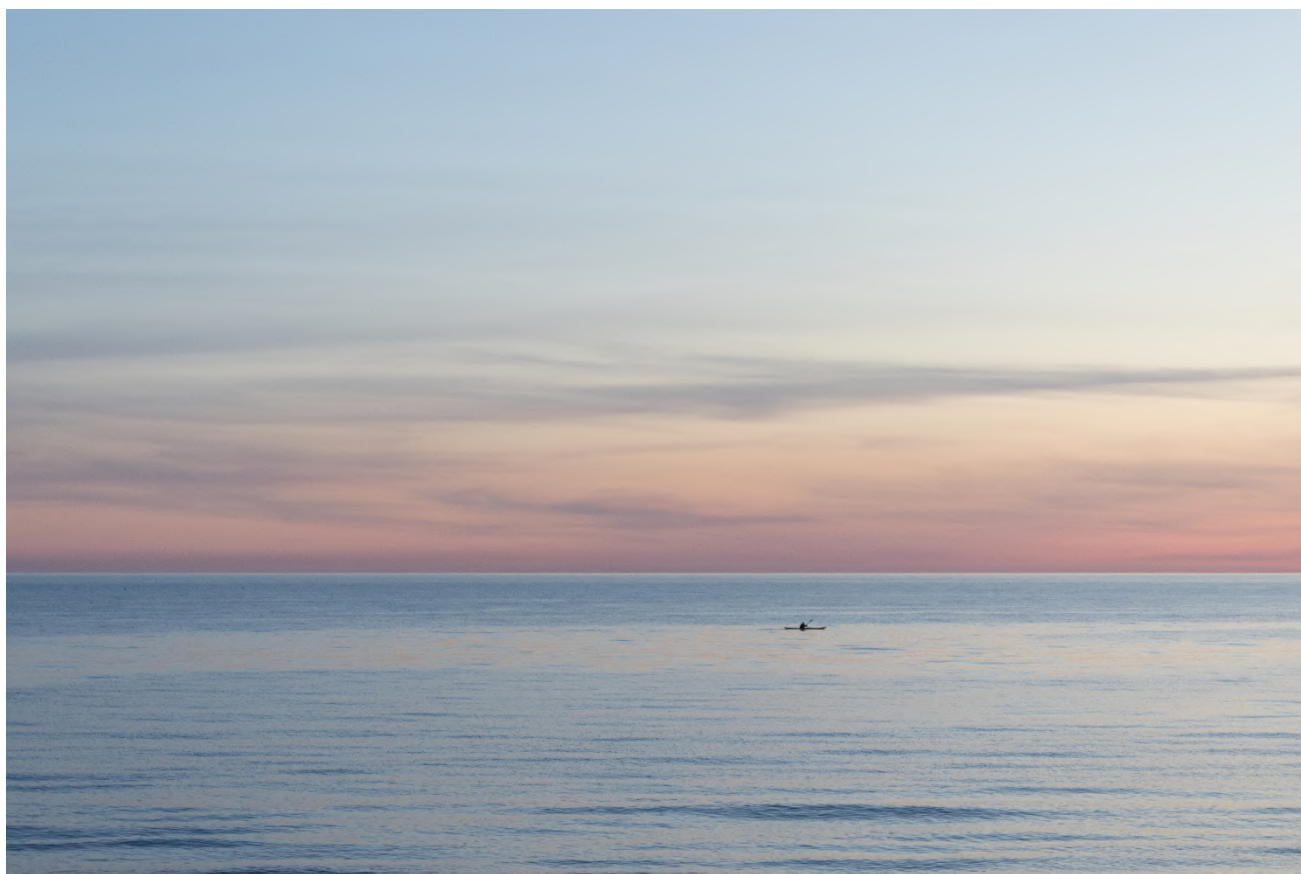


# LES PLATGES DE SITGES





# LES PLATGES DE SITGES

2n Batxillerat A

*Just the Motion*

TR

Curs 2019/2020



*Aquest treball ha estat imprès a doble cara,  
com a mesura responsable i favorable al medi ambient.*

*L'interlineat a les taules és simple per estalviar espai i, així, fulls.*



*Pues, ¿qué distinción es acaso más útil y más apta para vivir bien que la de Epicuro?*

*En una clase de deseos colocó aquellos que son naturales y a la vez necesarios;*

*en una segunda, los que son naturales pero no necesarios;*

*y en la tercera aquellos que ni son naturales ni necesarios,*

*y se comportan de tal manera*

*que los necesarios se pueden satisfacer sin mucho esfuerzo ni gastos;*

*los necesarios tampoco exigen mucho, pues la naturaleza misma provee*

*y limita los bienes que bastan para satisfacerlos;*

*sólo en los deseos superfluos es imposible encontrar una medida o un final*

*[...]*

*Pues los deseos que proceden de la naturaleza*

*pueden ser satisfechos fácilmente y sin perjudicar a los demás;*

*y ante los superfluos no hay que ceder, ya que lo que persiguen*

*no es deseable;*

*y es mayor el daño que producen*

*que la ventaja de las cosas que se obtienen por medio del mismo.*

*De finibus bonorum et malorum, XIII-XVI, M. TULLIUS CICERO (CICERÓ)*





## Agraïments

---

En primer lloc, agrair a la meva tutora la seva paciència i comprensió durant tota aquesta etapa: ha sigut la meva eina de mesura i orientació, així com una font d'ànims.

En segon lloc, donar les gràcies al R.V. per oferir-se a fer l'entrevista i a proposar-me punts de vista interessants pel meu treball. De la mateixa manera, al Doctor J.G.

En tercer lloc, agrair a I.A.M. la cessió d'un gran volum de fotografies antigues del municipi de Sitges, algunes de les quals estan en el mateix treball.

En quart i últim lloc, regraciar la meva família per la col·laboració, si més no simbòlica, en la meva recerca. Tot i així, a vosaltres Papi i Mami, per tenir la paciència de llegir-vos-el, a vosaltres Martina i laia, per donar-me el vostre total suport i ajuda quan més ho necessitava. Aquest treball va dedicat a tots vosaltres i a la resta de la meva família que no he esmentat.



## *Abstract*

---

Les platges són un gran símbol per a la nostra localitat i, el mar, una gran font de la nostra riquesa com a vila. En aquest estudi demostrarem si s'ha fet una bona gestió, si les platges han desaparegut realment; mitjançant l'explicació de l'evolució de la façana marítima sitgetana, però també l'anàlisi de l'evolució de superfície de les platges del municipi. De la mateixa manera, proposarem possibles solucions, econòmicament viables i respectuoses amb el medi ambient.

Després d'haver exposat tota l'evolució i haver analitzat les superfícies de l'objecte d'estudi hem arribat a una sèrie de conclusions: actualment, Sitges compta amb una franja litoral gairebé completament transformada i sense valors naturals. Tot i això, les platges de Sitges en conjunt han guanyat un 6,61% de superfície respecte el 1946. En contrast, les platges urbanes n'han perdut un 1,75%. Les que mouen més quantitat de sorra, en canvi, són les platges que limiten, com a mínim, amb un espigó perpendicular: representa el 33,24% de sediment traslladat.

En síntesi, els factors determinants per a la mobilització de sediments són els espigons perpendiculars, majoritàriament amb orientació SSE, i els ports, en aquest ordre. La variació més important en superfície s'ha produït a platges contigües a ports, a platges, a roques, a espigons longitudinals, a rieres, a espigons corbats i a espigons perpendiculars, en aquest ordre: els dics implantats en el passat no asseguren l'augment i la protecció de totes les platges.

En vista de tot això hem exposat una sèrie de solucions que, d'acord amb la introducció, n'hem destacat les següents per ser les econòmicament més viables i respectuoses amb el medi ambient: la implantació de sistemes dunars; la prohibició de fondeig; conscienciar la població de la problemàtica que té la vila amb les platges, deixar de trivialitzar-la.

Hem vist que no existeix una solució ràpida, efectiva i respectuosa amb el medi ambient, però aquesta situació és útil per adonar-nos del mal que estem fent a la natura —i, de rebot, a nosaltres mateixos— i per revertir-ho amb actuacions sostenibles com a màxima prioritat.



# Índex

---

AGRAÏMENTS .....	V
ABSTRACT.....	VII
1. INTRODUCCIÓ.....	XI
2. PROCESSOS LITORALS I MORFOLOGIA COSTANERA .....	1
2.1. <i>Delimitació i estructura del medi litoral</i> .....	1
2.1.1. Zona costanera (medi litoral) .....	1
2.1.2. Terminologia costanera.....	13
2.2. <i>Dinàmica marina</i> .....	19
2.2.1. Definició .....	19
2.2.2. Procés de les onades.....	19
2.2.3. Influència mareal.....	26
2.2.4. Corrents marins (Calvo [et al.], 2017) .....	31
2.2.5. Corrents de ribera, costa o litorals .....	32
2.2.6. Altres processos: marinada i terral ( <i>sea breeze</i> i <i>land breeze</i> ). .....	35
2.2.7. Procés d'erosió i sedimentació .....	38
3. LES PLATGES DE SITGES .....	41
3.1. <i>Descripció del poble</i> .....	41
3.1.1. Introducció .....	41
3.1.2. Una mica d'història ( <i>basat en PFC, 2011; Nolasco [et al.], 2007</i> ).....	43
3.1.3. Estructura territorial i relleu ( <i>Nolasco [et al.], 2007; RPI i TLIC, 2019</i> )....	45
3.1.4. El clima ( <i>basat en Nolasco [et al.], 2007</i> ).....	48

3.2. <i>Evolució de la façana marítima sitgetana (1948-2019)</i> .....	49
3.2.1. Des d'una vessant històrica .....	49
3.2.2. Des d'una vessant morfològica .....	52
3.3. <i>Fenomenologia de les platges de Sitges</i> .....	75
4. PART PRÀCTICA: ANALITZEM LES ÀREES.....	81
4.1. <i>Metodologia concreta i apunts previs</i> .....	81
4.2. <i>Conclusions específiques de la pràctica</i> .....	105
5. PROPOSTES DE SOLUCIONS.....	123
6. CONCLUSIONS.....	129
7. BIBLIOGRAFIA.....	133

## Introducció

---

Les platges són un gran símbol per a la nostra localitat i el mar, una gran font de la nostra riquesa com a vila: a través d'ell ens han arribat productes tan característics com la malvasia. Últimament, tant aquí com a moltes altres poblacions arreu de la costa catalana hem hagut de vetllar amb un gran problema: la desaparició de les platges urbanes. Les solucions que portem utilitzant els últims anys són accions que retornen la vida a les platges de manera temporal, a costa de les espècies instal·lades al fons marí, tals com la coneguda *Posidònia oceànica*.

Crec fermament que hem fet i estem fent una gestió que podria ser bastant millorable d'aquests espais. Amb aquest treball de recerca pretenc fer un estudi exhaustiu, tant des d'un punt de vista històric com científic, de l'evolució de les platges de Sitges i intentar trobar solucions a aquesta gestió econòmicament viables, però que, a la vegada, repercuteixin positivament en l'estabilitat dels ecosistemes que formen les platges. Per això, també penso que aquest projecte pot tenir una gran rellevància a escala social i, a la vegada, científica. Això ho faré mitjançant l'explicació de l'evolució de la façana marítima sitgetana, però també l'anàlisi de l'evolució de superfície de les platges del municipi: aquest darrer indicador és molt útil per tal d'observar el desplaçament del sistema litoral del seu estat original o inalterat, i ens permet tenir una noció de fins a quin punt les activitats humanes són capaces de modificar el medi.

La motivació que m'ha portat a escollir aquest tema és l'ambició de fer quelcom que pugui ajudar el meu poble: les platges han sigut objecte de debat des de fa molt de temps i créixer al voltant d'aquesta polèmica m'ha permès veure la magnitud del problema de primera mà.

Aquest treball de recerca l'he fet amb el programa *Vissir3*, de l'Institut Cartogràfic de Catalunya —ICC—, de la Generalitat de Catalunya, on podem trobar de forma totalment digitalitzada les imatges aèries des del 1946 sobre gairebé la totalitat del territori català. També utilitzant eines del mateix sistema, es poden calcular superfícies sobre la imatge: utilitzant les mateixes coordenades, ho superposem sobre el mapa utilitzat actualment a la mateixa escala.

És per això que el treball de camp —o, millor dit, pràctic— consisteix en la comparació de la sorra que hi havia en un tram de costa el 1946 amb què representa actualment dins de cadascuna de les platges de Sitges, per establir quines han estat les més significativament modeladores del perfil de la costa i del paisatge del municipi.

Les unitats estan calculades en m<sup>2</sup> de sorra. Tot i això, s'ha de tenir en compte un cert marge d'error que explicarem en detall més endavant, però que és degut essencialment a la variació que poden sofrir les platges en períodes de tempesta o de bonança i a l'estat de la cartografia. Per últim, per fer-ho de forma més visual, hem superposat el perfil del 1946 sobre la imatge actual, on s'observarà la diferència de perfil.

Per complementar la informació teòrica he fet entrevistes: una amb el Doctor J.G. —del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC)— el juny, que em va donar l'original idea d'utilitzar les roses de vent i onatge de *Puertos del Estado*; i el R.V., el qual em va posar una mica en context amb la situació local respecte l'objecte d'estudi. També he hagut de fer ús de l'editor de textos *Word* i del paquet de programes Office 365 —propietat de la companyia Microsoft—: em sento molt més còmode treballant amb aquest ecosistema que no pas amb el de LibreOffice. Per poder visualitzar els mapes cartogràfics en PDF i estudiar la fisonomia de les platges he hagut d'utilitzar *Adobe Acrobat Pro* i *GeoPDF*. A part, cal comentar que el perfil de les platges i la seva superfície s'ha calculat utilitzant el SIG —Sistemes d'Informació Geogràfica—, del *Vissir3*, que ja hem comentat abans.

Un sistema d'informació geogràfica —SIG o, en anglès, GIS— és un sistema informàtic, format per maquinari, programari, dades, usuaris i un marc organitzatiu, que permet enregistrar, emmagatzemar, gestionar, analitzar, consultar, visualitzar, presentar i difondre qualsevol tipus d'informació geoespacial (Nunes, 2013).

Per fer aquest treball ens hem ajudat de llibres, articles, revistes, diaris, pàgines web i altres mètodes informatius de caire tant local com general. En més detall a l'apartat de *Bibliografia*.

A causa de la llarga extensió dels apartats del sumari preferim que la seva consulta es faci directament des de l'índex —i no pas explicar-los aquí.

En aquest treball no m'he trobat amb moltes dificultats, si més no m'ha calgut un bon criteri de selecció d'informació, així com molta constància i esforç.



## Processos litorals i morfologia costanera

### 2.1. DELIMITACIÓ I ESTRUCTURA DEL MEDI LITORAL

La zona costanera és un medi molt dinàmic, el qual evoluciona a diferents escales del temps i de l'espai, fet que proporciona a aquesta part del territori una gran mobilitat, que condiciona qualsevol tipus d'actuació que s'hi faci.

*Estat de la zona costanera a Catalunya, GENERALITAT DE CATALUNYA (adaptació)*

#### 2.1.1. ZONA COSTANERA (MEDI LITORAL)

En un llenguatge popular no tècnic, utilitzem *costa* i *litoral* de la mateixa manera sense distinció. Des del punt de vista de la GEOMORFOLOGIA<sup>1</sup>, seria adequat considerar diferències conceptuals entre els dos termes: *litoral* requereix «medi natural», mentre que *costa* comprèn una zona morfodinàmica. D'acord amb aquest plantejament, podríem definir MEDI LITORAL com *aquella zona d'interacció i trànsit entre ambients aquàtics i terrestres* i que, al seu torn, comprèn tres subzones exposades més endavant. De la mateixa manera, diferent però no contradictòria, podríem utilitzar la definició següent com a complementària: *superfície de contacte dinàmic entre l'aire, el terra i el mar* (Lutgens i Tarbuck, 2005). Aquesta frase anterior posa un factor més en joc —l'atmosfera i els seus processos—, del qual parlarem més endavant. El medi litoral s'associa a canvis continus, tant a escala geològica com històrica.

L'arrel de tots aquests canvis geològics i geomorfològics es troba a les oscil·lacions de les aigües marines, de la mà dels PROCESSOS LITORALS, que són *fenòmens derivats de la confluència entre grans masses d'aigua estabilitzada en conques o depressions —llacs, mars i oceans— i les terres emergides* (Pedraza i Santos, 1996; Lutgens i Tarbuck, 2005).

<sup>1</sup> **Geomorfologia:** és l'estudi del mapa morfològic de la zona. La *geomorfologia costanera* es concentra en explicar els tipus de morfologia costanera i entendre els factors que la configuren (Woodroffe, 2002).

Aquesta confluència implica una *zona d'interrelació mútua, el litoral, i altres subzones o dominis d'interferència que, dins d'aquesta, suporten i condicionen directa o indirectament la intervenció de les aigües, originant accions específiques* (Pedraza i Santos, 1996).

*Subzones del MEDI LITORAL* (Carter, 1988; Guillén; Pedraza i Santos, 1996; SC<sup>2</sup>, 2005)

<p>TERRESTRE DE TRANSICIÓ (O SUPRALITORAL)</p>	<p>Franja del territori permanentment emergida, pròxima al domini aquàtic, tot i que tampoc queda sotmesa a les seves accions dinàmiques d'una forma directa, excepte en circumstàncies excepcionals i punts concrets —com, per exemple, l'onatge en grans temporals. Les seves formes característiques són les dunes i les bermes.</p> <p>Processos i ambients, si bé són propis del domini terrestre, mostren una certa influència de l'aquàtic, progressivament menor a la vegada que ens hi distanciem, fins a desaparèixer del tot. Aquesta transició de la qual parlem és quasi bé sempre gradual i serveix per separar el litoral d'altres medis i ambients terrestres amb què conviu.</p>
<p>AQUÀTICA DE TRANSICIÓ (O INFRALITORAL)</p>	<p>Franja estabilitzada d'aigües que, deixant de banda la seva profunditat, és pròxima al domini terrestre, tot i que mai arriba a produir-li una interferència directa. S'estén des de la base de la zona interlitoral fins el límit inferior marcat per l'acció de l'onatge durant els temporals i les seves formes més característiques són les barres de sorra.</p> <p>Els processos i ambients de la subzona aquàtica mostren una certa influència de la terrestre de transició, però es va debilitant una vegada ens n'allunyem i acaba desapareixent amb la distància. La transició entre dominis normalment és gradual i serveix per limitar el litoral d'altres medis o ambients aquàtics adjacents o pròxims. A la Mediterrània, i en condicions normals, està situada a uns 20 m aproximadament.</p>

<sup>2</sup> **SC:** Servei de Salut Pública i Consum.

MIXTA (O INTERLITORAL)	<p>És una franja on conflueixen o contacten les dues anteriors sub-zones: és aquella porció del domini terrestre sotmesa a l'acció directa de les aigües estabilitzades i, a la vegada, aquella porció del domini aquàtic que interfereix directament amb les terres emergides. Es tracta de la zona de màxima energia, on hi ha un gran moviment de partícules i on es troben els materials de mida més gran.</p> <p>Aquestes accions i interferències regulen el tipus de processos i fan que, des de la perspectiva geomorfològica, es pugui considerar com un <i>domini morfogenètic específic</i>. Aquest domini correspon a franja litoral que sofreix grans alteracions espacials. Això rep el nom de COSTA O RIBERA.</p> <p>Més concretament, la podem situar entre els límits de l'onatge en condicions favorables, i la seva amplitud variarà en funció de l'àrea en què es trobi. Pot presentar «escalón», topografia rítmica o petites barres de sorra.</p>
---------------------------	---

### 2.1.1.1. COSTA I RIBERA

COSTA i RIBERA s'han generalitzat com a sinònims, tot i que hem de saber que no són el mateix: la primera fa referència a *terres emergides*, mentre que la segona, a *les aigües*. Per distingir ambdós conceptes, podríem dir que la COSTA és *aquella franja de terres que, penetrant sota les aigües en part i fins una certa profunditat, mostra influència directa del medi aquàtic* (Carter, 1988; Pedraza i Santos, 1996), mentre que la RIBERA, al seu torn, seria *la franja de terra i aigua que estan o poden estar, segons moment i regió, en interacció mútua directa* (Pedraza i Santos, 1996). Dit això, tal i com farem amb altres conceptes al llarg del treball per simplificar explicacions, considerarem equivalents aquests dos conceptes.

Podríem dir que és una zona en què *succeeixen fenòmens costaners o on aquests tenen un paper fonamental* (Strahler i Strahler, 1982). Les costes solen tenir una gran variabilitat i suposen una font important de recursos naturals.

Resultat dels PROCESSOS LITORALS, apareixen formes morfològiques que es poden classificar seguint diversos models. Tot i això, hem de tenir en consideració que, tot i que quasi totes les classificacions siguin coincidents, es diferencien en petits detalls que s'han de tenir en compte. Això farà que haguem d'estimar diversos models possibles, un per a cada configuració morfològica del terreny.

Les figures que presentarem a continuació ens ajudaran a entendre millor les classificacions de les costes —que exposarem més endavant—, així com un apartat posterior, on parlarem de terminologia costanera.

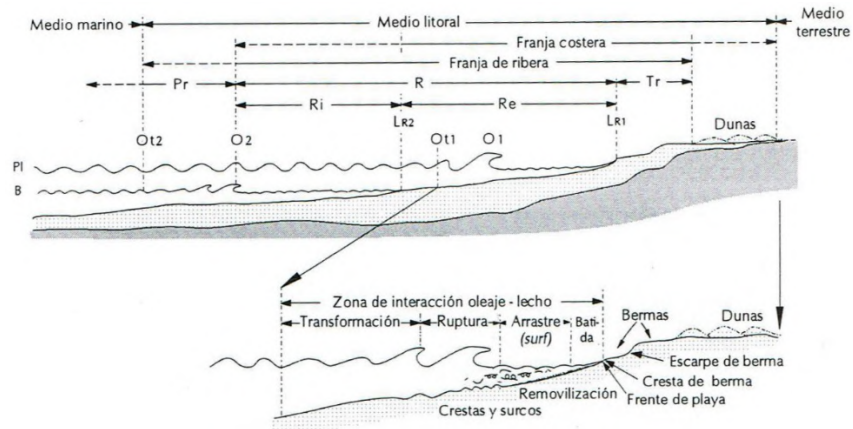


Figura 2.1: model costaner d'una platja. Font i elaboració: Pedraza i Santos, 1996.

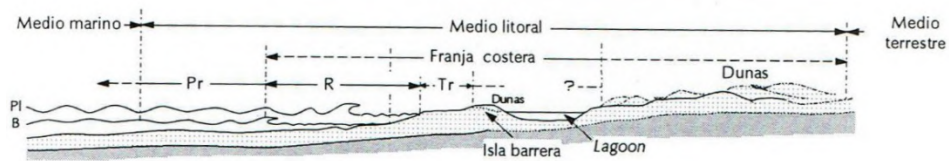


Figura 2.2: model costaner a una illa-barrera lagoon. Font i elaboració: Pedraza i Santos, 1996.

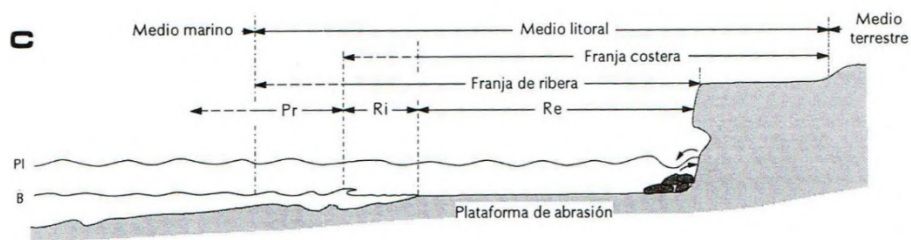


Figura 2.3: model costaner a un penya-segat. Font i elaboració: Pedraza i Santos, 1996.

**Llegenda de les figures:** plenamar (PI), baixamar (B), ribera (R), alta mar (Pr), platja alta (Tr), ribera interior (Ri), ribera exterior (Re), rompent de l'onatge (O<sub>1</sub> amb marea alta, O<sub>2</sub> amb baixa), límit inicial per a la transformació de l'onatge (O<sub>t1</sub> amb marea alta, O<sub>t2</sub> amb marea baixa), línia de costa/ribera<sup>3</sup> (L<sub>R1</sub> amb marea alta; L<sub>R2</sub>, baixa).

<sup>3</sup> Línia de costa/ribera: com explicarem més endavant, les considerarem iguals per simplificar (tot i que no ho són).

Una de les més utilitzades fa referència a la relació entre dinàmica tectònica i marges de placa (Inman i Nordstrom, 1971):

<i>Classificació de litorals segons la seva dinàmica tectònica</i>	Costes a marges convergents
	Costes a marges marginals
	Costes a marges passius <i>nascentes</i>
	Costes a marges passius madurs
	Costes a marges passius madurs a zones distals d'orògens

Un altre tipus de classificació del que parlarem, des del punt de vista geomorfològic, se centra sobretot en la configuració fisiogràfica general del terreny.

*Classificació geomorfològica de les costes (P&S<sup>4</sup>, 1996; Breton, 2016; S&S<sup>5</sup>, 1982)*

DE RIA	Són aquelles en què el vall fluvial queda inundat pel mar, és a dir, aquest tipus de costa es forma quan es produeix un ascens del nivell del mar o un enfonsament del continent —subsidiència—, fets que generen un aixecament de la línia de costa. A vegades, per aquest fet, també són anomenades COSTES D'IMMERSIÓ. Se solen associar amb els estuaris. <i>Exemple: ries gallegues i irlandeses.</i>
DE FIORD	Són similars a les de ria, però amb la diferència que hi ha una gran canalització d'aigua marina que penetra a valls glacials.
DE ILLA BARRERA I LAGOON	Presenten la línia de ribera — <i>shoreline</i> — davant un recinte aquós ( <i>lagoon</i> ), limitat per una barrera, la qual consistiria en una alineació sorrosa d'acreció marina. <i>Exemple: zones del Golf de Mèxic i la costa del Mar Menor (Espanya).</i>
SORROSES O DE PLATGES ESTABILITZADES	A diferència dels anteriors tipus, la línia de costa — <i>coastline</i> — i línia de ribera — <i>shoreline</i> — sí coincideixen. És una franja mixta —emergida-submergida— on es produeix mobilització de material de manera contínua. De la mateixa manera, és bastant freqüent la presència de dunes terra endins. <i>Exemple: majoria de platges del litoral espanyol.</i>

<sup>4</sup> P&S: Pedraza i Santos.

<sup>5</sup> S&S: Strahler i Strahler.

PLANES DE MAREA	<p>Són costes de fisonomia molt plana, amb un gran desenvolupament de la zona intermareal: sovint podem trobar-hi sediments de decantació —degut als processos d'inundació rítmica—, llacunes litorals —<i>lagoon</i>—, planes de fang... Això succeeix a causa de les oscil·lacions al nivell de l'aigua que controlen les marees. La roca del substrat o la morfologia tenen poca transcendència dins la dinàmica d'aquest sistema. Les aigües són una barreja entre continentals i marines.</p> <p><i>Exemple: Mar del Nord, Florida i Tierra de Fuego.</i></p>
DE DELTA	<p>Corresponen a zones on les aigües continentals envaeixen el domini marí, donant lloc a una construcció cònica o en ventall. Són abundants a tot el món.</p> <p><i>Exemple: a Catalunya mateix podríem destacar-hi la desembocadura de l'Ebre.</i></p>
D'ESCULL	<p>Són construccions biogèniques que emergeixen a la superfície mitjançant barreres. Els casos més destacats són les barreres que formen atols —<i>exemple: als cinturons d'illes del Pacífic central.</i></p>
DE PENYA-SEGAT (O ROCOSOS)	<p>De vegades també s'anomenen <i>tectòniques, estructurals o d'elevació</i> —això és així a causa que aquest tipus de costes sol estar controlat per activitat tectònica o volcànica recent, o per la seva estructura o litologia.</p> <p>Formen escarpaments que evolucionen gràcies a l'acció directa del mar, juntament amb uns altres processos característics d'aquesta fisonomia —processos gravitacionals, per exemple. Els escarpaments poden quedar situats darrere d'una platja originada pel retrocés del penya-segat; en aquests casos, la seva evolució és més lenta, ja que desapareix l'acció directa de l'onatge en la majoria de casos —en casos de tempesta, per exemple, aquest cas sí es podria donar.</p> <p><i>Exemple: costa insular canària i balear.</i></p>

Pel seu caràcter insular, Espanya està formada per un gran ventall de tipus de costes. Tot i això, les que predominen són les rocoses o de penya-segat i les platges. La longitud total és de 7880 km, dels quals 4990 corresponen a la Península i 2890, a la costa insular —com ara Canàries i Balears. Dins de tots aquests quilòmetres de costa, apareixen 2853 sectors de platja —és a dir, un 38% de la costa—, mentre que un 51% pertany als penya-segats —alts, baixos i costa baixa—; la resta de tipus presents al país apareix en una proporció notòriament menor (Zazo i Goy, 1994).

A la costa cantàbrica i gallega predominen les costes de penya-segat juntament amb platges confinades i plataformes litorals relictas —rases—, una mica més elevades respecte el nivell del mar (IGN, 2019).

A la costa gallega, el recent ascens del nivell del mar s'ha convertit en l'origen de les ries. A la costa atlàntica del Sud-oest peninsular predominen les platges rectes. Aquestes platges estan associades a formacions arenoses —*fletxes, tómbols, etc.*— que, una vegada han limitat les antigues badies dels principals rius —*Guadiana, Guadalquivir...*— han facilitat el desenvolupament d'aiguamolls i maresmes (IGN, 2019).

La proximitat dels relleus bètics —entorn de Gibraltar— afavoreix l'existència de penya-segats, platges i maresmes mareals (IGN, 2019).

A les costes insulars predominen els penya-segats sobre roques calcàries a les Balears i volcàniques. A Canàries, intercalats amb cales o àmplies cales —*Pollença, Alcúdia*— que afavoreixen el desenvolupament d'àmplies platges i cordons dunars (IGN, 2019).

Les costes mediterrànies evidencien la proximitat dels relleus bètics i ibèrics i l'escassa magnitud del rang de variació de les mareas —<1 m—, entre d'altres. Per aquesta mateixa raó, podem trobar platges adossades a deltes —*Ebre, Llobregat, Besòs*—, que alternen amb trams de penya-segats —*Costa Brava*. En sectors deprimits es desenvolupen albuferes —*Torre Vieja, València*—, aïllades de la costa per cordons litorals (IGN, 2019).



Figura 2.4: tipus de costa arreu d'Espanya. Font: IGN, 2019.

A grans trets Catalunya presenta un registre geològic complex on es poden distingir dues grans etapes: el cicle hercinià —eres primària, secundària i terciària— i el plegament alpí.

A l'inici de l'era primària, Catalunya formava part d'una conca oceànica en la qual es dipositaven materials sedimentaris fins que van experimentar processos de metamorfisme (CIIRC, 2010). Al final d'aquesta era va tenir lloc una fase de plegament, que va determinar un període de sedimentació irregular de materials calcaris i conglomerats, fet que va provocar la formació d'àrees emergides, amb relleus amb una orientació NW-SE i on el mar inundava les parts que ara corresponen als Pirineus i el sector meridional del Sistema Mediterrani (CIIRC, 2010). L'era secundària i l'inici del terciari es caracteritzen pel fet de ser períodes en què es produeix una acumulació de sediments en ambdues fosses marines, la fossa pirinenca i la fossa mediterrània.

En la segona etapa, coneguda com a plegament alpí, els sediments van experimentar una elevació i van formar els Pirineus i el Sistema Mediterrani, mentre es desenvolupava un procés d'enfonsament del massís de l'Ebre. Les fases de descompressió posteriors van provocar l'enfonsament del massís catalanobalear i l'aparició de les fosses tectòniques del Sistema Mediterrani —Depressió Prelitoral— i els Pirineus —Cerdanya. L'actual Depressió Central va passar per una etapa de mar interior on s'acumulaven els materials al·luvials procedents dels relleus pirinencs i mediterranis. La dessecació progressiva d'aquest mar, juntament amb l'aparició d'alguns fenòmens de vulcanisme —Olot— i l'acció erosiva, van originar la geologia i relleu actuals de Catalunya.

*La costa de Catalunya s'estén des del cap Falcó —a la part meridional del cap de Cervera—, al Nord, fins al riu Sènia, al Sud. Segueix una orientació general de Nord-Est cap al Sud-Oest, i té una longitud de 556 km, aproximadament —les mesures canvien depenent de la font; nosaltres hem utilitzat un poti-poti del CIIRC (2010 i 2012).*

*La proporció de kilòmetres quadrats de superfície per quilòmetre de costa és a Catalunya de 55 km<sup>2</sup>/km, la qual cosa representa disposar d'una àmplia façana marítima. D'altra banda, existeix una forta densitat lineal de població, corresponent per al conjunt de Catalunya més de 10.000 habitants per quilòmetre de costa.*



*De forma aproximada, els tipus de costa catalana i les seves extensions són els següents:*

- **Penya-segats:** 208 km;
- **costa baixa:** 52 km;
- **platges:** 256 km;
- **ports i obres marítimes:** 40 km.

*La franja costanera terrestre de 100 metres de profunditat es troba urbanitzada, en nuclis de població compacta —pobles i ciutats— i difusa —cases unifamiliars, hotels, càmpings—, en 340 km lineals, cosa que representa el 59% de tota la costa. Si no es compta la longitud del delta de l'Ebre, des de Sant Carles de la Ràpita fins l'Ampolla—112 km—, i la del cap de Creus, des de la cala Montjoi de Roses fins la cala Tamariu en el Port de la Selva —50 km—, la proporció de costa urbanitzada és del 81% (Departament de Territori i Sostenibilitat, 2019).*

*Catalunya disposa d'uns 256 km de platges —59 km a la província de Girona, 79 km a la de Barcelona i 118 km a la de Tarragona—, la major part de les quals —150 km— es troben en ambients urbans. Les platges urbanes són limitades per un passeig marítim o per altres tipus d'infraestructures, com ara carrers, carreteres, vies fèrries i cases (Sánchez Arcilla [et al.], 2016). Les platges de Catalunya es distribueixen al llarg de vint-i-dues cel·les litorals, és a dir, d'unitats fisiogràfiques sense intercanvis de sediment en els contorns laterals. D'acord amb el mateix estudi, la platja mitjana de Catalunya fa uns 37 m d'amplada, té una mida de gra de 0,7 mm —bastant més gran que la de Sitges, més del doble— i un pendent de la cara de la platja d'1/10 (CIIRC, 2010).*

*Les platges dins l'àrea d'influència de rius llargs i/o amb grans conques de drenatge —l'Ebre, el Llobregat i el Ter— presenten una mida de gra fina, mentre que les platges originalment alimentades per cabals sòlids efímers —en general molt curts i, per tant, amb un pendent elevat— presenten una mida del sediment més gruixuda. La construcció de ports i obres de defensa, juntament amb la dràstica reducció de la capacitat de transport sòlid dels rius —a causa d'una forta regulació dels cabals—, ha pertorbat aquest model de distribució del sediment. Aquest nou escenari ha obligat a mantenir artificialment les platges per a seguir donant suport al turisme que s'hi desenvolupa (CIIRC, 2010; Guillén; Soulsby, 1997; Sánchez-Arcilla [et al.], 2016).*

Els diversos tipus de costa catalana responen a l'estructura geològica de la zona litoral de Catalunya. Aquesta configuració dona lloc a sis tipus principals de costa (Agència Catalana de l'Aigua, 2012):

- **Costa rocosa i abrupta:** formada per una costa rocosa, retallada per les cingleres i amb nombrosos entrants i sortints, dominada per una forta pressió dinàmica de la mar. El litoral del cap de Creus, Montgrí, Begur i Tossa de Mar correspon a aquest tipus morfològic de costa accidentada i irregular amb petites platges al fons de les cales.
- **Costa rocosa mitjanament abrupta i amb poques possibilitats de desenvolupar platges.** La dinàmica marina és menys accentuada que a l'anterior tipus. Així són el litoral del Garraf i el cap de Salou.
- **Costa poc abrupta i poc retallada:** amb forta pressió sedimentària a causa de les aportacions episòdiques de les torrenteres locals i també per la deriva litoral, condicionades ambdues pels treballs dels temporals. Les costes de la zona central del Maresme, Vilanova i la Geltrú o l'Ametlla de Mar són exemples d'aquest tipus de costa amb platges desenvolupades a partir de les aportacions de les torrenteres i de la deriva litoral.
- **Costa deltaica progradant, i deltes potencialment progradants:** no hi ha afloraments rocosos i presenten platja al llarg de tota la costa. Són regulades per dos factors: el fluvial —cabal, avingudes, acció antròpica— i el marí —corrents, temporals, etc.. La zona de la desembocadura de la Tordera o de l'Ebre en són exemples.
- **Costa deltaica al·luvial amb forta pressió dinàmica del litoral i presència d'algun aflorament rocós:** el factor eòlic és també molt considerable. La badia de Roses, amb platja a tot el llarg del sector, correspondria a aquest tipus de costa.
- **Sectors altament influenciats o modificats per l'acció humana, amb importants variacions del perfil litoral original:** façana litoral de Barcelona i Tarragona.

## 2.1.1.2. LITORAL

El LITORAL és un espai on els processos físics s'interrelacionen amb els processos econòmics, culturals i socials (Breton i Romagosa, 2016). Entre processos més característics de litoral es poden distingir morfologia, distribució de sediments i la presència d'ecosistemes biològics propis, així com una certa influència derivada d'una sèrie de processos relacionats amb l'onatge, el vent, les mareas, els corrents litorals i la influència del continent (Guillén).

Cal tenir en compte que, com hem dit abans, és diferent la COSTA del LITORAL, tot i que quan parlem d'ells en un llenguatge no tècnic solem agrupar-los en un mateix concepte. Per tant, malgrat que ambdós termes es juxtaposen entre ells, no hem de confondre'ls. Per fer-nos una idea més simplista, podríem agrupar la costa dins del litoral, sent la primera una unitat providencial del segon.

La delimitació del LITORAL sempre ha sigut objecte de debat. A arrel d'això, s'han proposat diverses definicions de litoral des de diferents punts de vista:

*El litoral des de diferents punts de vista*

BIOLOGIA  ROS I SERRA, 1996	<i>La faixa més o menys estreta sotmesa a diferents factors ambientals que considerem característics d'aquesta zona, i que s'estén entre un límit superior definit per la desaparició d'espècies típicament terrestres i l'aparició d'espècies marines o adaptades a la influència del ruixim marí, i un límit inferior que coincideix amb el final de la plataforma continental i l'inici del talús continental.</i>
GEOGRAFIA	<i>Aquella àrea en què es donen interrelacions entre el mar i la terra, tenint en compte no solament els sistemes físics i biològics, sinó també les influències econòmiques, socials i culturals i les seves implicacions sobre el medi.</i> BRETON, 1996.  <i>Franja en què interaccionen, tant des del punt de vista físic i biològic, com social i econòmic, la terra i el mar. El resultat d'aquesta interacció és una zona amb característiques singulars, tan a la banda terrestre com a la banda marina.</i> GARCÍA, 1988.

La primera és una definició més restringida, que inclou principalment la part marítima del litoral; la part terrestre és mínima: només arriba fins a unes desenes de metres terra endins. La segona i la tercera definició són molt més àmplies territorialment i donen més rellevància a la part terrestre del litoral, ja que la influència d'activitats humanes que tenen lloc al costat del mar, certament, pot arribar a molts quilòmetres a l'interior, podent superar fins i tot l'àmbit municipal.

A continuació exposarem un quadre resum en què constarà la delimitació de litoral i costa d'una forma resumida, des de diferents punts de vista —biològic, territorial i administratiu—:

<i>Àmbit</i>	<i>Delimitació territorial</i>	<i>Delimitació administrativa</i>	<i>Delimitació biològica</i>
LITORAL	<i>Espai terrestre: variable fins uns 10 km. de distància a la costa.</i>	<i>Espai terrestre: termes municipals costaners i, si s'escau, altres molt propers.</i>	<i>Espai terrestre: zona supralitoral i ecosistemes terrestres.</i>
	<i>Espai marítim: des de la costa fins el límit de la plataforma continental — ≈ 20 milles nàutiques.</i>	<i>Espai marítim: espai de la plataforma continental.</i>	<i>Espai marítim: dominis pelàgics i bentònics.</i>
COSTA	Alguns centenars de metres, com a màxim	Zona marítimo-terrestre	Zona intermareal

Quadre 2.1: delimitació del litoral i de la costa. Font: Breton i Romagosa, 2016.

La definició de LITORAL amb què treballarem, per la seva gran simplicitat i versatilitat, serà la següent, proposada per Tarbuck i Lutgens l'any 2005, tot i que també tindrem en compte la que van proposar Breton i Romagosa, més enrere en aquest mateix apartat i, de la mateixa manera, una proposada per Guillén: *zona que s'estén des del nivell de marea més baix fins el punt terrestre més llunyà al mar afectat per l'onatge de temporal.*

### 2.1.2. TERMINOLOGIA COSTANERA

Qualsevol delimitació fisiogràfica sobre els territoris que estem analitzant implica tenir en compte el nivell de les aigües i, consegüentment, la franja de terra que ocupen aquestes; això comporta modificacions a la seva configuració general, a la d'aquells materials que els sostenen i en les successives posicions de la línia de costa i de ribera, de les quals parlarem a continuació. També cal destacar que hem creat un quadre —quadre 2.2— on comparem la terminologia costanera anglesa amb la catalana i definim resumidament els conceptes, un a un. De la mateixa manera, abans de començar l'apartat de terminologia ens agradaria comentar que el significat d'un mateix terme pot variar segons el punt de vista del camp des del qual estiguem fent la recerca i des del parer de cada autor. Per aquesta raó, pot ser que les definicions utilitzades no les comparteixi tothom d'un mateix entorn i, ni molt menys, en el món científic. Dit d'una altra manera, a partir d'aquestes definicions ens adonarem que els límits del litoral no són fixos, no estan marcats per fronteres polítiques o administratives, ni per una distància concreta en relació a la línia de costa: els seus límits varien en funció de qui l'estudia —amb això també tenim en compte les «discrepàncies» terminològiques entre científics americans i europeus (Woodroffe, 2002)— o dels processos que es tenen en consideració (Kay i Alder, 1999).

La terminologia es pot subdividir segons els canvis morfològics —*backshore*, *foreshore*, *inshore* i *offshore*—, o segons la fase de la onada que estigui operant en una zona concreta —*swash zone*, *surf zone* i *breaker zone*, que juntes formen la *nearshore zone*. També la podríem classificar des del punt de vista de la sedimentologia: segons el tipus de sediment, les estructures sedimentàries i/o els processos de deposició (Reading i Collison, 1996). En el nostre treball farem un petit *poti-poti* de les tres.

Per no estendre'ns molt, explicarem solament els termes més importants, i la resta els resumirem en un quadre resum.

A més, recomanem revisar les figures 2.1, 2.2 i 2.3 per aclarir alguns conceptes que exposarem a continuació.

### 2.1.2.1. LÍNIA DE COSTA (*coastline*) I DE RIBERA (*shoreline*)

La LÍNIA DE COSTA és una línia de gran variació posicional que marca el contacte entre la terra i el mar, és a dir, és el punt on l'aigua salada del mar es posa en contacte amb l'aigua dolça i els minerals sòlids continguts en els continents (Strahler i Strahler, 1982; Woodroffe, 2002). Es considera una zona de vital importància per a la nostra espècie: per una banda, constitueix una font alimentària i ecosistèmica important —estem parlant de peix, marisc i aus marines, que es troben en aigües poc profundes i estuaris— i per l'altra és una base de transport de gent i de mercaderies; de fet, en tota guerra que hi ha hagut, la línia de costa ha sigut una barrera perillosa a defensar davant els enemics arribats per mar. Científics que estudien la costa han intentat entendre la línia de costa i què la uneix als processos que la modifiquen i, de la mateixa manera, la relació d'interdependència que té amb els dominis marins i terrestres adjacents.

Durant períodes prolongats, la posició mitjana de la línia de costa canvia de manera gradual. Per tant, a l'intentar establir-la hem de tenir en compte la variabilitat en l'espai i el temps que pot tenir el nivell del mar. Els mareògrafs amiden aquestes oscil·lacions respecte una referència —això permet analitzar les variacions actuals. De totes maneres, les dades que aporten es basen en una sèrie puntual i curta; per aquesta raó, hi ha una gran dificultat a l'hora d'establir un nivell mitjà.

La línia de ribera és conceptualment similar a la línia de costa, però menys evident a l'hora d'identificar-la: la segona està basada en una evident transició morfològica entre terra i mar (Sain, 2018), però la línia de ribera és la interfase<sup>6</sup> entre la terra i el mar (CIRIA, 1996), és la zona que es troba entre la línia de plenamar i la de baixamar, la qual va fluctuant depenent de, òbviament, les marees, però també de la influència de les onades (Sain, 2018). Anàlogament amb la simplificació que hem fet amb *costa* i *ribera*, podríem dir que la línia de costa i de ribera constitueixen una de sola —seria la línia de contacte entre terres emergides i aigües estabilitzadores—, però la primera correspondria al límit extern en relació a les terres emergides —el més proper a les aigües, fins on arriba o fins on pot arribar el domini terrestre en cada moment o regió.

---

<sup>6</sup> **Interfase:** límit comú en què diferents parts d'un mateix sistema interactuen.

La segona, en canvi, al límit extern en relació a les aigües —el més proper a les terres emergides, fins on arriba o fins a on pot arribar el domini aquàtic en cada moment i regió (Pedraza i Santos, 1996).

#### 2.1.2.2. PLATJA ALTA (*backshore*) I PLATJA BAIXA (*foreshore*)

La PLATJA ALTA (*backshore*) és la part de la platja situada a la part continental de la línia que marca la plenamar (Tarbuck i Lutgens, 2005). Està seca en condicions normals, sovint es caracteritza per bermes i manca de vegetació (Mangor, 2004). Només s'exposa a onades i inundacions en esdeveniments extrems amb plenamar i tempesta (TERMCAT, 2011).

En canvi, la PLATJA BAIXA —*foreshore*— és una zona d'aquesta situada a tocar del mar, que abraça tota l'àrea afectada per la dinàmica normal de l'onatge; és una part de la platja compresa entre el límit de la plenamar i el de la baixamar —per aquesta mateixa raó, també se l'anomena zona intermareal (TERMCAT, 2011). A les costes mediterrànies no se sol trobar.

#### 2.1.2.3. RIBERA INTERIOR (*inshore*) I EXTERIOR (*offshore*)

La RIBERA INTERIOR està *dins* de la ribera. Una definició seria el tram entre el nivell mitjà de la baixamar i la línia de rompent de l'onatge a baixamar. Altra gent l'entén com el domini entre el nivell mitjà inferior de les aigües i la zona en què l'onatge estacionari circular passa a el·líptic —a baixamar— generant una espècie de barres al llit marí. Aquest domini està cobert d'aigua permanentment i el llit marí sofreix els efectes de l'onatge que torna a mobilitzar el seu material, fonamentalment grava i sorra. En sedimentologia se sol anomenar *shore face*. (P&S, 1996; Carter, 1988; Breton i Romagosa, 2016.)

Mentre que ALTA MAR —*offshore*— està *fora de la ribera*. Correspon a la zona del litoral més allunyada de la vora —és a dir, aigües endins. Aquest concepte també s'utilitza per referir-se a les aigües i l'onatge previ a la zona de ribera propera —*nearshore*. De totes maneres, en tota definició sempre trobarem que està sempre immersa. (P&S, 1996; Carter, 1988; Breton i Romagosa, 2016; TERMCAT, 2011.)

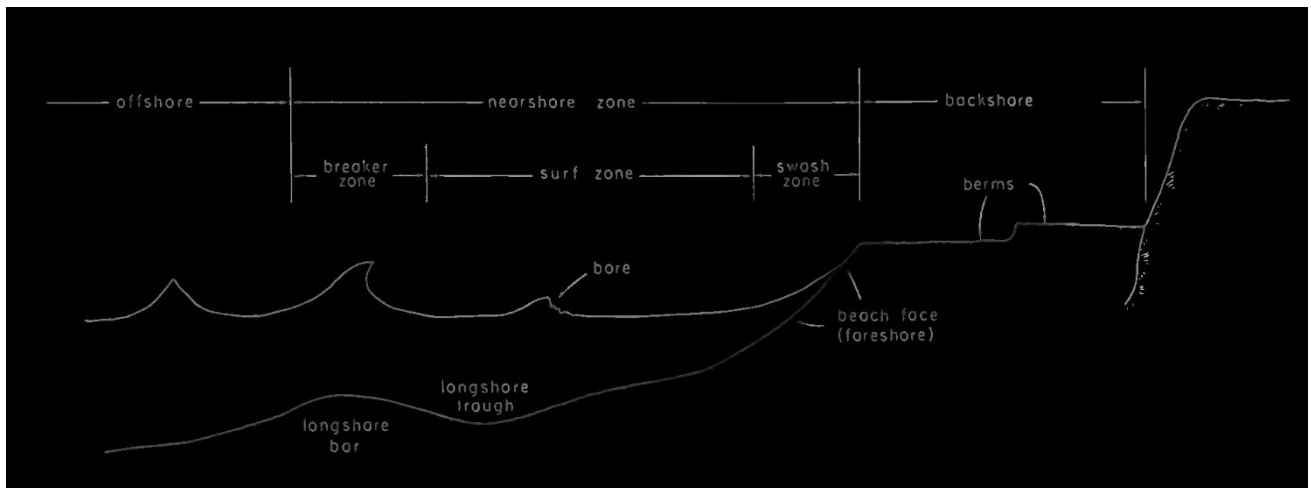


Figura 2.5: definició dels termes costaners. Adaptat de Shore Protection Manual, 1984.



---

**2.1.2.4. ALTRES TERMES I RESUM**

---

*Resum de terminologia litoral i la seva correspondència amb l'anglesa* (P&S, 1996; Carter, 1988; Breton i Romagosa, 2016)

---

*Littoral zone* → **Zona litoral**. El seu significat, com ja hem parlat abans de començar l'apartat, depèn de molts factors, entre ells l'autor que ho defineixi i la transcendència que atorgui a un concepte o a un altre. De totes maneres, sovint es fa referència a la interacció entre mar i continent.

*Beach* → **Platja**. Franja amb material mobilitzable —sorra i grava, sobretot—, de topografia plana i irregular, estesa cap a les aigües, sotmesa i a la vegada creada a causa de l'acció de l'onatge.

*Coast* → **Costa**. De la mateixa manera que hem dit amb la zona litoral, l'aplicació i definició del concepte recaurà en diverses circumstàncies. Pot considerar-se, tal i com hem fet nosaltres, la porció de terres emergides que penetren a les aigües fins a una profunditat determinada, mostrant una influència directa del medi aquàtic.

*Coastal plain* → **Plana litoral o costanera**. Planes elevades, més o menys, sobre el nivell del mar, originades a causa de fenòmens d'agradació.<sup>7</sup> o degradació.<sup>8</sup> per les aigües marines o dipòsits lacustres.

*Shore* → **Ribera o vora**. Normalment aquest terme es tradueix com *platja*, *litoral* o *costa* i, tot i així, els seus derivats no tenen una correspondència exacta al català. El terme, en principi, implica aigües marines o dipòsits lacustres durant el seu contacte immediat amb les terres emergides. Per tant, equival a *vora* o *ribera* i utilitza com a referència les aigües estabilitzades. Pot definir-se com *la franja de terres i aigua que estan o poden estar, segons el moment o regió, en interacció mútua directa*.

*Backshore* → **Platja alta**. Literalment significa *part posterior de la ribera*. Correspon al tram superior de la platja i s'estén entre la cresta de la berma i la línia, terra endins, on comença la vegetació o canvia la morfologia —com, per exemple, al passar a un camp de dunes, un escarpament.... És una zona inundable en tempestes excepcionals.

---

<sup>7</sup> **Aggradació**: *creixement i augment del gruix de la superfície terrestre per deposició vertical de sediments* (Diccionari de l'Institut d'Estudis Catalans).

<sup>8</sup> **Degradació**: *rebaixament d'un relleu per erosió* (Diccionari de l'Institut d'Estudis Catalans).

---

*Foreshore* → **Ribera exterior; platja baixa, inferior o intermareal.** Estrictament parlant, la podríem traduir com *vora davantera*, o *front* de la ribera —sobre les aigües. És el tram que, amb un pendent més o menys pronunciat, apareix entre la cresta de la berma i el límit de les aigües a baixamar —en algunes ocasions pot faltar la cresta de la berma, que separa la platja superior de la inferior i viceversa. Dit d'una altra manera, aquesta franja de terreny correspondria a aquella entre els nivells de plenamar i baixamar. A vegades és anomenada *beach face* o *front de platja*, però, tot i així, solament forma part de la platja baixa.

*Inshore* → **Ribera interior, terra endins.** *Dins* de la ribera. Una definició seria el tram entre el nivell mitjà de la baixamar i la línia de rompent de l'onatge a baixamar. Altra gent l'entén com el domini entre el nivell mitjà inferior de les aigües i la zona en què l'onatge estacionari circular passa a el·líptic —a baixamar— generant una espècie de barres al llit marí. Aquest domini està cobert d'aigua permanentment i el llit marí sofreix els efectes de l'onatge que torna a mobilitzar el seu material, fonamentalment graves i sorra. En sedimentologia se sol anomenar *shore face*.

*Offshore* → **Alta mar.** El seu significat és *fora de la ribera*. Correspon a la zona del litoral més allunyada de la vora —és a dir, aigües endins. Aquest concepte també s'utilitza per referir-se a les aigües i l'onatge previ a la zona de ribera propera —*nearshore*.

*Nearshore* → **Ribera propera.** Terme general que indica les franges associades a la ribera i que estan sotmeses a l'acció directa de l'onatge. Inclou les zones de *transformació, rompent, arrossegament* —*transport de sòlids, surf zone*— i batuda o impacte de l'onatge —*swash zone*. També, en altres definicions, formaria part de l'alta mar —*offshore*.

*Berm* → **Berma.** Dipòsit sedimentari situat a la platja. Presenta una secció triangular que comença a la pendent de la platja baixa —*beach face*. Aquesta descendeix suaument cap a la terra, o queda coronada per una forma plana coneguda també amb el nom de *berm top*.

---

## 2.2. DINÀMICA MARINA

### 2.2.1. DEFINICIÓ

Els sistemes costaners són uns sistemes altament dinàmics situats a la costa i comprenen una elevada diversitat ecosistèmica (Breton i Romagosa, 2016; ICGC, 2010; Strahler i Strahler, 1982). De la mateixa manera, aquests mateixos sistemes es caracteritzen per la relació de dependència entre la morfologia del fons marí i el moviment de l'aigua: les onades, els corrents marins i les marees i el transport de sediments, entre d'altres factors, depenen de la composició del fons marí i de la topografia local.

Diferents elements constitueixen la DINÀMICA MARINA. Alguns, com ara les ONES, les MAREES i els CORRENTS MARINS, són moviments repetitius de l'aigua marina, oscil·latoris en el cas d'ones i marees, que en xocar contra la costa i veure's impedita la propagació d'aquests moviments es produeix un alliberament d'energia molt gran, que és utilitzat per al desgast, fracturació i transport dels materials afectats. (Breton i Romagosa, 2016.)

Per tant, podríem dir que els materials presents a la franja costanera estan sotmesos a una acció de «reorganització» i també una de complementària, de «trànsit» (Pedraza i Santos, 1996). Material provinent del domini terrestre es desplaça contínuament al llarg d'aquesta franja, fet el qual fa possible que puguin acabar a zones més profundes —al fons marí—, on quedarien més estabilitzats (Pedraza i Santos, 1996).

### 2.2.2. PROCÉS DE LES ONADES

L'ONATGE és el principal agent climàtic causant de la dinàmica litoral. L'energia de l'atmosfera es transmet a la superfície de l'aigua mitjançant un procés molt complex que necessita tant de la fricció de l'aire com de l'acció directa del vent (Stahler i Strahler, 1982; Mangor, 2019), menys en els casos dels tsunamis, en què l'origen recau en moviments de terra (Davidson-Arnotte [et al.], 2010). El flux d'energia provinent del vent provoca variacions en la pressió a la superfície del mar, fet que genera onatge que creix en intensitat com a resultat del contrast entre pressions que es desenvolupa (Bird, 1984). L'onatge es pot dividir en unitats essencials, les onades.

Les onades són ondulacions estacionàries a l'aigua, que transporten l'energia transferida per un element extern i es propaguen normalment segons el VENT que les genera (Bascom, 1959; Pedraza i Santos, 1996). Com tota ona oscil·latòria, té unes característiques intrínseques:

- **Amplitud (A):** màxima distància respecte l'eix de la pertorbació —la «cresta».
- **Període (T):** el **temps** que triga una ona a fer un **cicle complet**.
- **Freqüència (f):** el **nombre de cicles** que fa l'ona en un **determinat període**. Es mesura en hertzs ( $\text{Hz} = \text{s}^{-1}$ ).  
→ Període i freqüència són **inversament proporcionals** (quan un disminueix l'altre augmenta).
- **Longitud d'ona ( $\lambda$ ):** distància entre dos punts consecutius que estiguin en fase.
- **Velocitat de propagació:** és la rapidesa amb què es propaga l'ona.

Quadre 2.2: característiques de les ones. Elaboració pròpia. Font: Física en Context, 1r Batx.

A més, caldria afegir que l'altura és la distància entre la base i la cresta de l'onada —dit d'una altra manera, l'amplitud multiplicada per dos. Una partícula que forma una onada oscil·latòria estacionària traça una circumferència vertical completa, o *òrbita*, amb cada una d'aquestes onades: les partícules es mouen endavant amb la cresta i enrere amb la base, però acaben al mateix lloc on han començat (Strahler i Strahler, 1982). Per tant, en una onada estacionària ideal no hi ha transport d'aigua però sí d'energia.

La dimensió de les onades està determinada per la velocitat del vent i la seva duració i pel *fetch* —l'extensió d'aigua que el vent ha alterat— (Bird, 1984).

El moviment de l'onatge s'ajusta a unes relacions bàsiques —al quadre 2.3. Gràcies a elles, podem classificar les onades seguint diversos paràmetres (Komar, 1976; Selby, 1985; Carter, 1991; Pedraza i Santos, 1996): energia de generació, freqüència i característiques hidrodinàmiques. Aquestes últimes equivalen a l'energia de transferència, que és la responsable de dur a terme els processos geomorfològics litorals. Concretarem les fórmules que s'utilitzen per calcular operacions relacionades, però no arribarem a aquest nivell de detall en aquest projecte, és a dir, no treballarem amb elles.

Paràmetres de l'onatge (Komar, 1976; Selby, 1985; Carter, 1991; P&S, 1996)	
GEOMETRIA	<p>Longitud d'ona (<math>L</math>); altura (<math>H</math>); profunditat de l'aigua (<math>d</math>); rugositat (<math>H/L</math>); altura relativa (<math>H/d</math>); profunditat relativa (<math>d/L</math>); amplitud (<math>A</math>); període (<math>T</math>); freqüència (<math>f</math>), que correspon a la part inversament proporcional del període (<math>1/T</math>); paràmetre o número d'onada (<math>k = 2\pi/L</math>); freqüència d'onada (<math>\sigma = 2\pi/T = 2\pi f</math>).</p> <p>Paràmetres de profunditat: aigües profundes (<math>d/L &gt; 0,5</math>), aigües de transició (<math>0,1 &lt; d/L &lt; 0,5</math>), aigües poc profundes (<math>d/L &lt; 0,1</math>).</p>
ENERGIA DE GENERACIÓ	<p><math>L</math> i <math>H</math> es mesuren en metres (m); <math>F</math> (<i>fetch</i>: longitud rectilínia sobre la qual actua el vent generador de l'onatge amb direcció i força constant), en kilòmetres (km); <math>V</math> (velocitat del vent), en km/h; <math>T</math>, en segons (s).</p> $\begin{cases} H = 0,36\sqrt{F} \\ H = 0,0024 \cdot V^2 \end{cases}$ <p>L'onatge característic (<math>H_T</math>) d'una zona on conflueixen tipus d'onades i altures diferents (<math>h_1, h_2 \dots h_n</math>) és:</p> $H_T = \sqrt{\frac{h_1^2 + h_2^2 + \dots + h_n^2}{n}}$
ENERGIA DE TRANSFERÈNCIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relació empírica de rompent: <math>Hb</math> (amplitud de rompent) = <math>0,78d</math></li> <li>• Velocitat de propagació (en peus/s):             <ul style="list-style-type: none"> <li>— Expressió general: <math>c = L/T</math></li> <li>— A aigües profundes: <math>c = gT/2\pi</math></li> <li>— A aigües poc profundes: <math>c = \sqrt{gd}</math></li> </ul> </li> <li>• Decreixement de la longitud d'ona amb la profunditat: <math>L = T\sqrt{gd}</math></li> <li>• Energia transportada per una onada. <math>E = (\rho g H^2)/8</math> (<math>\rho =</math> densitat de l'aigua <math>\approx 1,025 \text{ kg/m}^3</math>). <math>E_p</math> (a transferir) = <math>E_c \cdot</math> <i>sinusoide d'ona</i>. <math>E_c = \omega L H^2 / 8 = p g L H^2 / 8</math>. <math>E_p</math> seria el «salt» entre cresta i base de la onada, mentre que <math>E_c</math>, el desplaçament circular d'una partícula.</li> </ul>

Quadre 2.3: paràmetres de l'onatge. Elaboració pròpia.

A la superfície del mar, la òrbita té una mida igual a l'altura de l'onada, però aquest diàmetre disminueix amb la profunditat: quan arriba a aigües poc profundes pateix un procés d'atenuació i passa d'òrbites circulars a el·líptiques (Breton i Romagosa, 2016); la relació eix vertical-eix horitzontal augmenta críticament, fins el punt que l'òrbita no es pot completar i acaben per transformar-se en crestes de translació o arrossegament sostingudes pel llit marí; dit d'una altra manera, a mesura que les ones s'aproximen a la costa, en arribar a una zona d'escassa profunditat es transformen en romponents o ones de translació (Strahler i Strahler, 1982; Pedraza i Santos, 1996; Mangor, 2019; Komar, 1983). D'aquesta manera, l'onatge passa d'estacionari a de desplaçament, avança en direcció a la línia de costa i un flux d'aigua impacta contra la ribera i, posteriorment, aquesta aigua retorna —*backwash*— (Komar, 1983; Pedraza i Santos, 1996; S&S, 1994): l'ona es desestabilitza, originant el trencament de l'ona o rompent, allà on la onada estacionària passa a ser de translació (Breton i Romagosa, 2016); hi ha una transferència energètica cap a la horitzontal i, això, dona lloc a un moviment de cisallament entre el llit marí i l'aigua, la qual cosa, al seu torn, provoca mobilització i transport de material (Pedraza i Santos, 1996).

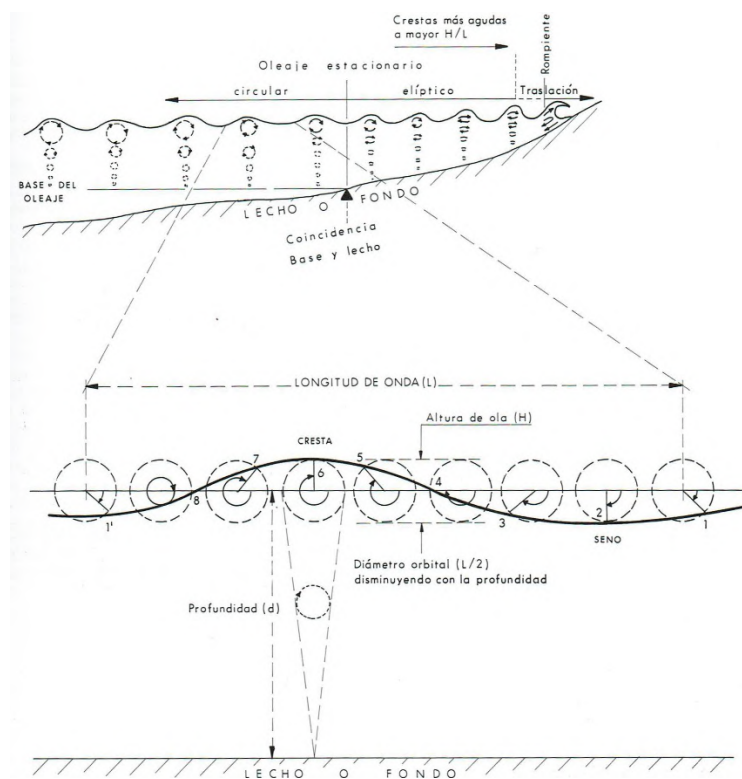


Figura 2.6: model ideal de l'onatge estacionari. Font i elaboració: Pedraza i Santos, 1996.

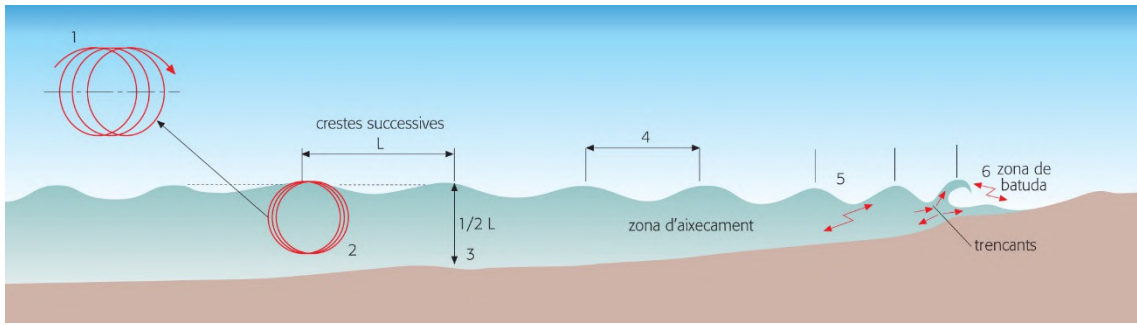


Figura 2.7: el procés de l'onatge, des de les aigües profundes fins que arriben a terra ferma. Font i elaboració: Calvo, 2017; Ferrer [et al.], 2018.

L'onatge incident pot patir una sèrie de modificacions (P&S, 1996; Haslett, 2000; Carter, 1988; Barragan, 2003), com ara:

- la *refracció*, que comprèn el retrocés del front que oscil·la i se situa més o menys paral·lelament a la línia de ribera, a causa del canvi de direcció de l'onatge al canviar la seva velocitat per la disminució de la profunditat o per l'aparició d'algun obstacle;
- la *reflexió*, l'energia no es dissipa uniformement i es reflexa de manera violenta; l'onatge troba un obstacle emergit i pateix un canvi de direcció. Això produeix el retorn al mar de l'aigua de l'onada, que no arriba a rompre i impacta amb la línia de ribera;
- la *difracció*, amb transferència d'energia respecte un obstacle, originant arcs al seu entorn: al rebre les onades l'obstacle es comporta com un focus emissor de les onades propagant-les des d'aquell punt a mar endins amb un moviment semicircular.

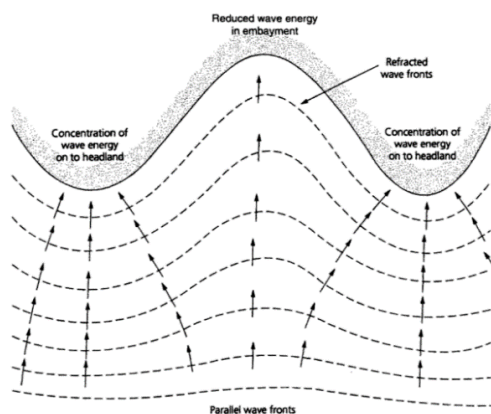


Figura 2.8: refracció de l'onatge. Font: Haslett, 2000.

Les onades es poden classificar segons diversos criteris, les quals classificarem en el quadre —quadre 2.3—, que exposarem a la pàgina següent.

---

 Classificació de les onades
 

---

<p>SEGONS L'ENERGIA DE GENERACIÓ O ORIGEN</p>	<p><i>Marines o de vent:</i> estan sotmeses a la influència directa del vent que les produeix i poden arribar a anul·lar-se o a reforçar-se. La seva morfologia mostra crestes punxegudes i una base més aviat arrodonida. Apareixen a qualsevol ambient: marí, oceànic, lacustre i, fins i tot, fluvial. Les seves dimensions varien en funció de la velocitat del vent i de les característiques de l'aigua; poden aparèixer en forma d'un onatge de baixa magnitud —fins a 25 cm d'altura— i d'alta magnitud —de 2,5 fins a 6 m. Les ones de vent acostumen a ser destructives per al perfil costaner, ja que generen un moviment de sediments a la costa —en contraposició al mar—, que es tradueix en una costa generalment plana i una ribera exterior —<i>foreshore</i>— escarpada.</p>
<p>CARTER, 1991; PEDRAZA i SANTOS, 1996; MANGOR, 2019; ROCHE [<i>et al.</i>], 2016.</p>	<p><i>De fons o swell:</i> són onades que no estan sota la influència directa del vent, ja sigui perquè s'ha aturat o perquè s'ha allunyat suficientment d'ell —<i>fetch o fetch length</i>—; poden desplaçar-se centenars de quilòmetres des de la seva zona d'origen i segueixen la direcció del vent que les ha creat —no la del vent local. Sol ser un onatge en procés de dispersió, amb ondulacions sinodals molt simètriques, cresta i base arrodonides i altura i espai entre ones —longitud d'ona— bastant uniformes.</p>
	<p><i>De temporal:</i> tenen el mateix origen que les <i>onades marines</i>, però són transportades i mantingudes gràcies als vents d'una zona de tempesta. L'energia i la rapidesa de les onades que s'aboquen sobre el rompent provoca que s'aturi momentàniament el flux de retorn —<i>backwash</i>. Aquest fet provoca que l'aigua arribi a zones més terra endins que de costum. Pot ser un tipus d'onatge molt destructiu, més encara si sumem als efectes del temporal marees de tempesta —<i>tide storms</i>— o ondulacions degudes a diferències a la pressió atmosfèrica —<i>storm surge</i>. Són onades de longitud d'ona, període llarg i gran altura: poden arribar a més de 14 metres.</p>
	<p><i>Tsunamis:</i> onatge associat a l'activitat submarina —tectònica, volcànica i esllavissaments— que desplaça les masses d'aigua a gran profunditat i origina onades a la superfície amb una amplitud relativament petita —al voltant d'1 m— i una longitud d'ona considerable —de 50 a 200 km. Poden transmetre's llargues distàncies —centenars de quilòmetres— a grans velocitats —fins a 800 km/h. Comencen a ser perceptibles a l'arribar a la costa: l'energia acumulada a les onades ha de concentrar-se en un volum molt menor, ja que disminueix dràsticament la profunditat, i acaben arribant als 15-30m. Lògicament, són onades molt destructives.</p>



<p>SEGONS LA SEVA FRE- QÜÈNCIA</p> <p>MUNK, 1951; PEDRAZA i SANTOS, 1996; MANGOR, 2019</p>	<p>«<i>Capil·lars</i>»: es deuen al contacte entre làmines d'aire i aigua i estan controlats per la tensió superficial del líquid. Són petites rissades amb forma de V. La seva longitud d'ona és inferior a 1,73 cm. <i>Exemples: onades marines, de fons i de translació</i><sup>9</sup>.</p> <p><i>De gravetat</i>: són generades per la transferència energètica entre el vent i l'aigua —des del primer cap al segon— i controlades per la mateixa aigua transportada. La seva longitud d'ona és superior a 1,73 cm. <i>Exemples: onades marines, de swell i de translació</i>.</p> <p><i>Infragravitatòries</i>: estan formades per la interacció entre onades. Tenen una amplitud baixa i un període llarg.</p> <p><i>De període llarg</i>: produïdes per les mareas i altres esdeveniments esporàdics, com ara tempestes o tsunamis.</p>
<p>SEGONS LES SEVES PRO- PIETATS HIDRODINÀMI- QUES.<sup>10</sup></p> <p>PEDRAZA i SANTOS, 1996</p>	<p><i>De rompent d'esquitxada</i> (spilling): moviment progressiu d'atenuació d'una onada, el qual dona pas a la translació. Poden haver-hi ruptures que es concatenin entre elles.</p> <p><i>De rompent de cabussada</i> (plunging): la cresta de la onada s'avança a la seva base, el que provoca que l'estructura «col·lapsi» per inestabilitat i es produeixi el <i>plunging</i> —literalment, «caure al buit»—: una desintegració de la onada posterior i fortes turbulències.</p> <p><i>Ondulada</i> (surging): es forma una cresta, però la onada no arriba a bolcar, sinó que es dilueix i la seva base avança cap a la zona de batuda.</p> <p><i>De col·lapse</i> (collapsing): és un cas mixt entre una onada de rompent de cabussada i una ondulada.</p>

Quadre 2.3: tipus d'onatge. Elaboració pròpia

<sup>9</sup> **De translació**: recordem que són aquelles onades «inestables» que arriben a la zona de surf per trencar i alliberar l'energia continguda; tenen una fisonomia i unes característiques diferents que les de l'onatge estacionari.

<sup>10</sup> **Propietats hidrodinàmiques**: consideren la transferència energètica des de l'oscil·lació fins al desplaçament o translació, fet que provoca una reorganització del material (Galvin, 1968).

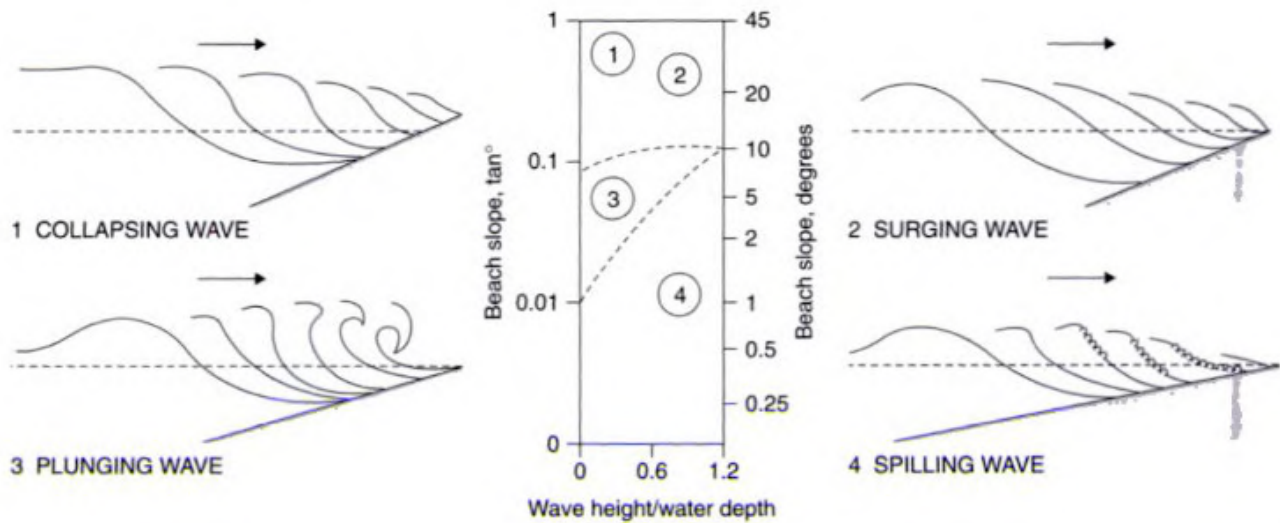


Figura 2.9: tipus d'ones segons la seva altura, la profunditat i el relleu de la zona de rompent. Font i elaboració: Briggs [et al.], 1997.

### 2.2.3. INFLUÈNCIA MAREAL

La pujada i la baixada del mar ha estat reconeguda des de temps immemorials. Píteas, un capità i astrònom grec, va escriure sobre la relació entre la posició de la lluna i l'alça del nivell del mar cap el 300 a.C. A l'Europa occidental les prediccions relacionades amb les mareas, i més concretament amb les mareas altes, van estendre's per determinats ports ben aviat, al voltant del segle XIII (Macmillan, 1966).

Les MAREES són *oscil·lacions periòdiques que es produeixen en aigües estabilitzades* (Pedraza i Santos, 1996) —mars, oceans i grans llacs. Això és degut a les interaccions gravitacionals entre Terra, Lluna i Sol. Les forces d'atracció que es produeixen porten a l'establiment d'una mena de patró, d'una ritmicitat.

La generació de les mareas variarà segons factors astronòmics que controlen les relacions de fase entre el Sol i la Lluna: variacions amb la seva distància respecte la Terra i la seva declinació o posició respecte aquesta. Així, la teoria de l'equilibri de les mareas es basa en una completa comprensió d'aquests factors astronòmics controlant a la vegada les forces gravitacionals (Davidson-Arnott [et al.], 2010). La llei de la gravitació de Newton i la seva segona llei de moviment es poden combinar per calcular l'acció de les mareas.

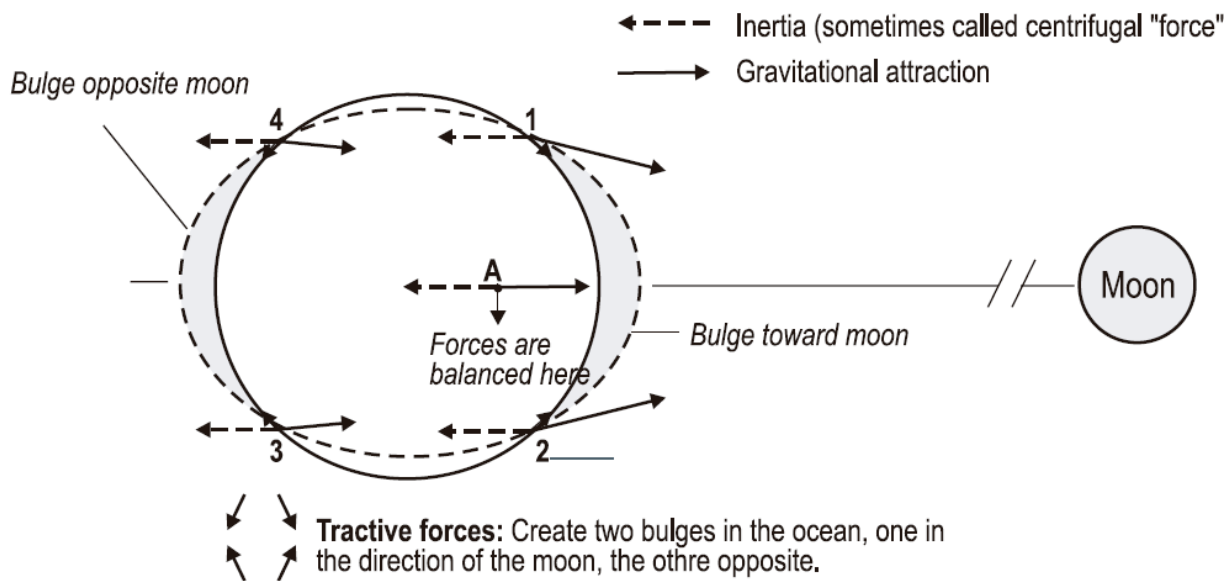


Figura 2.10: inèrcia i gravetat actuant a la superfície terrestre per produir marees. Font i elaboració: Davidson-Arnott [et al.], 2010.

Aquesta espècie de *calendari mareal* del qual parlàvem abans està constituït per les marees semidiürnes, amb dues variacions en 24 hores; diürnes, amb una variació en 24 hores i mixtes. Al seu torn, podem parlar de marees vives o mortes cada 14-75 dies: quan el Sol es troba en línia recta amb la Terra i la Lluna, la seva acció se suma a la d'aquesta última i es produeixen les marees vives, de màxima amplitud, mentre que si els dos astres es troben en angle recte respecte a la Terra, els seus efectes es contraresten i es formen unes marees d'escassa amplitud anomenades marees mortes (Pedraza i Santos, 1996; Calvo, 2017). Les fluctuacions de les marees són molt importants en tots els aspectes de la zona costanera i afecten processos físics, com ara la zona d'acció de les onades a la costa; activitats biològiques com ara la zonificació de les plantes i l'alimentació d'aus, peixos i altres organismes marins; i processos químics com els associats amb la humectació i assecat de superfícies intermareals de roca (Davidson-Arnott [et al.], 2010).

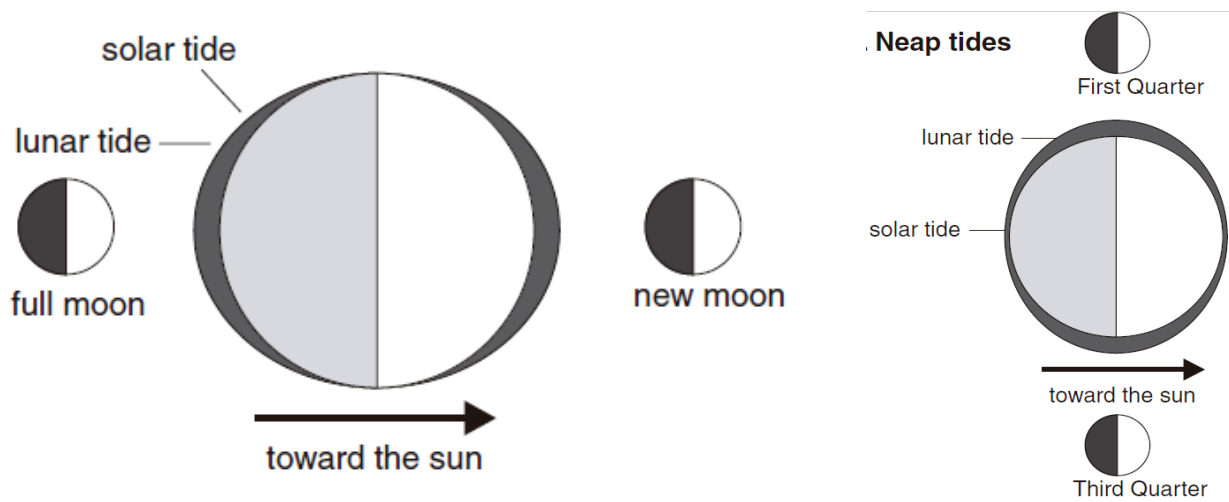


Figura 2.11: posicions relatives del Sol i la Lluna a les mareas vives (esquerra) i mortes (dreta). Font i elaboració: Davidson-Arnott [et al.], 2010.



Figura 2.12: distribució del tipus de marea arreu del món. Font: Davies, 1972. Elaboració: Davidson-Arnott [et al.], 2010.

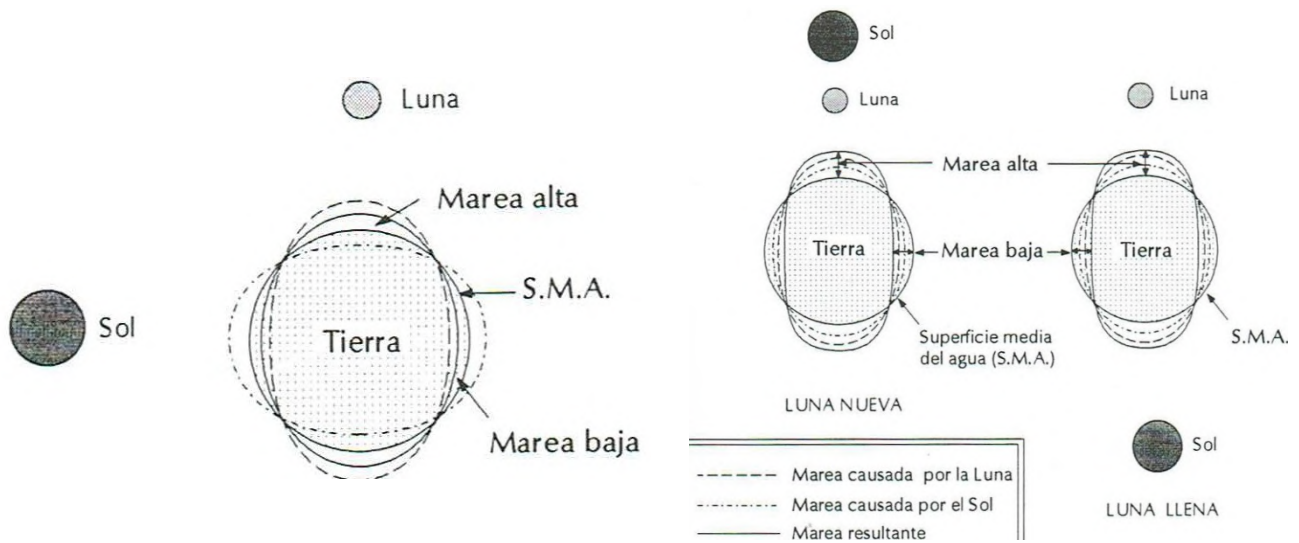


Figura 2.13: efectes del sistema Terra-Sol-Lluna en la generació de les mareas mortes (esquerra) i vives (dreta). Font: Selby, 1985. Elaboració: Pedraza i Santos, 1996.

Per tal de fer una bona valoració hem de considerar altres factors controlats per les condicions morfològiques i les dinàmiques litorals (Pedraza i Santos, 1996), com ara: mida, profunditat i topografia de la zona; influeixen de manera providencial en els ascensos i descensos de les mareas i, sobretot, en la seva magnitud.

La diferència entre l'elevació de la plenamar i la baixamar és el rang mareal, el qual controla el flux d'aigua i el seu nivell respecte la línia de costa (Davidson-Arnott [et al.], 2010). El rang mitjà mareal a la primavera pot ser utilitzat com un identificador important de la línia de ribera. Pot arribar des d'uns 50 cm a mars tancats fins 15 m a estuaris i embassaments. Els contrastos en el rang mareal tenen conseqüències a la geomorfologia de la costa (Davies, 1964).

Davies (1964), agafant com a referència el rang mitjà de la marea viva, va classificar les mareas en tres tipus: micromareals —*microtidal*—, amb oscil·lacions menors a 2 m; mesomareals —*mesotidal*—, entre 2 i 4 m; i macromareals —*macrotidal*—, superiors a 4 m. Les mareas micromareals i mesomareals es produeixen generalment a les costes obertes dels oceans, tot i que també a mars tancats, com ara el Mediterrani o el Bàltic. Les àrees macromareals es concentren primàriament a plataformes continentals estretes, com ara la que hi ha al voltant de les illes britàniques, parts de l'arxipèlag àrtic de l'Est canadenc i el Nord-est australià (Davidson-Arnott [et al.], 2010). A la Península Ibèrica podem trobar macromarees a determinades zones del litoral cantàbric —oceà Atlàntic—, mesomarees a la resta d'aquest litoral i de l'Atlàntic i micromarees al Mediterrani (Pedraza i Santos, 1996).

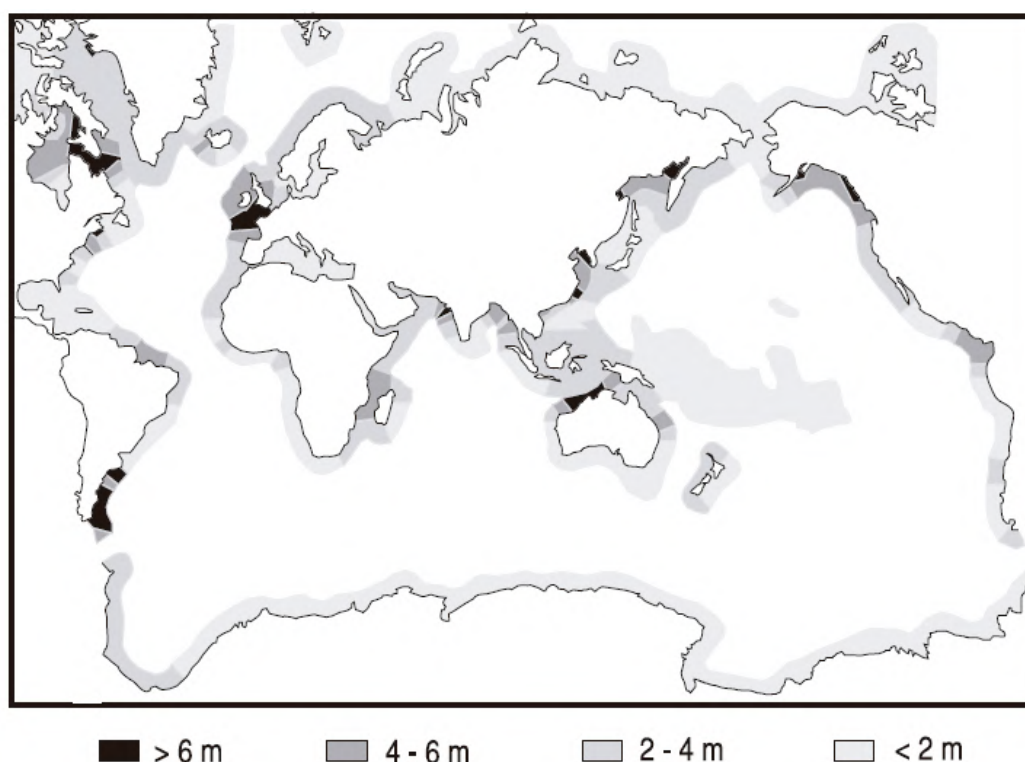


Figura 2.14: distribució del rang mareal arreu del món. Font: Davies, 1962. Elaboració: Davidson-Arnott [et al.], 2010.

En ascendir la marea, i fins arribar al nivell de la plenamar, es produeix un corrent cap al continent —flux—, mentre que en descendir la marea, fins a la baixamar, el corrent es dirigeix cap al mar —reflux. Aquest fenomen dona lloc a una barreja d'aigües dolces i salades en la desembocadura dels rius, especialment en rics i estuaris (Breton i Romagosa, 2016).

La capacitat transformadora d'aquests fenòmens recau en l'efecte que té en l'onatge, ja que aquest amplia la seva zona d'actuació sobre la costa. Un altre efecte derivat de les mareas és l'existència d'una franja sotmesa a l'ambient subaquàtic i subaeri a la mateixa vegada: la franja intermareal —*intertidal*. Aquesta suporta fenòmens específics de sedimentació, així com de meteorització, activitat biològica i acció de l'onatge (Pedraza i Santos, 1996). Un rang mareal més ample provoca, lògicament, una franja intermareal més gran (Bird, 1984).

Per últim, els corrents associats als ascensos i descensos de l'aigua, els corrents de marea, influeixen decisivament en la reorganització dels materials al llarg de tota la costa.

#### 2.2.4. CORRENTS MARINS (Calvo [et al.], 2017)

L'energia solar no solament fa moure l'atmosfera, sinó també la hidrosfera. Les diferències de radiació solar segons la latitud originen corrents oceànics que redistribueixen la calor rebuda del Sol. En el desenvolupament dels corrents marins, a més de les diferències de temperatura, intervenen els vents i la densitat de l'aigua (Breton i Romagosa, 2016). Els corrents que es formen d'aquesta manera són modificats pel efecte de Coriolis, la topografia dels fons oceànics i la distribució de les masses continentals.

Hi ha dos tipus de corrents, els superficials i els profunds:

- Els CORRENTS PROFUNDS o TERMOHALINS es formen a causa de diferències en la densitat de l'aigua originades a conseqüència de variacions en la temperatura o en la salinitat —o per ambdues. Quan s'incrementa la densitat d'una determinada capa d'aigua, aquesta s'enfonsa fins col·locar-se per sota de capes d'aigua amb densitats menors. La seva direcció es troba també influenciada pel moviment de rotació terrestre i per la morfologia dels continents. L'aigua superficial més densa —en ser més freda— de les latituds més altes, va cap al fons i es distribueix per tots els oceans. En l'Atlàntic Nord les aigües se submergeixen, formant un corrent que recorre tot l'Atlàntic i ascendeix en l'oceà Glaciar Antàrtic; les aigües antàrtiques s'enfonsen novament i flueixen en direcció Nord pels oceans Atlàntic, Pacífic i Índic. Aquests corrents profunds van per sota de la termoclina, a vegades en direcció oposada als corrents superficials i són molt més lents que aquests —l'aigua que s'enfonsa i passa a formar part d'un d'aquests corrents pot trigar centenars d'anys en tornar a la superfície—. Quan emergeixen duen amb si gran quantitat de nutrients, acumulats durant anys en la zona no fotosintètica, i donant lloc a regions molt productives.
- Els CORRENTS SUPERFICIALS són aquells que, fins a cert punt, reflecteixen l'esquema de circulació general atmosfèrica, ja que estan condicionades pels vents. A grans trets, la circulació marina consisteix en amplis “remolins” anticiclònics situats al Nord i al Sud de l'equador en cadascun dels oceans principals. A l'hemisferi Nord, el moviment es produeix en el sentit de les agulles del rellotge, i a l'hemisferi Sud, a l'inrevés. En els corrents principals, el flux és més intens al marge occidental dels oceans; al marge oriental és més feble. Són els que tenen una incidència més notable sobre el litoral, ja que estan relacionats amb la deriva litoral (Breton i Romagosa, 2016).

### 2.2.5. CORRENTS DE RIBERA, COSTA O LITORALS

L'efecte combinat entre les onades generades pel vent, les mareas i altres fenòmens del mar produeixen un corrent d'aigua a les aigües de la zona litoral (Davidson-Arnotte [et al.], 2010). Tots aquests processos influeixen, menys en ambients específics, indirectament sobre la dinàmica costanera i ho fan segons les aigües pròpies de cada regió, és a dir, en funció de la seva posició i la fisonomia del litoral (Pedraza i Santos, 1996) i l'angle en què l'onatge incideix a la costa (Komar, 1976; S&S, 1994; Breton i Romagosa, 2016).

Els CORRENTS MARINS de la zona litoral, com hem dit abans, són resultat de gradients generats pel vent, les onades, les mareas i altres forces (Bird, 1984). Les onades que arriben i retornen aigua cap al mar tenen diferents característiques —com ara alçada, distància de generació i direcció— (Davidson-Arnotte [et al.], 2010), però no un patró regular. La conseqüència és un sistema hidrodinàmic que actua a la zona de la ribera propera —*nearshore*— movent el sediment i influint al llit marí i a la línia de costa (S&S, 1994; Breton i Romagosa, 2016; Carter, 1984).

Els CORRENTS LITORALS inclouen tant els gradients paral·lels a la costa com els oblics (Komar, 1976): els paral·lels van des de la zona de rompent —*surf zone*— i s'anomenen corrents de ribera —*longshore currents*. Aquests són generats per ones lleugerament obliqües, diferències en el nivell de l'aigua a causa de l'altura de les onades o per la seva difracció, per l'acció del vent o de les mareas, entre d'altres mecanismes (Carter, 1984). Per sintetitzar-ho, si entenem com es generen els *longshore currents* veurem que les onades, l'evolució de la línia de costa i el moviment de sediment estan totalment relacionats.

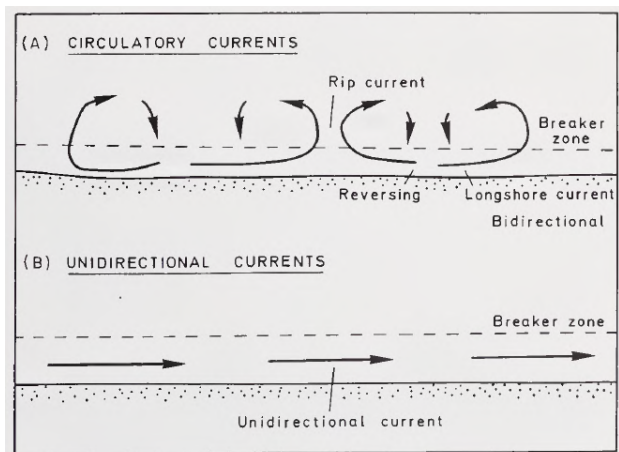


Figura 2.15: dos tipus de corrent de ribera. Font i elaboració: Carter, 1984.



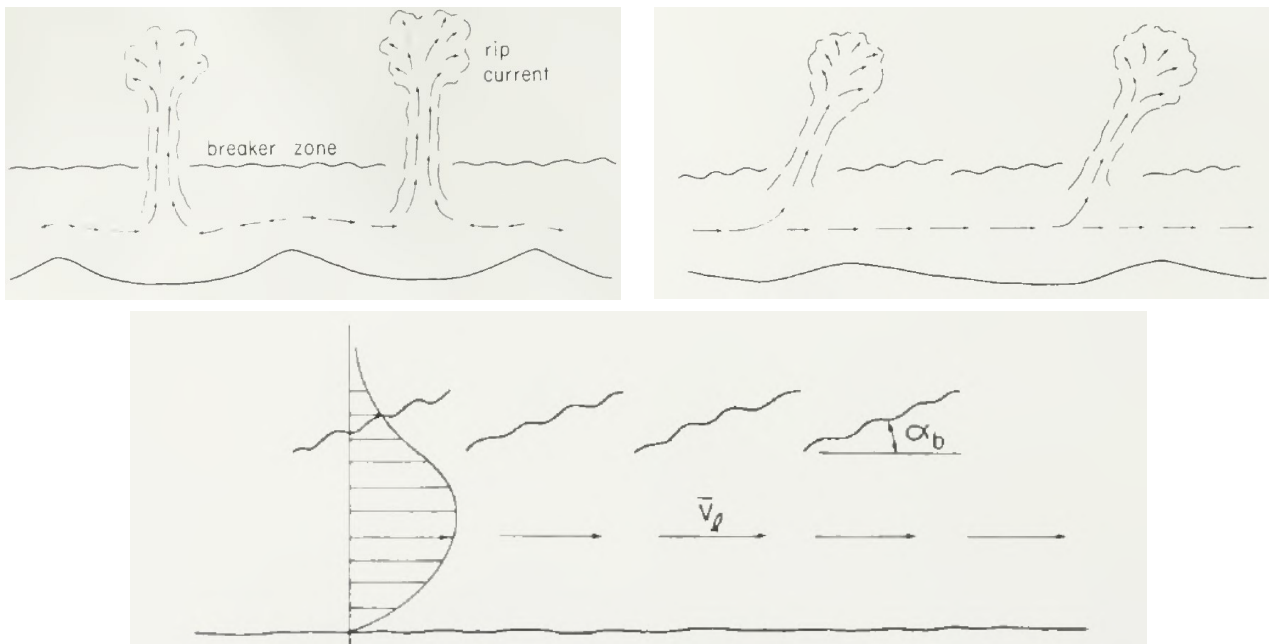


Figura 2.16, 2.17 i 2.18: corrent de ribera i onatge segons el seu angle d'incidència. Font: Carter, 1984; P&S, 1996. Elaboració: Carter, 1984.

Finalment, un onatge incident més oblic consolida uns sistemes de circulació en un únic sentit —el CORRENT DE DERIVA—; el resultat queda plasmat en un notable desplaçament, o «deriva», dels materials des d'una zona a una altra de la ribera, on acaben establintant-se i formant morfologies característiques (P&S, 1996).

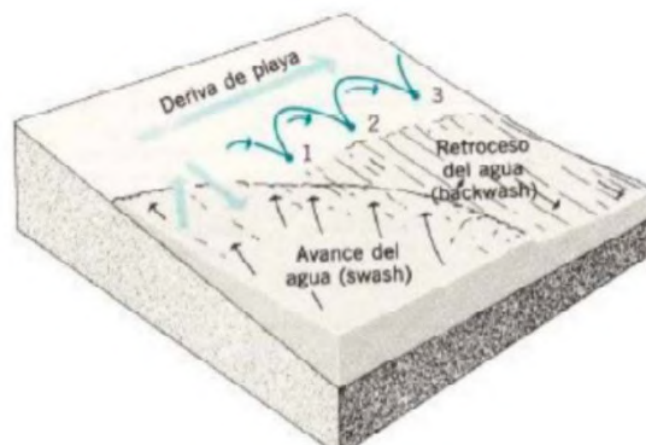


Figura 2.19: deriva de platja. Font: S&S, 1994; Breton, 2004.

La dinàmica marina està governada per la corrent Languedoc-Provençal-Catalana que té direcció NE-SO. La línia de costa presenta diverses descàrregues d'aigua de rius i tempestes associades al transport variable longitudinal i transversal de sediments al llarg de la costa, com a resultat d'aquest procés dinàmic (PFC, 2010).

Es poden quantificar els fluxos de sediments i conèixer les direccions principals dels corrents de deriva i llur importància al llarg de la costa. Per això és important de conèixer bé la deriva litoral abans de realitzar qualsevol actuació en la línia de costa ja que es pot tallar aquest corrent i provocar greus desequilibris en el transport de sediments —que ocasiona l'obstaculització del transport litoral provoca la pèrdua en fondària o retenció de materials detrítics que alimentaven les platges a sotacorrent—, tal com ha passat amb la construcció de ports i dics al llarg del litoral català (Breton i Romagosa, 2016): el dèficit sedimentari, la interrupció amb obres marítimes de la dinàmica litoral i també una política de regeneracions inútils durant els darrers anys, han provocat una pèrdua de sorra constant, especialment accentuada durant els temporals, de l'ordre del 5-10% (Collia, Serra i Serrano, 2009).

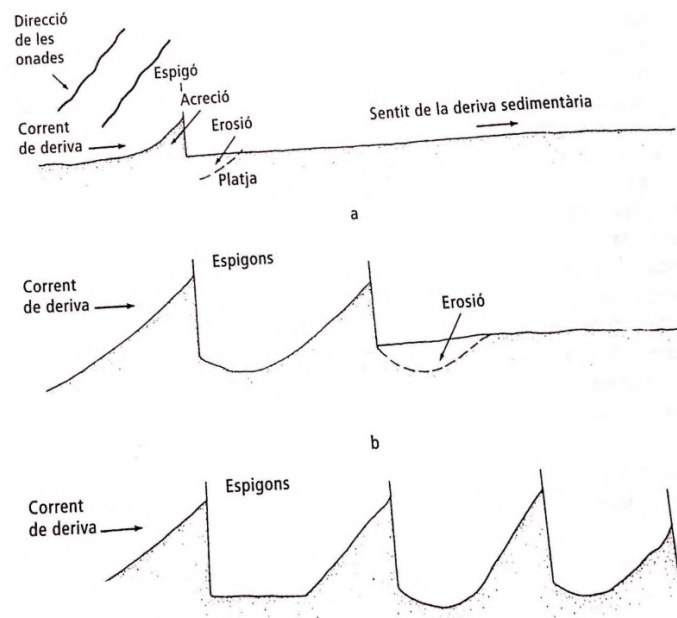


Figura 2.20: seqüència de modificacions del litoral que poden donar-se com a conseqüència de la instal·lació d'espigons transversalment a un corrent de deriva litoral. Una vegada instal·lat un espigó caldrà construir-ne més per tal de prevenir l'erosió aigües avall del primer. Font: Ros, 2004. Elaboració: Ros, 2001; Ross, 1978.

El 59% del total de tempestes, les més energètiques, erosionen la costa i realitzen el transport dels dipòsits de sediments. Aquestes tempestes provenen majoritàriament en situacions de gota freda i venen de l'E, seguides per NE i S. Els períodes climàtics es poden diferenciar en dos tipus: d'octubre a abril, on es produeixen les tempestes més fortes, i de maig a setembre, on s'hi donen períodes de calma (Jiménez [et al.], 1997; Mendoza i Jiménez, 2004; Casas-Prat [et al.], 2010).

### 2.2.6. ALTRES PROCESSOS: MARINADA I TERRAL (*sea breeze* i *land breeze*).

La majoria d'autors que discuteixen l'origen de la paraula *brisa*<sup>11</sup> estan d'acord que prové de l'anglès *breath*, que traduïm com a *respir*, la qual cosa dona a pensar en la poca intensitat amb què sol bufar. Hi ha qui també la tradueix directament del terme anglosaxó *breeze*: el terme que actualment s'utilitza com a equivalència a brisa (Cuñat, 1928).

Generalment hi ha un gran contrast tèrmic entre l'oceà i la terra que impulsa la coneguda circulació de la *brisa marina*, que es tradueix en la confluència d'aire originari del mar o de l'oceà amb aire originari sobre la terra amb una certa periodicitat i direcció (Cuñat, 1928; Masselink i Pattiaratchi, 1998; Simpson, 1994). Això es produeix en condicions certament específiques: si bé s'observa a totes les costes, es presenta més a climes tropicals i zones temperades, i sobretot en època estival pels efectes del escalfament —més notables— i el règim meteorològic —més estable (Cuñat, 1928).

El terral i la marinada afecten la nostra vida de manera molt variada. Una de les seves funcions més importants és controlar el temps de la zona que estem estudiant, és a dir, la costa, però també afecten a territori situat més cap a l'interior. Per exemple, pot produir menys xafogor —o que la sensació en sigui de menys—, ajudar a provocar tempestes i millorar la qualitat de l'aire al litoral (Barbato, 1975; Kozo, 1982; Hsu, 1988; Simpson, 1994; Camberlin i Planchon, 1997; Silva Dias i Machado, 1997).

La MARINADA, que flueix territori endins a la línia de costa els dies favorables, és conseqüència de la diferència de temperatura entre territori erm —calent— i el mar —fred—: amb els raigs solars, la temperatura del mar canvia ben poc —uns pocs graus—, a causa de la seva autoregulació —o «inèrcia»— tèrmica (per exemple: Martínez, 1995; Lemus [et al.], 1986); mentre que la del terra varia dràsticament. Aquesta diferència s'accentua durant el dia i produeix una divergència de pressions a nivells baixos de l'atmosfera la qual, al seu torn, crea aquest corrent (Simpson, 1994). A la nit, aquesta divergència desapareix i, en alguns casos, es reverteix, causada perquè el terra es refreda molt més ràpidament que el mar en absència del Sol —torna a haver-hi una diferència de temperatures, però, en aquest cas, en sentit contrari. Com a conseqüència s'origina el TERRAL.

---

<sup>11</sup> La qual comprèn tant el terral com la marinada, de les que parlarem en les pròximes línies.

Amb més detall, la divergència a pressions baixes es produeix perquè la calor del medi — amb el medi ens referim al terra o el mar, en funció que s'estigui produint la marinada o el terral— provoca que els corrents de convecció d'aire distribueixin el calor uns quants centenars de metres per sobre del nivell del mar (Simpson, 1994). Res canvia a partir d'una certa altura, així que l'expansió lateral de cada una de les columnes amb aire calent produeix canvis de pressió els quals, al seu torn, transmeten l'aire cap al costat a la velocitat del so. La diferència de pressions resultant a nivells baixos de l'atmosfera provoca aquestes brises marines (Simpson, 1994). Un corrent de retorn més dèbil és necessari per tal d'equilibrar el sistema. Com que la direcció del vent s'orienta a partir d'aquest gradient de pressions les brises de les quals hem parlat són, inicialment, perpendiculars a la costa; la seva direcció depèn de la orientació de la línia litoral (Alomar, 2013).

Hem de tenir en compte, però, que aquests processos tenen un gran rang de variabilitat: els vents causats pel moviment d'anticiclons i depressions modifiquen la seva dinàmica. A més, perquè hi hagi cap dels dos la diferència de temperatura entre la terra i el mar ha de ser suficientment ampla perquè el corrent d'aire generat sigui més fort que qualsevol vent al mar —i, en el cas del terral, qualsevol vent terrestre. Caldria afegir que el seu recorregut es veu afectat, també, per altres condicionants físics, com ara la morfologia litoral i l'efecte Coriolis —que produeix una rotació en sentit horari del vent, que, a causa de l'eix de rotació terrestre, en l'hemisferi Nord es tradueix en un gir cap a la dreta— (Redaño [et al.]; 1991, Cheng, 1997; Sonu [et al.], 1973; Masselink and Pattiaratchi, 1998).

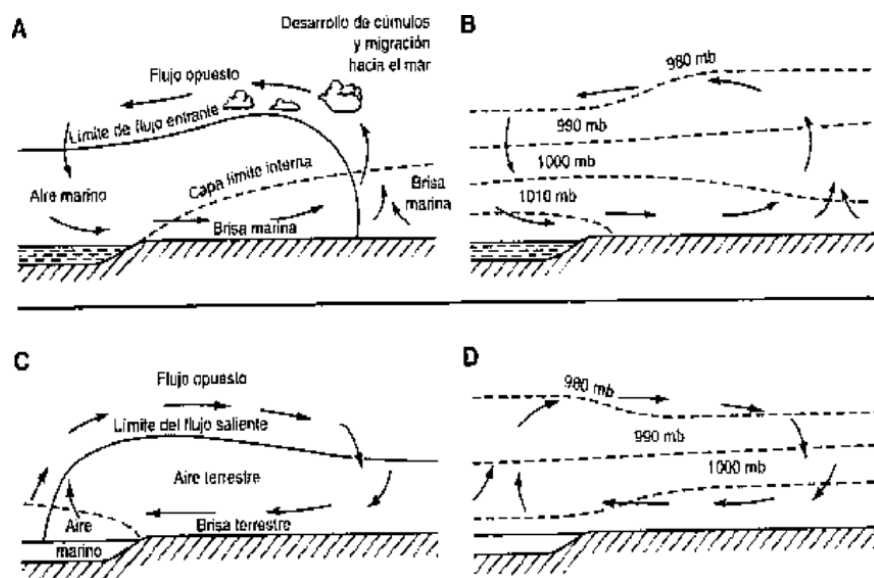


Figura 2.21: formació del terral i de la marinada. Font i elaboració: Azorín-Molina, 2002.

També hem de ser conscients que la terminologia anglesa és diferent que la nostra: a Espanya, també es diu terral al vent que bufa de la terra al mar, i la direcció depèn lògicament de la geografia de la zona (AEMET). Dit d'una altra manera, a la nostra comunitat científica donem nom a aquests fenòmens en funció de la seva direcció, no del seu origen.

Com a resum de les característiques més generals no ens queda més remei que exposar la descripció feta pel capità William Dampier, als seus *Viatges*:

Les brises marines —marinada— sorgeixen normalment sobre les nou del matí: fan una primer aproximació a la costa.<sup>12</sup> molt gentil, com si tinguessin por a tocar-la; a vegades, bufen lleugerament, paren i, com si creguessin ofendre, es preparen per retirar-se. He esperat un munt de cops tant a la costa, per gaudir de la brisa, com al mar, per aprofitar-me'n.

Arriben en forma d'espiral de color negre i se situen sobre l'aigua. Mentre aquesta espiral està al mar i no arriba a la costa és igualada, fina i llisa: com el vidre en si mateix. Mitja hora després ja frega terra i aireja més enèrgicament. La seva intensitat augmenta fins al mig dia, on arriba al seu pic màxim. A partir d'allà dura una brisa forta fins a les dues o a les tres de la tarda. Cap a mitja nit vira cap al mar. Després de les tres de la matinada comença a desaparèixer i cap a les cinc, més o menys, mor del tot fins al matí següent.

El terral és bastant oposat a la marinada: bufen des de la costa. A més, mentre la marinada actua de dia i descansa de nit, el terral fa de nit i reposa de dia. Això fa que se succeeixin l'una a l'altra.

DAMPER, 1670

Dampier fa un anàlisi qualitatiu bastant acurat de les brises marines —marinada i terral—, és clar que des del punt de vista d'un pescador.

El cas de la costa catalana, més concretament la barcelonina, no difereix de la dinàmica general. La brisa de la nostra costa presenta les fases següents (Fontseré, 1915):

1. Quan s'ha d'aixecar la marinada, sol bufar al matí, abans de la sortida del Sol, vent de part de terra, de direcció molt variable, més d'ordinari poc intens, amb un pic allà cap a les cinc.
2. Després aquest vent, minva i degenera en una calma bastant completa, que pot prolongar-se fins ben passades les vuit.

---

<sup>12</sup> Originalment «they first approach the shore so gently». Traduirem «shore» (*ribera*) com a «costa» ja que, tenint en compte que el text es va escriure el 1670, la terminologia no era molt concreta.

O bé, ronda lentament, tirant cada vegada més cap a mitja jornada, fins a convertir-se en una marinada franca que queda establerta d'una manera definitiva al voltant de les nou i va creixent en velocitat fins a un pic que sol ocórrer entre la una i les dues de la tarda.

3. Passat el màxim, comença la marinada a disminuir simètricament a com ha crescut, i acaba a entrada de fosc en una calma més important que la del matí, o en una rondada de vents més fluixos, que van tirant altra vegada cap en terra, establint-se així novament el règim de terral.

### 2.2.7. PROCÉS D'EROSIÓ I SEDIMENTACIÓ

La majoria de canvis a la costa estan associats amb el moviment de sediments i l'erosió. L'acció conjunta d'onatge, mareas i corrents fa que apareguin diversos tipus de costa, dels quals ja hem parlat. Aquesta actuació, per tant, ha de ser diferent en cadascun dels casos per tal que les fisonomies variïn: podem trobar accions que provoquen fenòmens destructius —EROSIÓ— i d'altres que en provoquen de constructius —SEDIMENTACIÓ.

---

Formes derivades de (S&S, 1994; P&S, 1996; T&L<sup>13</sup>, 2005; Bird, 1984; WWF, 2002):

---

- **fenòmens destructius** (EROSIÓ): costes de penya-segat, de ria, de fiord, de substrat dur o rocós.
  - **fenòmens constructius** (SEDIMENTACIÓ): costes de *lagoon*, de delta, de platja, de substrat tou.
- 

Si predomina el desgast, l'arrencament i el transport de sediment en una zona costanera influenciada per l'onatge s'acabaran generant denudacions a causa de l'EROSIÓ. L'erosió costanera és la modificació de la línia de costa —la fa retrocedir— i implica la pèrdua de sediments (Pardo, 1991; Viciano, 1998; Ojeda, 2000), situació en la qual es troben un 70% de les platges arreu del món (Hegde, 2010). Les accions majoritàriament responsables d'aquests fenòmens s'anomenen *meteorització* i *arrencament-mobilització*.

---

<sup>13</sup> T&L: Tarbuck i Lutgens, 2005.

La METEORITZACIÓ és la disgregació de les roques exposades a la intempèrie, per l'acció dels agents atmosfèrics en un procés físic, químic o bioquímic (TERMCAT, 2011). Fonamentalment és bioquímica i està afavorida per l'agressivitat de les aigües marines —salinitat, acidesa, ionització...— i la presència d'organismes vius; afecta en major mesura a penya-segats i zones intermareals (Pedraza i Santos, 1996).

L'ARRENCAMENT-MOBILITZACIÓ el produeixen l'onatge i els corrents associats. Els fenòmens que actuen es produeixen mitjançant la transferència energètica a la zona de rompent (Pedraza i Santos, 1996). Altres accions d'arrencament-mobilització són degudes a l'activitat biològica.

Per exemple, podem parlar d'erosió quan les rompents impacten a la costa en èpoques de tempesta, sobretot en aquells tipus de costes en què la terra és molt elevada a prop de la zona de rompent —*surf zone*. Les onades de tempesta excaven la base del penya-segat, reduint la seva superfície i atorgant-li una forma de banc, formant així una plataforma anomenada *plataforma d'abració* (T&L, 2005). Si una plataforma d'abració s'enlaira per sobre del nivell del mar degut a forces tectòniques es converteix en una *rasa* (T&L, 2005). La erosió es pot prolongar durant un gran període de temps, tot dependrà de la duresa de la roca (S&S, 1994); això també influeix en els canvis ambientals originats per aquests processos naturals.

Un altre exemple seria en costes formades per estrats tous, regolita, dipòsits glaciars o dunes. En aquest tipus de costes la erosió de les onades és un factor força important.

Els fenòmens constructius són accions on predomina l'agrupament i l'estabilització dels materials (Pedraza i Santos, 1996): estem parlant de la SEDIMENTACIÓ. La sedimentació es produeix a diferents zones del medi litoral. En període de tempestes, l'onatge erosiona la costa i arrossega el seu material cap al fons marí. En períodes de calma, l'onatge porta els sediments cap a la platja. Com ja hem comentat anteriorment, l'acció del vent sobre la superfície de l'aigua fa que es generi l'onatge i diversos tipus de corrents marines a través de la transferència d'energia entre l'aire i el mar. Però, a més, és responsable del transport eòlic litoral: aixecar i transportar els sediments.

El vent, en conseqüència, pot redistribuir el material sedimentari al llarg del litoral. Si tenim en compte diversos factors podem fer un balanç sedimentari del sistema.

Els components que li aporten sediments són el transport longitudinal —*longshore corrents*—, els rius —transport fluvial—, el transport transversal cap a terra —onades—, l'erosió dels penya-segats, els dipòsits biogènics —procedents de conxes marines principalment—, els dipòsits hidrogènics —òlits que precipiten directament de l'aigua marina—, el transport eòlic cap al mar i l'alimentació artificial (S&S, 1994; Barragan, 2003).

En canvi, els processos que extreuen sediments del sistema són el transport longitudinal sortint, el transport eòlic cap a terra, la dissolució i l'abrasió i l'extracció de material.

Quan algun agent climàtic es veu alterat o interromput es produeix una alteració en la dinàmica litoral i, per tant, els efectes que provoca sobre el medi es veuen afectats (Barragan, 2003). Les alteracions, és clar, dependran de l'agent que es veu afectat.

La interrupció de l'onatge pot provocar la variació de l'índex de transport longitudinal —*longshore current*. Això pot alterar, fins i tot, la seva direcció i frenar el transport de material al llarg de la costa. La interrupció del vent sol provocar que les dunes litorals desapareguin o que, directament, no s'arribin a formar.

Les platges —una de les costes originada per fenòmens de construcció— es poden classificar segons els sediments que les formen (Ibarra i Belmonte, 2017). En aquest sentit, la mida del gra de sorra és la forma més senzilla per fer-ho (Bluck, 1967). De totes maneres, en una mateixa platja es poden trobar diferents mides: les més grans se solen trobar prop de la zona de rompent, a causa del constant moviment de masses d'aigua que es donen a aquesta zona (Ibarra i Belmonte, 2017). Els materials més fins es troben a majors profunditats.



---

## Les platges de Sitges

### 3.1. DESCRIPCIÓ DEL POBLE

#### 3.1.1. INTRODUCCIÓ

SITGES es troba a la costa mediterrània de Catalunya a quaranta quilòmetres al Sud de Barcelona, al costat del massís del Garraf. Té una superfície de 43,9 km<sup>2</sup> i una altitud mitjana de 10 metres, i una població de 28.969 habitants, segons les dades censals proporcionades pel propi Ajuntament de Sitges i la valoració de l'Institut d'Estadística de Catalunya de l'any 2018. Aquestes xifres equivalen a una densitat de població de 584,8 hab/km<sup>2</sup>. Sitges té un tram costaner d'uns dinou quilòmetres, que es compon de costa rocosa i platges de sorra.

Hi ha 19 platges a la zona costanera del municipi, de les quals onze es troben davant de la zona urbana. Com ja hem dit abans, Sitges està formada per platges de sorra i costa rocosa. La zona Nord-est és, efectivament, una zona amb una costa rocosa, més o menys abrupta i retallada que forma penya-segats els quals s'alcen alguns metres per sobre del nivell del mar (EUROSION, 2002; Sánchez-Arcilla [et al.], 2010). Curiosament, la vila està establerta sobre una petita plana de quatre quilòmetres formada en el Quaternari, gràcies al sediment aportat per formacions neogèniques i mesozoiques de la mà de la riera de Ribes, situada al Sud-oest (CIIRC, 2010; EUROSION, 2002; Sánchez-Arcilla [et al.], 2010). A més, aquesta plana, anteriorment, quedava travessada per petits rierols que aportaven sediments a la zona litoral, però fa uns quants anys que la xarxa urbana —els carrers i el conglomerat de cases— els ha absorbit (Sánchez-Arcilla [et al.], 2010). El sediment del fons marí i les seves platges tenen un color daurat. La mida del gra de sorra és entre fina i mitjana (CIIRC, 2010). El municipi de Sitges ocupa bona part del front marítim de la comarca del Garraf, la qual rep aquest nom del sistema muntanyós que se situa en la seva part oriental, l'anomenat massís del Garraf. Aquest àmbit geogràfic es caracteritza per presentar una geologia, una flora i una fauna autòctones del litoral català.

El terme municipal de Sitges presenta un front de costa de 16,5 km de longitud, que equival a més de la meitat de la franja litoral de la comarca del Garraf. Aquesta distribució geogràfica determina el domini de la vessant marítima del municipi, el territori del qual tan sols s'endinsa uns 2,6 km cap a l'interior (Nolasco [et al.], 2007).

Donada la morfologia allargassada de la població —juntament amb les característiques geològiques i orogràfiques del massís del Garraf— és en la franja del litoral on es concentra el paisatge urbà, les infraestructures de comunicacions —el ferrocarril, la carretera i l'autopista— i les principals activitats econòmiques, com veurem més endavant, centrades en el turisme i la indústria.

El seu terme municipal limita amb els pobles de Sant Pere de Ribes i Olivella —al Garraf—, i amb Begues, Castelldefels i Gavà —al Baix Llobregat. Aquests límits inclouen una extensió significativa del Parc Natural del Garraf. El municipi de Sitges està conformat pel propi Sitges, pel poble de Garraf i el de Vallcarca i pel barri de Les Botigues. Destaca, entre altres coses, per la seva façana marítima, que ha sigut un dels al·licients per a convertir Sitges en un pol d'atracció turístic i centre de la vida social i cultural, al voltant del qual es concentra bona part del patrimoni històric del casc urbà. La connexió amb el nucli de Garraf, antic poble mariner que ocupa un enclavament privilegiat, s'estableix a través de la carretera de les Costes.

GARRAF té actualment una població de 316 habitants i conserva les casetes dels pescadors de la platja i el Celler Güell; així com la construcció d'un port esportiu situat als peus de La Falconera —el Port Ginesta— on també s'hi ha format una cala —la Cala Ginesta. El topònim Garraf, esmentat ja el 1011, que dona nom al massís i a la comarca, també fou el determinatiu de l'antic priorat de Sant Vicenç de Garraf, dit generalment de Sant Vicenç de Pedrabona, fundat per Alfons I el 1163. Les terres del priorat comprenien la Cova Fumada, a ponent, el coll de la Falconera i a l'interior les serres d'Aladern i de Parets. El priorat era a l'esquerra del torrent de Garraf, prop de la masia de Can Lluçà.

Pel que fa al poble de VALLCARCA, cal matissar la seva evolució: està intrínsecament lligada a la cimentera Uniland, la qual va construir un dic a la zona, que va arribar a agrupar un important nucli de població en la seva colònia industrial.

Per acabar, el barri de LES BOTIGUES és un nucli residencial de 1.905 habitants, situat a prop del Parc Natural del Garraf, conformat per diverses urbanitzacions, com ara la de Vallbona i Rat Penat.

Cal afegir a aquesta estructura municipal un gran nombre de barris i urbanitzacions que, en l'actualitat, estan organitzats com a sectors administratius i que gaudeixen de col·lectivitats veïnals i d'entitats pròpies (Nolasco [et al.], 2007). Es tracta dels barris d'Aiguadolç, Bòvila, Botigues, Can Girona, Can Pei, Casc Antic, Cases Noves, Els Molins, La Plana, Llevantina, Marina d'Aiguadolç, Montgavina, Sant Sebastià, Garraf, Poble Sec, Pins Vens, Quint-Mar, Santa Bàrbara, Sant Crispí, Terramar, Oasis, Sínia Morera, Vallpineda i Vinyet.

### 3.1.2. UNA MICA D'HISTÒRIA (basat en PFC, 2011; Nolasco [et al.], 2007)

Les primeres referències es remunten a abans del neolític i més modernament està documentat un assentament ibèric al voltant del segle IV aC. A més, s'ha constatat que al segle I Sitges tenia dos petits nuclis de població: al voltant del turó de la Punta i a l'ermita del Vinyet. Unida a l'Olèrdola romana, el port de la Blanca Subur serví d'intercanvi entre els productes del Penedès i d'altres indrets de la Mediterrània romana. A l'era medieval s'aixecà el castell, situat dalt del turó de la Punta, allà on avui hi ha l'Ajuntament —de l'any 1889—, i que va tenir com a primer propietari la Seu de Barcelona, que el cedí al comte Mir Geribert —1041.

El segle XII, Sitges estava sota el control de la família Sitges —adoptaren el topònim de la vila com a cognom—, documentada de l'any 1116 fins al 1308 quan Agnès de Sitges va vendre els seus drets de castlania a Bernat de Fonollar, que en fou senyor de 1306 a 1326. Després de la mort de la seva segona muller, Sitges, per decisió successòria, va passar a mans de la Pia Almoina i hi estigué fins el 1814. Bernat de Fonollar va ser un cavaller directament relacionat amb la cort del rei Jaume II i la tomba d'ell i la seva dona estan a l'església de Sant Bartomeu i Santa Tecla. La vida dels sitgetans d'aquests segles s'organitzava al voltant del turó del Baluard, que estava emmurallat i connectava amb la resta de la vila amb un pont per sobre de l'actual Carrer Major. Es coneix, també, l'existència de 3 torres situades a diferents punts del poble, aixecades l'any 1303, que avui són representades a l'escut de Sitges. La principal activitat econòmica de la vila era la vinya i el conreu, sobretot de la malvasia.

També es conreava blat, horta, garrofers i margalló, símbol del Garraf. Des del 1345, quan Vilafranca demanà una autorització per a tenir un port a Sitges, la vila va esdevenir la sortida comercial al exterior dels productes del Penedès. Durant l'edat Moderna la Universitat de Sitges —Ajuntament— s'esforçà per deslliurar-se del domini senyorial de la Pia Almoina. L'any 1814 Sitges s'alliberà i s'incorporà a la corona malgrat patir en les distintes guerres que hi hagueren. L'activitat econòmica va seguir sent la pagesia, la pesca i l'activitat portuària, que va créixer a partir del segle XVIII, quan Catalunya obtingué el permís per poder comerciar directament amb Amèrica. Des de finals del XVIII —1779— fins a principis del XIX s'establí un constant comerç amb les colònies americanes. L'Església de Sant Bartomeu i Santa Tecla fou construïda el segle XVII. Al segle XIX arribà un dels capítols més tràgics de la vila, quan durant les Guerres Carlines el poble va tractar d'aturar l'atac de les seves tropes, que es va produir l'1 de maig de 1838. Aquest esdeveniment històric es recorda a la vila amb el carrer que duu aquesta data —durant la dictadura franquista es va rebatejar amb el nom de 2 de maig, però posteriorment es restaurà el nom a Primer de maig, amb el malnom de carrer del Pecat. La bonança econòmica, de finals del XVIII durà fins a principis del XIX.

El comerç es basava en l'exportació de roba, vi, malvasia i aiguardent. A partir del segon terç del XIX l'economia passa a mans dels comerciants sitgetans que tornen enriquits d'Amèrica i compren o arreglen les antigues cases del poble (època dels *americanos*). La vila es converteix en un punt d'estiueig i jubilació dels *americanos* sitgetans. Abans de convertir-se en una vila plenament turística, a Sitges s'obriren, amb capital americà, diverses fàbriques —entre elles la fàbrica de ciment de Vallcarca, oberta el 1903. Al voltant del 1936, Sitges disposava de 36 fàbriques on hi treballava més del 80% de la població. Malgrat aquest desenvolupament industrial els orígens del turisme es troben el 1879, quan ja es practicaven els banys com a teràpia medicinal, i que més endavant passarien a ser banys a la platja (1888). Sitges tenia un difícil accés des de Barcelona, però l'arribada del ferrocarril afavorí la comunicació amb la capital catalana. Amb la vinguda de Santiago Rusiñol al 1891 Sitges es convertí en el focus cultural dels modernistes. L'any 1909, de la mà de Ramon Casas i Miquel Utrillo, visità Sitges Charles Deering, un milionari Nord-americà que transformà el carrer de Fonollar, de típiques cases marineres i l'antic hospital, en un palau. El Palau Maricel i el Cau Ferrat (casa-estudi de Rusiñol) esdevingueren dos pols d'atracció cultural i llançaren Sitges a la fama turística. En elles s'hi realitzaran les anomenades Festes Modernistes, on s'hi estrenaven obres musicals i literàries.

De tot aquell art en queda una gran mostra en el propi Cau Ferrat, que actualment és un museu. L'any 1918 l'industrial sabadellenc Francesc Armengol i Duran va projectar la ciutat-jardí Terramar. Batejada com la Blanca Subur, Sitges ha viscut sempre de cara al mar, sense ell no hagués sigut el que era ni el que és avui dia. Com a vila costanera que ha marcat els seus habitants i visitants, aquesta, continua creixent i oferint allò que encisa als que la coneixen.

A fi i efecte de completar aquesta síntesi històrica incorporarem algunes dades sobre la relació de Sitges amb el mar, ja que ha estat la situació costanera de la vila la que li ha permès superar l'aïllament geogràfic que l'imposava el massís del Garraf. Des del segle XII i fins el 1880, la via marítima va ser la més utilitzada per al transport de vi i de viatgers. Ja l'any 1345 Vilafranca del Penedès havia sol·licitat al rei l'autorització per a disposar d'un port a Sitges, com ja hem comentat anteriorment. En el decurs dels segles XVI i XVII el principal problema de la navegació van ser les incursions de pirates mahometans. En aquest sentit, és interessant l'existència de la Germandat de Sant Elm, que fou fundada l'any 1584 per tal d'aplegar a mariners i navegants, essent una de les seves finalitats el rescat de captius; existeixen recomptes d'aquestes víctimes fins el 1734. L'any 1685 la vila va construir la famosa Fragata, per a combatre les incursions d'embarcacions musulmanes en les costes catalanes. Sabem que a mitjans del segle XVIII nombroses embarcacions sitgetanes pescaven a Ayamonte — Huelva. Tanmateix, la gran embranzida del comerç sitgetà va ser l'obertura de comerç amb Amèrica l'any 1778, moment en què molts sitgetans van emigrar a les colònies amb l'objectiu de fer fortuna. J. Llopis va computar 52 vaixells sitgetans —que estaven en funcionament entre 1755 i 1799—, 13 expedicions a Buenos Aires, 105 a les Illes de Sobrent i 41 a Terra Ferma i Golf de Mèxic.

### 3.1.3. ESTRUCTURA TERRITORIAL I RELLEU (basat en Nolasco [et al.], 2007; RPI — Ramón Pasqual i Lluvià— i TLIC —Teresa Lloret—, 2019)

El front marítim és de 16,5 km i algunes de les platges han estat guardonades per la seva qualitat. La costa s'inicia a llevant a la platja de les Botigues, que continua dins el terme de Castelldefels. La primera cala del sector rocós és la Ginesta, amb un gran casal, el port esportiu i una pedrera a l'interior.

Passada la punta de la Ginesta, sempre vers ponent, hi ha el Pas Trencat, la punta dels Corrals i la platja i el port de Garraf, que tanca el penya-segat de la Falconera, amb la cova semisubmarina on desemboca el riu de la Falconera, en una bona part subterrani, que forma el brollador submarí més cabalós del país. Passat el coll de Corralets hi ha un altre feréstec penya-segat, el Pas de la Mala Dona, nom llegendari que sembla provenir d'un fet criminal escaigut vers el 1646, i després Cala Morisca, topònim al·lusiu a les incursions de pirates magrebins, seguida per la cala i el nucli deshabitat de Vallcarca. Més a ponent, la punta Ferrosa, sobre la qual hi ha l'ermita de la Trinitat, és la que sobresurt més de les Costes. Segueix el fabulós Pas de les Escales, on són visibles els graons per on s'enfila el camí de Garraf, i la cala del Forn, que forma un fondal on encara hi ha les marjades de les antigues vinyes. Precedeix la vila de Sitges la cala d'Aiguadolç, a tocar del nucli urbà, les roques de la Punta Grossa i la platja de Balmins.

Després del cementiri amb el santuari de Sant Sebastià, apareix, ja a la vila, la platja de Sant Sebastià, tancada per la Punta —o punta de Sitges—, que forma un pujol rocós, on hi ha els edificis més notables de la població. A continuació, el passeig de la Ribera i el Passeig Marítim ressegueixen un conjunt de platges delimitades per espigons —de la Fragata, de la Ribera, de la Bassa Rodona, de l'Estanyol, de la Riera Xica, de la Barra, de Terramar i de les Anquines—, seguides de la desembocadura de la riera de Ribes. Més a ponent hi ha el sector de costa de l'antiga quadra de Miralpeix, amb els estreps de la petita serra de Miralpeix perpendiculars a la costa formant una successió de puntes i petites platges, on destaquen la punta de les Coves —amb diverses cavitats, com la Cova Verda i la cova del Gegant—, la punta de la Desenrocada i la Punta Grossa, enmig de les quals hi ha la platja de l'Home Mort.

A escala geogràfica, l'estructura territorial de Sitges és marcadament abrupta i apareix recorreguda per un conjunt de petites valls o fondalades, anomenades *fondos*, per les quals transcorre l'aigua de les torrenteres. La morfologia càrstica del massís condiona la hidrologia de la zona. D'aquesta manera, la conca de drenatge ve definida per les aigües superficials, pràcticament nul·les a causa d'aquesta morfologia, i una xarxa hídrica subterrània, entre les quals destaca el curs de la Falconera, amb un recorregut de 600 metres de longitud, una fondària sota el nivell del mar de 81 metres i un cabal mig de l'ordre de 500 l/s, arribant als 200 l/s en períodes d'estiatge i als 10.000 l/s en fortes avingudes.

La seva sortida a l'exterior es localitza, justament, al peu del penya-segat de La Falconera. Es desconeix l'origen de les fonts d'aquest curs d'aigua, que també s'alimenta de la pluja que es va filtrant per les simes del massís. Avui dia, existeix una important alarma provocada per la contaminació que li comporta l'antic abocador de residus urbans del Garraf. D'Est a Oest els principals torrents i rieres que recorren el municipi de Sitges són els següents:

- Fondo de Vallbona —3,5 km de curs. Les aigües desemboquen directament a la mar, a la platja de la Cova Fumada —la platja de les Botigues de Sitges.
- Torrent de la Ginesta —1,5 km de curs. S'inicia en la Serra dels Pins —a 230 m d'altitud— i desemboca a Cala Ginesta.
- Torrent de Garraf —3,5 km de curs. S'inicia a la Creueta dels Aragalls —a 465 m d'altitud—; rep el Fondo de l'Infern i el de les Coves i finalitza a la platja de Garraf.
- Torrent de la Falconera —2,5 km de curs. S'inicia al Coster de la Fita —a 326 m d'altitud—; rep el Fondo de la Jonquera i el de la Penya del Boc i desemboca a la dreta de La Falconera.
- Riera de Vallcarca —5 km de curs. Molt important per la quantitat de fondos escarpats a la zona d'influència que drena tota la part oriental del terme de Sitges. Finalitza a la Cala de Vallcarca.
- Torrent d'Aiguadolç —4,5 km de curs. S'inicia al Puig d'en Boronet i es dirigeix cap al fondo de la Cova de Sant Llorenç i el de Mas Alba.
- Torrent de la Bassa Rodona —1,5 km de curs. Es canalitza pel centre de la vila seguint l'Avinguda Vilafranca, la Plaça Espanya i el Passeig de la Ribera, fins a la platja.

El relleu del municipi de Sitges està clarament condicionat pel MASSÍS DEL GARRAF, un massís en direcció NE-SW. Es tracta d'un mosaic tectònic ple de fractures i dislocacions. Els materials geològics del municipi de Sitges són, en la seva majoria, sediments marins de l'era del Mesozoic dipositats a la fi del període Juràssic i l'inici del Cretaci.

Els materials més antics són les dolomies del Garraf, d'edat compresa entre la fi del Juràssic i inicis del Cretaci i pobres en contingut fossilífers. Les dolomies són roques carbonàtiques que, quant al pes, tenen una proporció de més d'un 50% de dolomita en la seva composició.

El relleu més característic del paisatge de Garraf és el modelat càrstic<sup>14</sup>, propi de les regions calcàries on l'acció erosiva de l'aigua s'exerceix principalment mitjançant fenòmens de dissolució superficial i subterrània de les roques calcàries, tot originant unes formes específiques, com els rasclers<sup>15</sup>, les dolines<sup>16</sup>, les coves i avencs, i uns determinats fenòmens de circulació hídrica. Les formes típiques d'aquest modelat càrstic —que s'identifiquen freqüentment al municipi de Sitges— són, lògicament, les coves i avencs i també les dolines.

Aquestes darreres tenen un desenvolupament escàs i la majoria de les situades al terme de Sitges es localitzen entre Campgràs i la Morella. Són fàcils de reconèixer perquè sovint han estat aprofitades per als conreus, ja que les pluges han arrossegat argiles de descalcificació fins al seu interior, creant estrats molts fèrtils. D'altres són simples embuts, al fons dels quals hi ha un avenc; aquestes són més difícils de trobar i, a vegades, són perilloses, com en el cas de la dolina de la Fragata —Campgràs—, on l'embut és de parets molt inclinades i apareix seguit d'un pou ample i quasi vertical de 28 m de fondària; Campgràs presenta una important concentració de dolines.

#### 3.1.4. EL CLIMA (basat en Nolasco [et al.], 2007)

El clima de la comarca del Garraf presenta les característiques generals del clima mediterrani propi del litoral català, amb una forta irregularitat, tant tèrmica com pluviomètrica.

Considerant el conjunt del massís, les pluges són relativament abundants. Segons les dades que proporcionen les estacions meteorològiques de Begues, Gavà i Sant Pere de Ribes, la mitjana anual és relativament elevada, sobretot cap al Nord-est i en els indrets més elevats. El municipi de Sitges, en canvi, rep una mitjana de precipitació anual de 548 mm<sup>3</sup>, sent així probablement el més sec de la comarca.

<sup>14</sup> Càrstic: relatiu o pertanyent a una regió de roca calcària o dolomítica i d'altres roques solubles, com el guix i la sal, on s'ha produït el desenvolupament d'avencs, cavernes, rasclers, dolines de dissolució, etc., causades pels processos de corrosió i d'erosió superficial i subterrània amb un drenatge principalment subterrani (TERMCAT, 2011).

<sup>15</sup> Rascler: conjunt de solcs, d'estries i de canals profunds separats per arestes tallants irregulars d'1 centímetre a 1 metre de profunditat, que s'originen a la superfície de les roques calcàries per l'acció corrosiva de les aigües salvatges, pluvials o marines (TERMCAT, 2011).

<sup>16</sup> Dolina: depressió tancada, de forma circular o oval, amb un diàmetre que oscil·la entre 1 i 500 m i una fondària mètrica o decamètrica, pròpia d'un paisatge càrstic (TERMCAT, 2011).



La distribució mensual de les pluges a totes les estacions presenta unes característiques globals semblants; un màxim a la tardor, centrat en els mesos de setembre i octubre, i un mínim a l'estiu, al mes de juliol. El febrer és el mes menys plujós de l'hivern. Tanmateix, la permeabilitat de la roca calcària afavoreix la infiltració de les aigües superficials, la qual cosa, al seu torn, augmenta la sensació de sequedat, l'absència de corrents superficials d'aigua i de boscos de ribera. La primavera té un pic el mes d'abril.

Lògicament, la humitat atmosfèrica de Garraf és força elevada a causa de la proximitat al mar. El terral i la marinada hi són molt presents, sobretot a l'estiu, i atenuen les secades i les calors tan accentuades. En contrast, la mitjana de les temperatures és moderada a causa de l'efecte esmorteïdor tèrmic de l'aigua del mar —del qual ja hem parlat anteriorment—, situant-se al voltant del 16,8 °C i donant com a resultat el típic clima mediterrani d'estius càlids i hiverns suaus i secs.

## 3.2. EVOLUCIÓ DE LA FAÇANA MARÍTIMA SITGETANA (1948-2019)

### 3.2.1. DES D'UNA VESSANT HISTÒRICA

Des dels primers pobladors fins a mitjan segle xx, l'ocupació del litoral terrestre es va produir fonamentalment per la creació i el creixement dels nuclis urbans sobre la costa (Portas, 2010). Es va tractar d'un procés molt lent fins al final del segle xviii i es va accelerar des d'aquesta data fins a mitjan segle xix. Al mar, l'ocupació es va produir principalment per la construcció dels ports. A Sitges, l'eix transversal d'aquest canvi va ser el passeig de la Ribera.

D'una banda, parlarem de l'evolució de l'entorn que voreja les platges per la part terrestre. El sector de platja que ressegueixen el passeig de la Ribera i el Passeig Marítim és un dels atractius més grans de la vila. Malgrat que ja es parla d'una rambla feta el 1829-30 i d'un passeig construït poc abans del 1845, a ponent de la vila, les muralles impedièren l'expansió al llarg de la platja (Roig i Raventós, 1994).

*Va ser quan l'Ajuntament de Sitges va decidir a mitjans del segle xix urbanitzar tot el tram que anava des de can Falç —a la cantonada del carrer Carreta— fins al torrent de la Bassa Rodona —l'actual carrer Espanya (Sierra [et al.], 2005).*

En aquest punt, la Ribera quedava tancada per un fortí i un mur que creuava la platja i s'endinsava al mar. L'Estacada, com era conegut popularment el mur, s'havia construït el 1837 per defensar el poble dels atacs carlistes. La construcció del pont Domènech —1877— i l'enderrocament del fortí i l'estacada —a partir de 1880— van permetre que el passeig s'allargués fins l'alçada de l'actual avinguda de Sofia (Llopis i Clarà, 1980; Sierra [et al.], 2005).

A la dècada de 1890 es van produir una sèrie de millores que van modernitzar el passeig: el 1893 es va inaugurar un nou enllumenat de gas i, entre 1895 i 1896, va arribar un pinar que es va plantar entre el pont Domènech i l'Escorxador, just davant del carrer Sant Salvador, on hi havia el barri dels boters (Planes, 2004). Més tard, van arribar un centenar de palmeres procedents d'Elx, que encara avui dia presideixen la Ribera. Un cop emplaçades, s'anivellà el terreny i s'allargà el passeig fins gairebé la Riera Xica —actualment, entre els carrers de Francesc Armengol i d'Anselm Clavé.

El procés d'embelliment no s'aturà: el 1898 s'inaugurà el monument al Greco i el 1900 es va restaurar el pont Domènech. El 1903 s'acabaria coronant el perfil del passeig amb el nou Pavelló de Mar. També a partir d'aquells primers compassos del segle xx es va construir un reguitzell de cases i xalets que, poc a poc, van anar canviant la fisonomia de la façana marítima —com ara la casa de Simó Llauradó, l'actual Hotel Celimar. Poc després es col·locaren els primers hotels —i hostals— i també els primers bars i restaurants. *El primer de tots va ser l'Hotel Subur, inaugurat l'any 1916* (Sierra [et al.], 2005). Els van seguir la idea El Chiringuito i el Restaurant Mare Nostrum, entre d'altres. Uns anys més endavant —el 1928, concretament— es va eixamplar i urbanitzar el sector entre l'estàtua del Greco i la Punta (Planes, 2004). Després dels temporals marítims dels anys quaranta, que destruïren el pinar i afectaren greument tot el litoral sitgetà, la Ribera fou objecte de noves i profundes reformes (Roig i Raventós, 1994). Es feren els primers espigons i s'elevà el passeig al tram que va des del carrer Sant Pere fins l'avinguda de Sofia. Posteriorment, a partir de 1962, es va iniciar la reordenació urbanística del sector de la Fragata, on es van plantar una vintena de palmeres i es van construir diversos jardins, com també un aparcament (Sierra [et al.], 2005).

D'altra banda, tenim les protagonistes d'aquesta façana marina: les platges. *Durant molts anys, la platja fou matrimoni exclusiu de la població marinera* (Sierra [et al.], 2005).

A partir de l'últim terç del segle XIX, però, el paisatge d'una bona part del litoral català va començar a veure's freqüentat per grups de persones que anaven a prendre banys al mar, els quals eren recomanats per metges higienistes com a remei per certes malalties —l'aparició de llibres en què s'explicava les possibilitats terapèutiques de l'aigua del mar i de l'atmosfera marítima va posar de moda els banys—: ja hi ha referències sobre la pràctica dels banys de mar a Sitges el 1880 (Planes, 2004).

El 1887 l'Ajuntament de Sitges va autoritzar obrir un nou servei de bany a un particular: una espècie de construccions de fusta situades davant el carrer Sant Pere, una per als homes i una altra per a les dones, destinades a canviar-se de roba. La progressiva transformació dels banys de mar, convertits en un flamant passatemps popular, va obligar les autoritats municipals a dictar un reglament que era publicat cada any en arribar les calors estivals (Llopis i Clarà, 1980; Sierra [et al.], 2005). Aquestes construccions avui dia estan prohibides pel Pla de Costes (Ràdio Maricel, 2015-2019). El tram comprès entre el Baluard i el carrer de Bonaire estava reservat a les dones; la platja Sant Sebastià i el tram entre el carrer de Bonaire i el Primer de Maig, a les famílies; des del Primer de Maig fins a l'avinguda de Sofia, als homes. Per evitar problemes d'intimitat, es van aixecar unes barreres de fusta que separaven uns trams d'uns altres (Planes, 2004; Sierra [et al.], 2005). Entre 1910 i 1920, es va crear una comissió —Comissió d'Atracció de Forasters— fruit de l'ascendent aflluència per part d'estiuejants, l'objectiu de la qual era atendre els visitants i hostes il·lustres (Llopis i Clarà, 1980; Sierra [et al.], 2005).

Aquesta comissió va ser substituïda per la Societat d'Atracció de Forasters (SAF) de Sitges, que va néixer el 1928 de la mà d'Adrià Nadal i Manuel Sabater. Aquesta associació va consolidar una colònia estival estable i promogué un conjunt de projectes destinats a fer conèixer la vila com a indret d'interès turístic. Diverses iniciatives que no concretarem i l'obertura de diferents espais d'oci convertiren Sitges en un dels principals centres turístics de Catalunya abans de la Guerra Civil (Eco de Sitges). El cop d'Estat, però, va trencar pel mig aquesta dinàmica. Després del conflicte bèl·lic la situació turística es va enquistar.

Durant els primers anys de la postguerra a Sitges solament ocorria algun fet destacat, aïlladament. Va ser a finals dels anys quaranta quan van començar a arribar els primers estrangers, la presència dels quals va alterar per sempre els costums i la manera de viure dels sitgetans, a partir de la dècada següent.

Els ajuntaments de l'època i el Foment del Turisme de Sitges —hereu de la SAF— van intentar promocionar turísticament la vila, esforç traduït en què va esdevenir un altre cop un dels centres vocacionals més sol·licitats del litoral català (Eco de Sitges). Actualment existeix l'Associació Turística de Serveis de les Platges de Sitges, que és una associació presidida per Manel Martínez nascuda el 1987 i que estava formada per 43 socis el 2012 —més de 50 el 2019. El seu principal objectiu és donar servei als 7 km de costa que engloba el terme municipal de Sitges servint com a intermediari entre l'Ajuntament i els concessionaris mitjançant les concessions cedides pel Ministeri de Medi Ambient.

### 3.2.2. DES D'UNA VESSANT MORFOLÒGICA

Des d'una vessant morfològica, l'evolució va anar, lògicament, bastant lligada al progrés de la fisonomia terrestre. Analitzarem un període una mica més curt que en paràgrafs anteriors, des del 1948 fins l'actualitat. Això és perquè així podem aportar imatges capturades pel vol americà del 1946. Entrant al terme de Sitges des del Nord, ens trobem amb una costa inalterada per l'home: delimitades per penya-segats i roques que estaven constantment sotmeses a l'erosió del mar. Trobem la primera platja introduïda entre dos caps de terra, la qual estava envoltada de camps. També podem veure que al costat de la cala de Vallcarca ja s'ha construït un espigó —tot i que la imatge mostrada és de 1974, l'espigó ja hi existia.

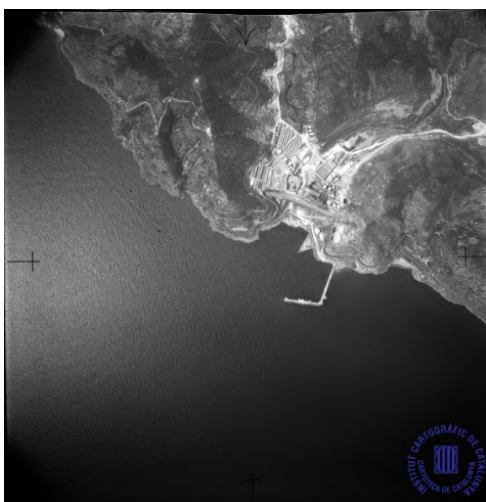


Figura 3.1: Vallcarca, 1974. Font: Institut Cartogràfic de Catalunya (fons SACE)

Més endavant hi havia un sector on podíem trobar diverses cales i, endinsant-nos més al poble, una platja més gran on els pescadors deixaven les seves barques. Just als peus de l'Església hi havia construït un petit espigó.

Entre aquest espigó i el següent —quasi a l'alçada de l'actual *Terramar*— s'estenia una gran superfície de sorra, paral·lela a la costa, a causa que les ones arribaven quasi bé paral·leles a ella —no hi havia cap estructura artificial que modifiqués el seu recorregut. El segon espigó i el tercer traçaven una petita platja: la platja de les Anquines. Aquesta va quedar com a àrea de servei de l'Hotel Terramar, el qual la va crear els anys 20 amb aquest propòsit.



Figura 3.2: medi litoral sitgetà, 1946. Font: ICGC (USACE).

L'any 1958 es va construir un nou espigó, que delimitava la platja de la Fragata, la qual era bastant tancada, ja que es va allargar el primer espigó —amb un cert angle respecte la costa de la resta de la vila i que va ser construït el segle passat— i se'n va construir el ja esmentat —perpendicular al passeig. Els espigons de les Anquines es van modificar, adoptant una forma d'L. D'aquesta manera, l'extensió de platja més gran que hi havia va perdre llargada, però encara mantenia la seva forma paral·lela amb el passeig. La construcció de noves carreteres va facilitar l'accés a les primeres cales del Nord del terme sitgetà.

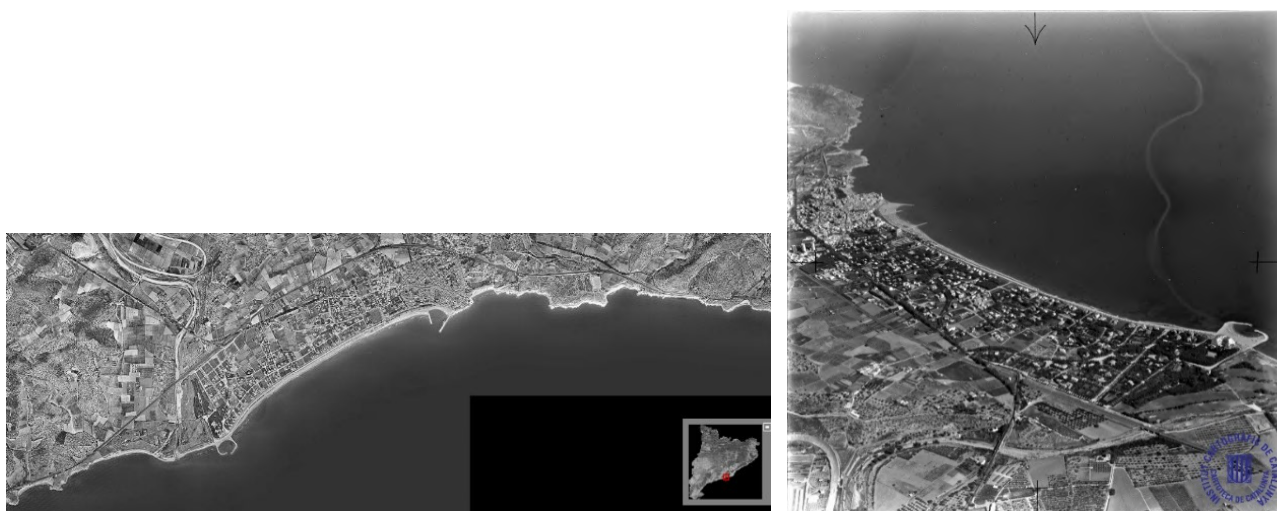


Figura 3.3: evolució fisonòmica de Sitges a mitjan de segle. Font: ICGC (fons SACE).

Cap a la dècada dels 60, coincidint amb l'auge de l'activitat turística concentrada en els mesos d'estiu, va sorgir la necessitat d'estendre les àrees de platja existents. Aquest fet va provocar la creació de noves esculleres.

La platja de la Fragata ja havia guanyat en superfície de sorra, ja que els seus dos espigons no paral·lels feien de barrera que frenava el flux de sediment. Contigua a ella, es forma la platja de la Ribera el 1953 (SACE, 1960; Pere-Andreu Ubach de Fuentes), delimitada per un tercer espigó perpendicular a la línia de costa i un quart amb les mateixes característiques —amb això, es va formar una platja paral·lela al passeig, amb una gran superfície de sorra.

El 1968, es construeix un nou espigó, el cinquè, per formar una nova platja, la de la Bassa Rodona (Pere-Andreu Ubach de Fuentes). Com veiem, el tram al nucli urbà no afectat per l'obra humana es va reduint, però va augmentant en superfície de sorra. En aquest tram, la sorra quedava més acumulada als cantons, ja que quedava protegida pels espigons, i menys al mig —aquesta forma de mitja lluna és característica en costes delimitades per espigons, a causa de l'aturament de la dinàmica marina natural, recordar la *figura 2.20*.

De la mateixa manera, veiem com la platja de les Anquines va guanyant també en superfície, a causa d'un poc flux de sediment motivat pels dos espigons en forma de cranc.



*Figura 3.4:* façana marítima sitgetana al principi de la dècada dels seixanta. Font: ICGC (fons SACE).



Figura 3.5: fisonomia de la façana marítima sitgetana, 1965. Font. ICGC (fons SACE).

Cap a meitat de la dècada dels setanta, es va fer un estudi més fonamentat amb l'objectiu de construir espigons a la costa a causa que la sorra no s'acumulava. Aquestes estructures es van fer amb un criteri simplement estètic: per tal de no perjudicar la vista al mar es van construir perpendicularment al passeig. Se'n van construir quatre entre Bassa Rodona i Anquines, donant lloc a quatre noves platges: L'Estanyol, la Riera Xica, la Barra i Terramar. L'any 1975 ja hi havia nou espigons en un tram de costa de dos quilòmetres (Pere-Andreu Ubach de Fuentes), els quals havien format platges d'entre dos-cents cinquanta i tres-cents noranta metres de llargada —distància entre espigons.

També pels volts d'aquesta dècada, es va formular un ambiciós projecte a La Punta, que implicava la construcció d'una urbanització dins de la mar que hagués modificat molt la costa (Priestly, 1984). El municipi va optar finalment per la conservació de la fisonomia tradicional de la localitat i va autoritzar la construcció del port esportiu d'Aiguadolç amb la seva corresponent urbanització a mig quilòmetre a l'Est de Sitges, el que va permetre l'expansió de la població sense modificar tant la seva imatge.



Figura 3.6: evolució de la costa, 1970. Font: ICGC (fons SACE).

Al voltant de la dècada dels vuitanta, la costa de Sitges presentava ja un aspecte molt semblant a l'actual.

El tram de l'Església fins l'Hotel de Terramar estava afectat amb nou espigons, formant així nou platges diferents, els quals, recordem —inclús els de la Fragata, que formen un angle entre ells—, eren perpendiculars a la línia de costa. El Ministeri de Medi Ambient seguia defensant, però, que aquestes estructures servien per evitar la forta entrada d'aigua del mar i per afavorir la formació de platges (Eco de Sitges). Al tram Nord del terme municipal trobem uns certs canvis destacables: en aquest període d'entremig s'havia construït el Port d'Aiguadolç.

Aquest fet va provocar canvis bastant notables en ecosistemes litorals i en la dinàmica marina, així com la creació d'una nova platja per l'acumulació de sorra: la platja d'Aiguadolç. A l'altre cantó del port les cales que hi havia anteriorment mutaven al llarg del temps, augmentaven en superfície i se'n formaven d'altres.

Anant mes cap al Sud, després d'un cap de roques, ens trobem la platja Sant Sebastià, que es mantenia bastant constant al llarg dels anys en quant a grandària, però sempre amb una tendència erosiva (CIIRC, 2010), i també amb una petita entrada abans de la Fragata anomenada platja de la Torreta, ja que just a dalt hi havia una petita plaça anomenada Torreta.





Figura 3.7: línia de costa sitgetana; 1986 (la primera), 1982 (dues últimes). Font: ICGC (fons SACE, VISSIR)

Cap a mitjans de la dècada dels vuitanta, hi va haver un gran temporal amb una gran entrada d'aigua que va destruir un tram del passeig, a l'alçada de la platja de les Anquines. Això va ser així, recordem, a causa del mal disseny dels espigons del moment: es van construir més amb un procés estètic que no pas funcional. A partir d'aquí es presenten diferents propostes d'aportacions graduals de sorra, però la decisió és refusada efusivament, així que es decideix recórrer a una altra alternativa: arreglar els espigons de les platges de la Barra i Terra-mar —platges allà on el corrent de llevant hi va més directe—, on el temporal havia destruït més, de manera que es va modificar la forma dels tres espigons més orientals que delimitaven aquestes platges: es va construir un seguiment de l'espigó paral·lel a la línia de costa, assolint una forma de T. D'aquesta manera, se solucionava mínimament la forta acció de l'aigua quan entrava a la platja i, també, que no s'emportés tant sediment.

A més, es van construir unes illes de roques a una determinada distància de la superfície de sorra perquè aquestes funcionessin com a barrera contingent. Aquestes alternatives van presentar un bon resultat.

Pels volts dels anys vuitanta, un sitgetà, Manel Carbonell, en vista que els espigons construïts recentment no acabaven de resoldre el problema que tenia Sitges amb la sorra, va presentar una teoria, anomenada per tothom amb el propi nom de l'autor: Teoria d'en Manel Carbonell. Aquesta teoria partia dels conceptes següents:

- *El vent de llevant (Est) sumat al corrent del riu Llobregat fa que se sumin les forces i no quedi sediment, és a dir, que la sorra marxi de les platges.*
- *El vent de garbí (Sud-oest) o migjorn (Sud) sumat al corrent del riu Llobregat fa que es restin les forces i quedi sediment; dit d'una altra manera, que s'afavoreixi la sedimentació a les platges.*

*Aleshores sabem que si existeix un corrent que ve del Llobregat —de Nord cap a Sud—, paral·lel a la costa i que aporta aigua i al·luvions, que junt amb el vent de garbí i migjorn fa que quedi més sorra a la part més septentrional de les platges i, en canvi, quan aquest corrent del Llobregat se suma al corrent de Llevant es converteix en un efecte perjudicial en la formació de platges.*

*Arribem a la conclusió que la solució passa per construir espigons amb un cert angle respecte la línia de costa —més o menys paral·lels al primer espigó de la platja de la Fragata—, ja que, d'aquesta manera, s'evitaria que el corrent de llevant s'emportés la sorra i s'afavoreix que el corrent de migjorn en segueixi dipositant. (Piqué, 2010.)*

Aquesta fenomenologia es dona ja que la costa sitgetana té una forma còncava encarada cap a l'Est —de C, més o menys. Per protegir la platja es van construir espigons sense tenir en compte aquesta curvatura, fet el qual va provocar que quedessin cada vegada més encarats cap a l'Est —ja que eren perpendiculars a la línia de costa.

Això feia que quedessin més desprotegits davant els temporals de llevant, que transporten la sorra cap a alta mar —*offshore*. Per tant, els espigons afavorien l'erosió de les platges.



*Figura 3.8:* comparació entre l'ortofoto capturat el 1983 i el 1994 (esquerra i dreta, respectivament): les platges, en aquest període, es regeneren considerablement i reben la construcció d'unes illetes, com s'aprecia a la fotografia de la dreta. Font: ICGC.

Poc més tard, cap allà els anys noranta, un altre temporal va afectar un tram de la costa sitgetana: una part del mur que delimitava la platja amb el passeig a l'alçada de la Riera Xica va ser destruït. A causa d'aquest temporal, el passeig, encara actualment, presenta en aquell tram un aspecte diferent: es van construir uns nous bancs per evitar l'accés de les persones a desnivell cap a la sorra de la Riera Xica, ja que l'aigua havia destruït entre uns dos i quatre metres de passeig (Piqué, 2010; Eco de Sitges).

Una alternativa ràpida i assequible que van creure que podia ser eficaç era importar sorra d'una altra platja que estigués relativament a prop, ja que havia de ser del mateix tipus de material. Calafell accepta el 1996 que s'agafi sorra de les seves platges, però aquesta solució no resulta eficaç: al poc temps, la superfície de les platges es veu reduïda a l'anterior.

Cap a l'any 1999, en vista d'aquesta destrucció per part del mar a les platges i al passeig de Sitges i d'altres acumulades anteriorment, el ministeri presenta un gran projecte que consistia en tres punts (Piqué, 2010; Vila, 2019; Eco de Sitges):

1. Construcció de dos grans espigons que delimitaven les platges des de la Fragata fins les Anquines. Volien augmentar la longitud del primer espigó i la de l'últim exponencialment perquè poguessin emular la funció d'un port.
2. Anivellament del passeig: anivellar el passeig de 2 a 4 metres endarrere per alinear-lo amb el tram destruït de la Riera Xica i augmentar la distància uns quants metres més perquè el mar en períodes de tempesta no afectés més el mur del passeig.

3. Aportació massiva de sorra. Si s'importava sorra d'un altre lloc cap a Sitges de manera molt abundant, encara que una petita part fos expulsada per la dinàmica marina, la major part d'aquesta seguiria permanentment formant gran superfície de platja.

Per tant, el Ministeri s'havia posat seriosament a trobar una solució a aquest problema, però tots van ser rebutjats per la població.



Figura 3.9: costa sitgetana el 1994. Font: ICGC.

Més endavant, l'any 2000 i a conseqüència de la proposta del Ministeri, es va formar una plataforma anomenada "Salvem la nostra costa" (Eixdiari, 2002). Aquesta es manifestava en contra del tercer punt (3.): *respecte a la pretesa «salvatjada» de regenerar platges amb sorra procedent dels ports de Sitges, hem d'admetre que seria una salvatjada fer-ho sense comprovar abans la qualitat ni la quantitat a extreure'n. Abocar fang a les nostres platges és, efectivament, una salvatjada provingui d'on provingui i no entenem com el regidor ha pogut pensar que la nostra proposta és així de «salvatge»* (Eixdiari, 2002).

Creien que aquest *modus operandi* tenia les següents conseqüències:

1. Eren bastant poc econòmiques.
2. Destrossaven un ecosistema que depenia de la *posidònia oceànica*. La *posidònia oceànica* és una planta endèmica de la Mediterrània que viu sota l'aigua entre la superfície i quaranta metres de profunditat. La planta forma les praderies de *posidònia*, anomenades també *alguers* encara que no estiguin formades per algues, que són l'ecosistema més important de la Mediterrània.

*Aquestes plantes aporten grans quantitats d'oxigen i matèria orgànica, contribuint, d'altra banda, a l'equilibri dels sediments al formar esculls-barrera que mantenen l'estabilitat del litoral i protegeixen les platges de l'erosió. Les praderies de posidònia també són una gran font de biodiversitat al ser l'hàbitat de nombroses espècies vegetals i animals, algunes d'elles en perill d'extinció. La "Posidonia oceanica" té un cicle de creixement anual i les fulles mortes, de vegades en forma de pilota, es dipositen a les platges protegint-les de l'erosió que provoquen les onades (Collia, Serra i Serrano, 2009). Tot i així, la pesca al rossec és la principal responsable de la destrucció indiscriminada dels fons marins a la Mediterrània. Està prohibida arreu de Catalunya a fondàries inferiors als 50 metres, prohibició que no es respecta ni tan sols després de sembrar el mar amb esculls artificials dissuasius per aquesta pràctica. La regeneració de platges continua tot i que els responsables saben que sense actuacions dràstiques que esmenin les causes que porten a la desaparició de la sorra no hi ha garanties que les costosíssimes regeneracions perdurin més enllà de dos o tres anys, a tot estirar (PFC, 2010).*

3. Era una inversió a curt termini, ja que no es podia garantir que la sorra no marxés en un període de temps relativament curt.

A més, van fer una proposta que donava solució a la problemàtica amb els espigons perpendiculars, que era la següent:

1. Instal·lar unes estructures a sota de la superfície de l'aigua. Això aportaria un benefici doble: la no-alteració de l'estètica i el compliment de la seva funció de dic.
2. La part superior d'aquestes construccions i la superfície del mar haurien d'estar a un metre. D'aquesta manera, es reduiria la potència amb què les onades arriben a la costa: la longitud d'ona es veuria minvada considerablement i, per tant, la rompent, el *backwash* —i el conseqüent transport de material— i tots els fets involucrats amb la fenomenologia de les onades, també.

Aquest projecte, però, no va ser impulsat degut a la gran inversió econòmica que suposava i no hi havia uns bons resultats assegurats perquè mai s'havia fet una comprovació pràctica.

A més de *Salvem la costa*, van aparèixer personatges com Manel Carbonell i Lluís del Cerro, que coincidien en què l'aportació de sorra no era pas la millor solució.

El segon era doctor en Biologia i coautor de l'estudi biològic del Pla de Costes i Platges de Sitges 1982 (Piqué, 2010), el qual estava casat amb Flora Portas, directora del CEM i coordinadora de diversos documents relacionat amb el nostre objecte d'estudi, alguns dels quals citem en aquest mateix treball. El primer, en canvi, era enginyer tèxtil i químic. Aquest últim deia que la solució no passava pas per l'abocament de sorra, ja que es desvirtuarien les propietats de la sorra de les platges de Sitges i es destruirien altres ecosistemes naturals — com el de la *Posidònia oceànica*—, sinó que s'havia de fer aprofitant els recursos naturals i, en aquest sentit, va considerar com a model el primer espigó, situat tot just davant de la Punta (Eixdiari, 2005): sobre la proposta de construir dos grans espigons pensava que era una solució «antiestètica, monstruosa, desproporcionada i inútil».

Aquest espigó de la Fragata té una estructura diferent de la resta dels espigons, ja que la costa és singular en aquell punt —té un sortint amb un cert angle— i, de forma regularitzada, va renovant tota la sorra. Partint d'aquest model, els altres espigons haurien de tenir la mateixa estructura per a fer la regeneració de platges sense cap mena d'impacte mediambiental (Eixdiari, 2005). Dit d'una altra manera, volia construir espigons amb un cert angle respecte la costa. Un altre fet a destacar d'aquest projecte és el de la possibilitat de fer uns espigons submergits, tal i com s'ha fet amb èxit a altres poblacions (Eixdiari, 2005). Segons Cristina Piqué aquesta proposta consistia en el següent:

1. Eliminar els peus de les esculleres a fi que la mar circulés lliurement entre mòduls — platges— uns 30 metres de la part de contacte amb el mur del Passeig a una distància calculada en funció de la superfície de la platja que es vulgui obtenir: es tallarien les actuals esculleres o es construirien uns murs transversals submergits convertint les actuals en forma de T —amb aspes perpendiculars a llevant en direcció Sud-Sud-Oest.
2. Construir les esculleres submergides a partir d'uns 20 cm per sota del nivell del mar. D'aquesta manera, la onada esclataria, formaria una turbulència i dipositaria sorra després de l'espigó submergit a la part més immediatament propera de la platja.

*El 1997-1998 a Sitges hi va haver una campanya de signatures en contra d'un projecte del Govern Central que consagrava un sistema de regeneració de platges basat en el dragatge massiu de sorra del fons marí i el seu abocament a les platges del nostre litoral (Bosch, 2018).*

El juny del 2002 el Ministre de Medi Ambient, Jaume Matas, va visitar Sitges per comprovar els danys causats per un altre gran temporal de llevant. A partir d'aquesta visita, el ministeri va avançar una actuació urgent estimada en 500.000 euros destinada al reposament de sorra de cara a la temporada estiuenca i un projecte de restauració de la façana sitgetana valorat en uns 9 milions d'euros: es faria en dues fases i es prioritzaria el mínim impacte visual i ambiental (Piqué, 2010).

Des del 2004 es va començar un projecte anomenat *Llibre Verd de l'Estat de la zona costanera a Catalunya*, que es va enllestir el 2010 per encàrrec de la Generalitat de Catalunya, en el qual s'analitza a fons les platges del litoral català. El *Llibre Verd de l'Estat de la zona costanera a Catalunya* ens indica que el sediment de les platges sitgetanes és, en general, un sediment fi i uniforme, el que resulta en unes platges amb una textura especial amb un pendent molt suau. De la mateixa manera, aquest estudi ens permet saber l'alçada de la platja seca —la berma—, que ens pot ajudar a esbrinar el volum del sediment com a reserva de la platja que tenim en un moment donat i a fer prediccions sobre les inundacions que es puguin produir. L'amplada de la platja s'ha determinat mitjançant una mitjana entre el nivell màxim i mínim de l'aigua al llarg de l'any —a l'octubre-setembre, a causa que l'aigua és més calenta, el nivell del mar és més alt que el març, quan l'aigua és més freda. Amb aquest projecte s'ha obtingut informació tant a partir de les imatges de l'ICC com a partir dels gràfics de l'evolució de les platges que queden palesos a l'estudi.

Hi ha hagut un gran nombre d'actuacions d'urgència al llarg dels anys, amb una lluita dia a dia per l'estabilització de la façana sitgetana, ja que el futur de les platges és complicat sense aquesta.

A la taula del Ministeri hi ha un projecte de remodelació pendent des de fa molts anys —explicat a Ràdio Maricel el 2014—, però, a causa d'un esgotament financer per part del Ministeri, no s'ha tirat mai endavant. Ignasi presenta una variant d'aquest projecte esmentat, presentat el 2011: modificar la punta dels espigons grans i construir espigons submergits que, a la llarga, augmentarien la superfície de les platges: als temporals la sorra viatjaria fins els espigons, actuant aquests com a barrera, i quan aparegués la calma la sorra retornaria cap a les platges. Des d'aleshores, hem tingut un aportament de sorra a alguna de les nostres platges quasi tots els anys, per no dir anualment (Eco de Sitges: 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019).

En definitiva, el mar ha castigat rotundament la nostra modificació de la façana marina: l'estètica no pot passar mai per sobre de la operativitat, i més tenint en compte que la fisonomia de la costa —la forma de C que comentàvem abans— no és compatible amb aquestes, més aviat afavoreix al cicle viciós de la regeneració de platges a partir d'aportacions de sorra que, com ens ha demostrat la història, mai no han donat un bon resultat.

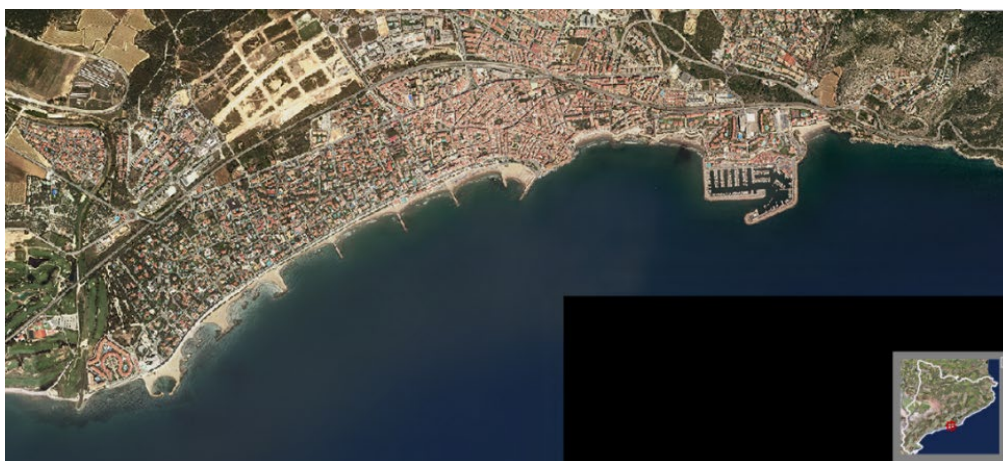


Figura 3.10: fisonomia de la nostra línia de costa actualment (ortofoto vigent, 2019). Font: ICGC.

Actualment, Sitges compta amb un total de 24 platges (*revisar els criteris de selecció, al principi de l'apartat*) repartides al llarg del seu terme municipal, que és molt extens. Al nucli urbà n'hi trobem 11. D'aquestes, les platges originals han estat les de Sant Sebastià i la del Baluard o la Fragata, on recalaven les barques de pesca antigament, i són platges de sorra fina.

Les platges que trobem a continuació, des de la platja de la Bassa Rodona fins a l'Atlàntida, solien ser més aviat rocoses amb molts còdols i poca sorra, especialment en dies de mar moguda però ara, en canvi, degut a que les rieres han estat absorbides dins la xarxa de carrers de la vila, l'aportament de còdols és molt inferior i també presenten sorra fina —encara que a la platja de Terramar encara queden petits agrupaments de còdols (Portas, 2010).

Són platges poc fondes en general, ja que en aquest tram de costa la plataforma continental és molt planera (Portas, 2010). Destaca el caràcter més aviat urbà de moltes de les platges situades al nucli del poble i la compartimentació que presenten, determinada pels espigons. Per darrere, totes les platges urbanes tenen un mur per sobre del qual hi ha el passeig marítim.





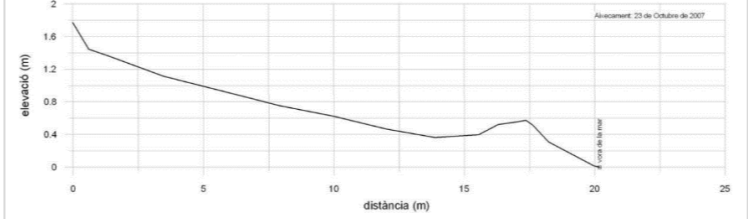
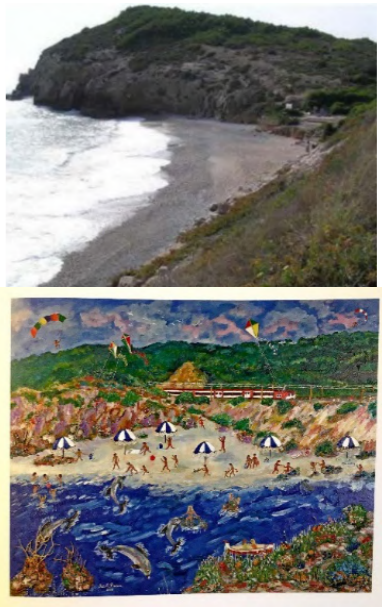
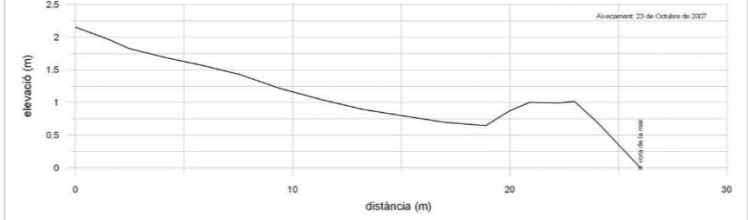

En la taula següent sintetitzarem tota la informació de l'evolució geomorfològica de la façana marina que hem anat exposant al llarg d'aquestes pàgines, classificant-les en funció de l'any, l'objectiu que es pretenia assolir, el tipus d'actuació que s'hi feia i la zona on es concentra aquesta actuació.

<i>Any</i>	<i>Actuació</i>	<i>Zona i/o objectiu</i>
1930	2 espigons	Platja de les Anquines (Hotel Terramar)
1950	Escullera longitudinal de protecció de la façana marítima	Des del Xiringuito fins a la piscina del Club de Mar
1953	Construcció 1 espigó (C/Sant Pere) i allargament d'un altre (Punta)	Platja de la Fragata (la Punta i C/ St. Pere)
1955	Mur	Revestiment de l'escullera i delimitació del passeig
1959	1 espigó	Platja de la Ribera/Bassa Rodona
1968	1 espigó	Platja de la Bassa Rodona/Estanyol
1970	3 espigons	Platja de l'Estanyol/Riera Xica Platja Riera Xica/Barra Platja de la Barra/Terramar
1975	Escullera longitudinal de protecció del passeig	Platja de la Barra
1984	3 modificacions d'espigons en L i paral·lels	Modificació a L de l'espigó de la platja Riera Xica/Barra Modificació a paral·lel de l'espigó de la platja Barra/Terramar Modificació a paral·lel de l'espigó de la platja Terramar/Anquines
1984	4 illetes artificials d'escullera	2 illetes artificials a la platja de la Barra 2 illetes artificials a la platja de Terramar
1994	Realimentació amb sorra	Platja de la Bassa Rodona, Estanyol, Riera Xica, Barra i Terramar

2000	Realimentació amb sorra	Platges de l'Estanyol, Barra i Terramar
2002	Realimentació amb sorra	50000 m <sup>3</sup> a la platja de l'Estanyol, Riera Xica, Barra i Terramar
2004	Realimentació amb sorra	Platja de l'Estanyol
2011	Realimentació amb sorra	Platja de l'Estanyol
2012	Realimentació amb sorra	20000 m <sup>3</sup> a la platja de Sant Sebastià, 50000 m <sup>3</sup> a Bassa Rodona, Estanyol i Riera Xica
2013	Realimentació amb sorra	2000 m <sup>3</sup>
2014	Realimentació amb sorra	20000 m <sup>3</sup> a la platja de Sant Sebastià, 50000 m <sup>3</sup> a Bassa Rodona, Estanyol i Riera Xica
2015	Realimentació amb sorra	Platja de la Bassa Rodona, Estanyol, Riera Xica, Barra i Terramar
2016	Realimentació amb sorra	45000 m <sup>3</sup> a les platges de Sant Sebastià, Bassa Rodona i Garraf
2017	Realimentació amb sorra	Aproximadament 50000 m <sup>3</sup>
2018	Realimentació amb sorra	Aproximadament 45000 m <sup>3</sup>

Quadre 3.1: evolució de la façana marítima sitgetana cronològicament. Font: Pere-Andreu Ubach de Fuentes, any desconegut. Elaboració pròpia.

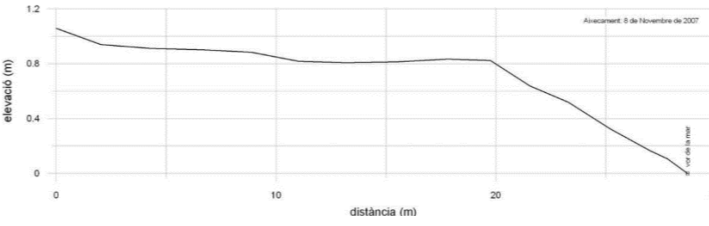

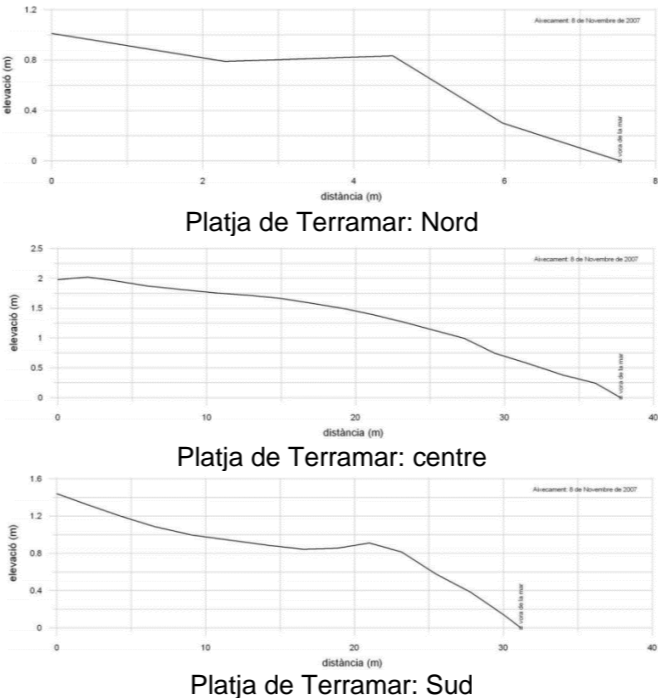

En la taula de la pàgina següent trobem una classificació actual de les platges, distingint-hi la seva descripció, el seu perfil i fotografies i quadres actuals. Aquesta informació ha estat extreta de l'estudi del *Llibre Verd* (CIIRC, 2010); *Guia de Platges*, publicat per l'Ajuntament de Sitges (Ajuntament de Sitges, 2000); *Guia d'Art de les Platges de Sitges*, publicat per l'Ajuntament de Sitges (Ajuntament de Sitges, 2007).

Platges (de S a N)	Descripció	Perfil <sup>17</sup>	Imatge <sup>1</sup>
PLATJA DESENROCADA	<p>Platja encaixada<sup>18</sup> no urbana de difícil accés. Per sota de la via del tren i al Sud de la discoteca Atlàntida.</p> <p>Té una longitud de 78 metres i una mitjana d'amplada de 16. Disposa de servei de guingueta, para-sols i gandules. Difícil accés. Presència de posidònia. La orientació mitjana<sup>19</sup> de la platja és de 70° a la dreta respecte el Nord.</p> <p>Limita amb dos extrems de roques, un a llevant i un altre, a ponent.</p>		
PLATJA HOME MORT	<p>Platja encaixada no urbana, formada per la platja Home Mort i la platja de Roses (Ajuntament de Sitges, 2000). Envoltada de penya-segats. Difícil accés: s'hi accedeix a peu a través d'un sender abrupte. Ofereix serveis diversos: de públics, com papereres, i privats, com un quiosquet de begudes i gelats. Durant la temporada alta es neteja diàriament.</p> <p>Té una longitud de 110 i 165 metres respectivament i una mitjana d'amplada de 12 m. Es localitza a 800 metres del nucli urbà.</p> <p>Presència de posidònia. La orientació mitjana de la platja és de 55° a la dreta respecte el Nord.</p> <p>Limita amb dos extrems de roques, un a llevant i un altre, a ponent: els penya-segats que esmentàvem abans.</p>		
PLATJA ATLÀNTIDA	<p>Aquesta platja té entre uns 94 i 250 metres de longitud per uns 11 a 17 metres d'amplada. Platja molt poc recomanable per al bany a causa de les seves pedres i la seva estretor, que alberga una construcció dedicada a la discoteca actualment fora de servei: l'Atlàntida.</p> <p>Presència de posidònia. La orientació mitjana de la platja és de 80° a la dreta respecte el Nord. Limita amb dos extrems de roques, un a llevant i un altre, a ponent.</p>		

<sup>17</sup> Font: CIIRC, 2010. Octubre-novembre.

<sup>18</sup> Platja encaixada: limitades en ambdós costats per obstacles, siguin naturals o artificials.

<sup>19</sup> Orientació mitjana: definirem la orientació mitjana com l'angle que forma la costa respecte al nord mesurat en sentit horari sobre l'ortofotomapa corresponent (CIIRC, 2010).

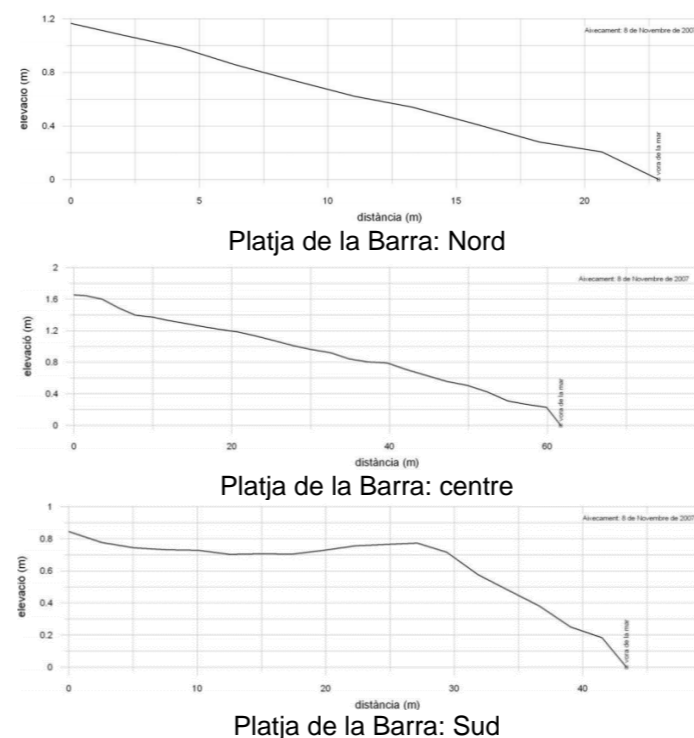
<p>PLATJA DE LES ANQUINES</p>	<p>És una platja artificial. L'Hotel Terramar la va crear com a àrea de servei de l'hotel als anys 20. Està envoltada per dos espigons en forma de cranc, quedant molt protegida dels temporals.</p> <p>Té una longitud de 200 metres i una mitjana d'amplada de 34. Fàcil accessibilitat. Disposa de diversos serveis: públics, com ara dutxes, rentapeus, papereres, lloc de salvament; i de privats: un quiosquet de begudes i gelats. També es lloguen hamaques, tendals i patins. A temporada alta es neteja diàriament. Presència de posidònia.</p> <p>La orientació mitjana de la platja és de 65° a la dreta respecte el Nord. La mida mitjana del sediment (<math>\mu</math> en mm): 0,1375. Limita amb un dic exempt i un espigó, un a llevant (on trobem també una platja de còdols) i un altre, a ponent (on limita amb la platja del Terramar), respectivament.</p>		
<p>PLATJA TERRAMAR</p>	<p>És una platja encaixada i natural situada davant de la zona de Terramar, un sector residencial. Destaquen les seves 4 illetes, destinades a la protecció de la sorra. A davant s'hi troba el Centre d'Estudis del Mar.</p> <p>És una platja encaixada, té una longitud de 484 metres i un promig d'amplada de 19 m, a causa de la seva forma cònca. Disposa de diversos serveis: públics, com ara dutxes, rentapeus, papereres, salvament i vigilància; i privats: lloguer d'hamaques, para-sols, embarcacions nàutiques, etc. A temporada alta la neteja és diària. Fàcil accessibilitat. Presència de posidònia.</p> <p>La orientació mitjana de la platja és de 40° a la dreta respecte el Nord. Mida mitjana del sediment (<math>\mu</math><sup>20</sup> [no <math>\delta_{50}</math><sup>21</sup>], en mm): 0,181. Limita amb dos espigons, un a llevant (on limita amb la platja de les Anquines) i un altre, a ponent (on limita amb la platja de la Barra).</p>	 <p>Platja de Terramar: Nord</p> <p>Platja de Terramar: centre</p> <p>Platja de Terramar: Sud</p>	

<sup>20</sup>  $\mu$ : diàmetre mitjà del sediment.

<sup>21</sup>  $\delta_{50}$ : diàmetre associat a la mitjana de la distribució (percentil 50).  $\mu \neq \delta_{50}$

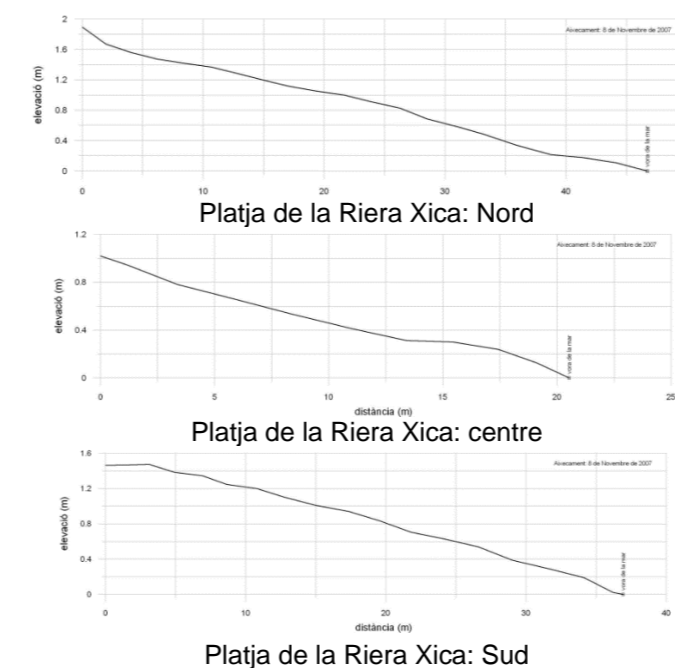
PLATJA DE LA BARRA

Platja urbanitzada que es caracteritza pels dos grans blocs de pedres situats enmig de l'ancorada tancada al mar per falsos dics de pedres a banda i banda. La seva particularitat és que hi ha 4 illetes artificials creades per a la protecció de la sorra. És una platja encaixada, de 494 metres de longitud i 33 d'amplada. Disposa de tots els serveis: públics, com ara dutxes, rentapeus, papereres, salvament i vigilància; i privats: lloguer d'hamaques, para-sols, embarcacions nàutiques, etc. A temporada alta la neteja és diària. Està guardonada amb la certificació ISO 14.001<sup>22</sup> i el compromís de qualitat turística del SICTED, així com porta rebent Diplomes de Qualitat i Banderes Blaves des de fa molts anys. Fàcil accessibilitat. Presència de posidònia. La orientació mitjana de la platja és de 55° a la dreta respecte el Nord. Mida mitjana del sediment ( $\mu$ , en mm): 0,181. Limita amb un espigó en forma d'L i un dic exempt, un a llevant (on limita amb la platja de Terramar) i un altre, a ponent (on limita amb la platja de la Riera Xica), respectivament.

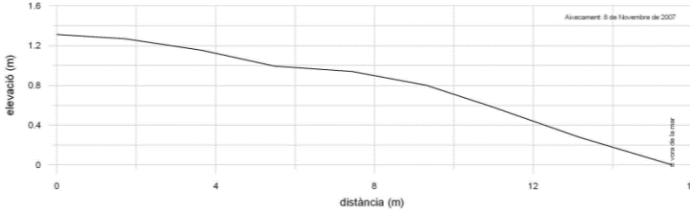



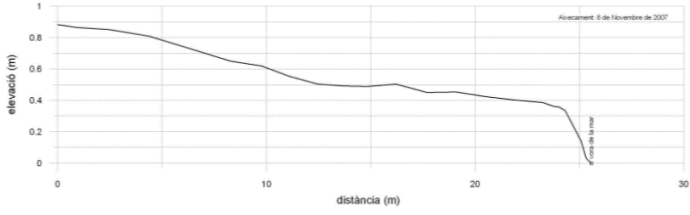



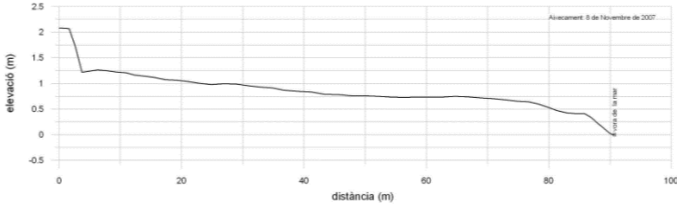

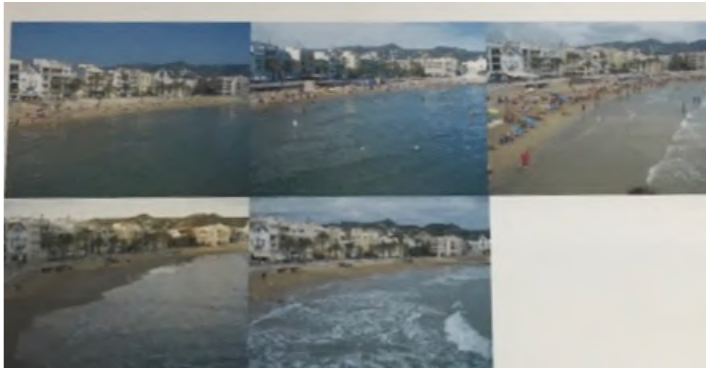
PLATJA RIERA XICA

Situada davant del sector residencial del Vinyet. És una platja encaixada, té una longitud de 320 metres i una mitjana d'amplada de 15. Disposa de serveis: públics, com ara dutxes, rentapeus, papereres, socorrisme, salvament i vigilància; i privats, com lloguer de tendals i hamaques i un quiosquet. En temporada alta es neteja diària, mentre que en temporada baixa, periòdicament. Fàcil accés. Presència de posidònia. La orientació mitjana de la platja és de 40° a la dreta respecte el Nord. Mida mitjana del sediment ( $\delta_{50}$ , en mm): 0,231. Limita amb dos espigons, un a llevant (on limita amb la platja de la Barra) i un altre, a ponent (on limita amb la platja Estanyol).



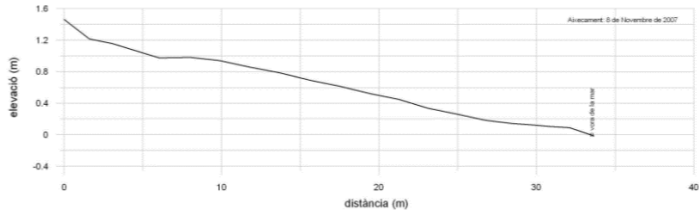

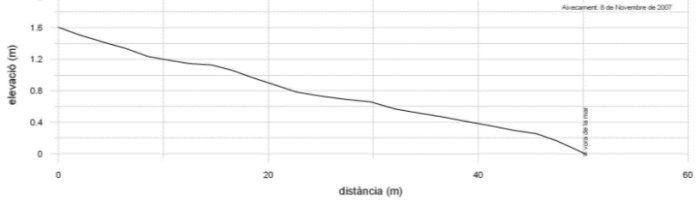

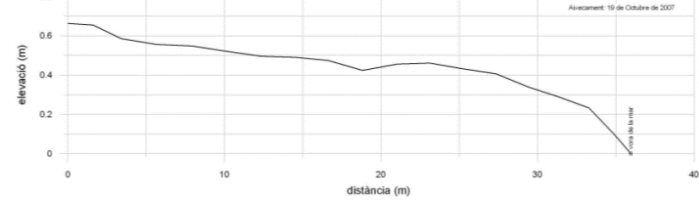

<sup>22</sup> ISO 14001: estàndard de qualitat.

<p>PLATJA ESTANYOL</p>	<p>Situada davant del sector residencial del Vinyet i del passeig Marítim. És una platja encaixada, té una longitud de 365 metres i una mitjana d'amplada de 20. Disposa de tots els serveis: públics, com ara dutxes, rentapeus, papereres, socorrisme, salvament i vigilància; i privats, com lloguer de tendals i hamaques i un quiosquet de queviures. En temporada alta es neteja diàriament, mentre que en temporada baixa, periòdicament. Fàcil accés.</p> <p>Presència de posidònia. La orientació mitjana de la platja és de 65° a la dreta respecte el Nord. Mida mitjana del sediment (<math>\mu</math>, en mm): 0,231.</p> <p>Limita amb dos espigons, un a llevant (on limita amb la platja de la Riera Xica) i un altre, a ponent (on limita amb la platja de la Bassa Rodona).</p>		
<p>PLATJA BASSA RODONA</p>	<p>El nivell d'ocupació és alt. És una platja encaixada, té una longitud de 297 metres i una mitjana d'amplada de 16. Disposa de serveis: públics, com ara dutxes, rentapeus, papereres, socorrisme, salvament i vigilància; i privats, com lloguer de tendals i hamaques i un quiosquet de queviures. En temporada alta es neteja diàriament, mentre que en temporada baixa, periòdicament. Fàcil accés.</p> <p>Presència de posidònia. La orientació mitjana de la platja és de 65° a la dreta respecte el Nord. Mida mitjana del sediment (<math>\delta_{50}</math>, en mm): 0,231.</p> <p>Limita amb dos espigons, un a llevant (on limita amb la platja Estanyol) i un altre, a ponent (on limita amb la platja de la Ribera).</p>		
<p>PLATJA DE LA RIBERA</p>	<p>És una de les platges més populars, concorregudes i cosmopolites gràcies a la seva ubicació, al centre del nucli urbà. És una platja encaixada, té una longitud de 275 metres i un promig d'amplada de 29.</p> <p>Disposa de tots els serveis: públics, com ara dutxes, rentapeus, papereres, socorrisme, salvament i vigilància; i privats, com lloguer de tendals i hamaques i un quiosquet de queviures. En temporada alta es neteja diàriament, mentre que en temporada baixa, periòdicament. Està certificada amb la ISO 14.001 i amb el compromís de qualitat turística del SICTED. Fàcil accés.</p> <p>Presència de posidònia. La orientació mitjana de la platja és de 70° a la dreta respecte el Nord. Mida mitjana del sediment (<math>\delta_{50}</math>, en mm): 0,231.</p> <p>Limita amb dos espigons, un a llevant (on limita amb la platja de la Bassa Rodona) i un altre, a ponent (on limita amb la platja de la Fragata).</p>		

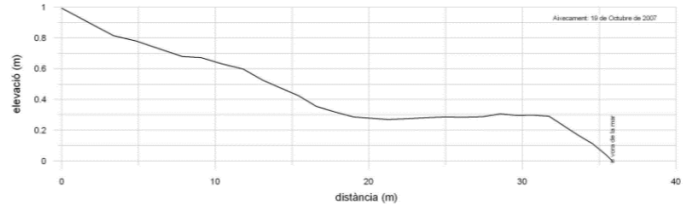

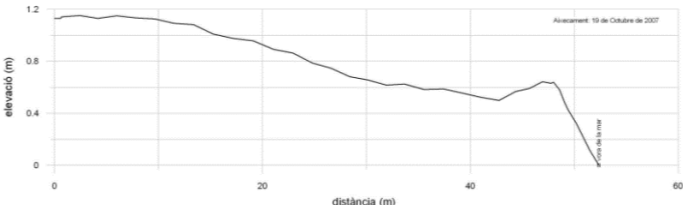

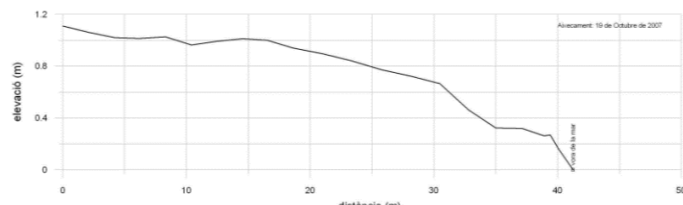

<p>PLATJA FRAGATA</p>	<p>Situada sota la mateixa Església de Sant Bartomeu i Santa Tecla, la qual al seu torn se situa sobre el passeig Marítim i dibuixa l'estampa més característica i coneguda de la vila. Antigament funcionava com a zona portuària de varada de les barques dels pescadors locals. Actualment comparteix espai amb el Club Nàutic de Sitges. Disposa de xarxes de vòlei i camps de futbol. És encaixada, té una longitud de 130 metres i una mitjana d'amplada de 73. Disposa de tots els serveis: públics, com ara dutxes, rentapeus, papereres, socorrisme, salvament i vigilància; i privats, com lloguer de tendals i hamaques i un quiosquet de queviures. En temporada alta es neteja diàriament, mentre que en temporada baixa, periòdicament. Fàcil accés.</p> <p>Presència de posidònia. La orientació mitjana de la platja és de 70° a la dreta respecte el Nord. Mida mitjana del sediment (<math>\delta_{50}</math>, en mm): 0,181.</p> <p>Limita amb dos espigons, un a llevant (on limita amb la platja de la Ribera) i un altre, a ponent (on limita amb un mur de roques).</p>		
<p>PLATJA SANT SEBASTIÀ</p>	<p>És una platja encaixada que es troba en ple nucli urbà de Sitges, té una longitud de 210 m i una amplada mitjà de 24 m.</p> <p>Fàcil accés: està adaptada per a persones amb mobilitat reduïda, està certificada amb la ISO 14.001<sup>23</sup> i amb el compromís de qualitat turística del SICTED<sup>24</sup>. Disposa de serveis, però sota un cànon determinat: dutxes, rentapeus, papereres, socorrisme, salvament i vigilància; lloguer de tendals i hamaques i un quiosquet de queviures. En temporada alta es neteja diàriament, mentre que en temporada baixa, periòdicament.</p> <p>Presència de posidònia. La orientació mitjana de la platja és de 70° a la dreta respecte el Nord. Mida mitjana del sediment (<math>\delta_{50}</math>, en mm): 0,303.</p> <p>Limita amb dos extrems de roques, un a llevant i un altre, a ponent.</p>		

<sup>23</sup> ISO 14000: la sèrie de normes ISO 14000 és un conjunt de normes internacionals publicades per l'Organització Internacional de Normalització (ISO), que inclou la Norma ISO 14001 que expressa com establir un Sistema de Gestió Ambiental (SGA) efectiu (Hewitt, Robinson; Roberts, Gary; 1999).

<sup>24</sup> SICTED: És un projecte de millora de la qualitat de les destinacions turístiques promogut per la Secretaria d'Estat de Turisme (SET).

<p>PLATJA BALMINS</p>	<p>Seguint la costa ens trobem amb la platja de Balmíns després del casc antic de Sitges. Aquesta platja està formada per tres cales petites: el balmí gran, el balmí mitjà i el balmí petit, que, al llarg del temps, s'han anat unificant pel guany de superfície. La seva geografia és molt especial: podem trobar coves entre les roques que l'envolten. Es localitza a ponent del port d'Aiguadolç, entre el mateix port esportiu i el nucli urbà de Sitges. És encaixada. La seva longitud és de 220 m i una amplada mitjana de 15 m. Fàcil accés: està adaptada per a minusvàlids. Està certificada amb la ISO 14.001 i amb el compromís de qualitat turística del SICTED. Disposa de serveis, però amb un cànon determinat. Presència de posidònia. La orientació mitjana de la platja és de 100° a la dreta respecte el Nord. Mida mitjana del sediment (<math>\delta_{50}</math>, en mm): 0,181. Limita amb un extrem de roques i el port d'Aiguadolç, un a llevant i un altre, a ponent, respectivament.</p>		
<p>PLATJA AIGUADOLÇ</p>	<p>La platja d'Aiguadolç es troba després del nucli urbà de Sitges. Està situada just abans d'entrar al port d'Aiguadolç. És encaixada, té una longitud de 160 m i una amplada mitjana de 26 m. Disposa de tots els serveis: dutxes, rentapeus, papereres, socorrisme, salvament i vigilància; lloguer de tendals i hamaques i un quiosquet de queviures. En temporada alta es neteja diàriament, mentre que en temporada baixa, periòdicament. Fàcil accés. Presència de posidònia. La orientació mitjana de la platja és de 55° a la dreta respecte el Nord. Mida mitjana del sediment (<math>\delta_{50}</math>, en mm): 0,138. Limita amb un extrem de roques, a ponent, i un tram de roques seguit de l'espigó del Port d'Aiguadolç, a llevant. Entre les pedres de la platja brota intermitentment un sorgent d'aigua dolça.</p>		
<p>PLATJA VALLCARCA</p>	<p>Aquesta platja és encaixada, té 97 m de longitud i 20 m d'amplada. Està localitzada al peu de la fàbrica de ciment de Vallcarca i a raser del seu port de càrrega. No està inclosa dins el Pla d'Usos de les platges de Sitges. Accés difícil, per la carretera de Les Costes. Es neteja periòdicament durant tot l'any. Presència de posidònia. La orientació mitjana de la platja és de 95° a la dreta respecte el Nord. Mida mitjana del sediment (<math>\delta_{50}</math>, en mm): 0,181. Limita amb un espigó —el port de Vallcarca, de l'antiga cimentera Uniland (Francàs, 2019)— i un extrem de roques, un a llevant i un altre, a ponent, respectivament.</p>		



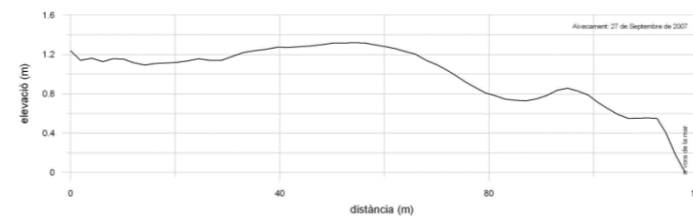
<p>CALA MORISCA</p>	<p>Aquesta és una platja naturista situada a la carretera de les Costes del Garraf.</p> <p>Per la seva situació geogràfica, entre penya-segats, la fa única a la zona. És encaixada. Té una longitud de 128 m i una amplada mitjana de 21 m. Accés fàcil-mitjà. Disposa de dutxes públiques. Durant la temporada alta el servi de neteja és setmanal.</p> <p>Presència de posidònia. La orientació mitjana de la platja és de 40° a la dreta respecte el Nord. Mida mitjana del sediment (<math>\delta_{50}</math>, en mm): 0,181.</p> <p>Limita amb dos extrems de roques, un a llevant i un altre, a ponent.</p>		
<p>PLATJA GARRAF</p>	<p>Aquesta platja és encaixada, té 345 m de longitud i 29 m d'amplada. Accés fàcil-mitjà. Se situa al peu del nucli urbà del Garraf, el qual té una gran tradició turística.</p> <p>Disposa de tots els serveis: públics, com ara dutxes, rentapeus, papereres, socorrisme, salvament i vigilància; i privats, com lloguer de tendals i hamaques i un quiosquet de queviures. En temporada alta es neteja diàriament.</p> <p>Presència de posidònia. La orientació mitjana de la platja és de 115° a la dreta respecte el Nord. Mida mitjana del sediment (<math>\delta_{50}</math>, en mm): 0,328.</p> <p>Limita amb dos extrems de roques, un a llevant —on es troba el penya-segat de la Falconera, on desemboca un riu subterrani— i un altre, a ponent.</p>		
<p>CALA GINESTA</p>	<p>Aquesta platja és encaixada, té 255 m de longitud i 53 m d'amplada. Es troba a 20 km del nucli urbà de Sitges.</p> <p>Disposa de dutxes públiques i papereres, així com una Oficina d'Informació Municipal a 300 m. Hi ha un quiosquet de begudes i gelats. Es lloguen tendals i hamaques.</p> <p>Accés fàcil-mitjà. Presència de posidònia. La orientació mitjana de la platja és de 115° a la dreta respecte el Nord. Mida mitjana del sediment (<math>\delta_{50}</math>, en mm): 0,181.</p> <p>Limita amb un espigó —que forma part del Port Ginesta— i un extrem de roques, un a llevant i un altre, a ponent, respectivament.</p>		

## PLATJA DE LES BOTIGUES

Aquesta platja és semiencaxada<sup>25</sup>, té 1404 m de longitud i 116 m d'amplada. Accés fàcil.

Disposa de tots els serveis: públics, com ara dutxes, rentapeus, papereres, socorrisme, salvament i vigilància; privats, com ara lloguer de tendals i hamaques i un quiosquet de queviures. En temporada alta es neteja diàriament, mentre que en temporada baixa, periòdicament. Presència de posidònia. La orientació mitjana de la platja és de 80° a la dreta respecte el Nord. Mida mitjana del sediment ( $\delta_{50}$ , en mm): 0,231.

Limita amb el dic d'abric del Port Ginesta per llevant i amb les platges de Castelldefels per ponent.



<sup>25</sup> Platja semiencaxada: limitades per un obstacle només en una banda.

### 3.3. FENOMENOLOGIA DE LES PLATGES DE SITGES

L'onatge predominant afecta a la costa de diferent forma, depenent de la zona. Podríem dir que l'onatge predominant des del delta de l'Ebre fins a Barcelona és de procedència SE, i que a les comarques gironines és predominantment N. En canvi, si consultem les dades aportades pel detector a 6,86 km al Sud-est de la platja de Terramar —el punt més proper—, propietat de *Puertos del Estado*, ens indica que des de 1958 al 2019 hi ha hagut una predominança del vent provinent del ENE<sup>26</sup>, és a dir, vents de llevant. De la mateixa manera, amb aquesta eina tan útil podem estudiar en quina direcció incideixen les onades, mitjançant la seva respectiva rosa d'onatge.

Una ROSA D'ONATGE és la representació gràfica conjunta de l'altura o període de l'onatge i la seva freqüència de presentació per sectors, per la qual cosa permet donar una visió ràpida de les característiques de l'onatge potencialment d'interès en el tram de costa sotmès a estudi (CIIRC, 2010). En una rosa d'onatge l'ample de cada element representa la intensitat de la variable considerada, i la longitud ens mostra la seva ocurrència, motiu pel qual aquest tipus de representacions cal que vagin acompanyades d'una llegenda on s'especifiquin les respectives relacions d'escala.

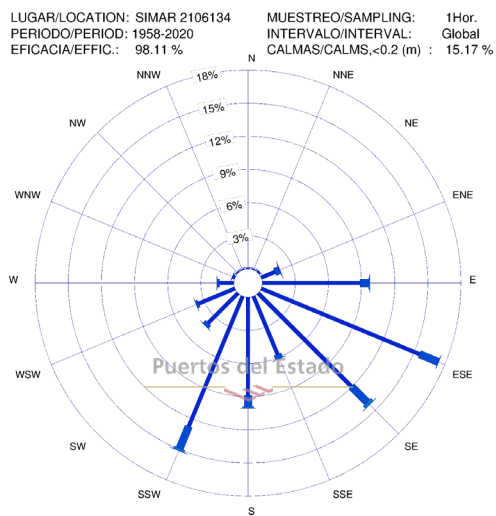
En el mateix període que l'anterior, la tendència majoritària ha sigut cap el Sud-est. En ambdós casos, però, tampoc podem deixar de banda altres “tendències” dominants —exceptuant les calmes—: en el cas del vent, veiem que també hi ha una gran part que prové del WNW<sup>27</sup>; per part de les onades, veiem un patró diferent —incideixen més al E i al S.

Convé afegir que estem tenint en compte intervals de temps molt grans, acceptant el risc de les variacions climàtiques anuals i les seves conseqüències i, també, errades en la mesura —99,42% i 98,11% d'eficàcia, respectivament.

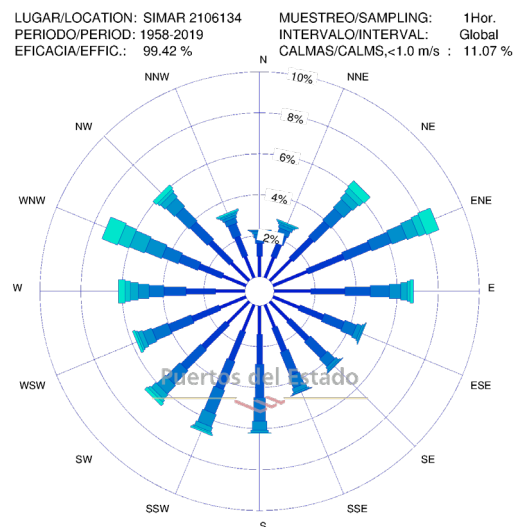
---

<sup>26</sup> ENE: est nord-est.

<sup>27</sup> WNW: oest nord-oest



Rosa de les onades



Rosa dels vents

Si mirem les dades del *Llibre verd de l'Estat de la zona costanera a Catalunya*, en canvi, la direcció de les onades és SSW —Sud Sud-oest— en totes les platges del municipi en el període de temps analitzat. Com abans hem dit, SIMAR 2106134 es troba a 6,86 kilòmetres al SE de Sitges —tot i així cal aclarir que el conjunt de dades SIMAR està format per sèries temporals de paràmetres de vent i onatge procedents de modelatge numèric. Són per tant dades sintètiques i no procedeixen de mesures directes de la natura (Puertos del Estado, 2015). Si mirem, també hi ha una gran direcció de provinença del SSW en el SIMAR: considerarem SSW la direcció principal i ESE la secundària, ja que la segona és la principal en els temporals —ho veurem a la pàgina següent. Curiosament, en ambdues preses de dades s'indica la direcció d'un corrent de deriva —paral·lel a la línia de costa. Quan l'onatge incideix de forma obliqua a la platja, les cel·les circulatòries perden el seu caràcter simètric i es genera un corrent longitudinal al llarg de la platja, fet que pot provocar que les barres de sorra puguin desenvolupar-se de manera transversal.

Una gran part de les tempestes, les més energètiques, erosionen la costa i realitzen una gran tasca amb el transport dels dipòsits de sediments. Aquestes tempestes provenen majoritàriament en situacions de gota freda i venen de l'E, seguides per les provinents del NE i del S (Casas-Prat [et al.], 2010). Els danys a les platges per tempestes, doncs, es produeix a causa d'un augment del nivell del mar (Sánchez-Arcilla, any desconegut).

En aquest fenomen es veuen involucrades les baixes pressions atmosfèriques —on, al pressionar menys l'aire, puja l'aigua—, el vent que bufa del mar cap a terra i el trencament de les onades, que bombegen aigua cap a la costa.

Els períodes climàtics es poden diferenciar en dos tipus: d'octubre a abril, on es produeixen les tempestes més fortes, i de maig a setembre, on s'hi donen períodes de calma (Jiménez [et al.], 1997; Mendoza i Jiménez, 2004). Seguint per aquest fil, a continuació exposarem la distribució direccional de les tempestes en concordança amb la seva classificació energètica.

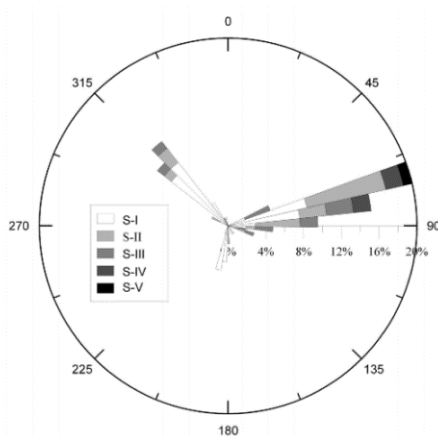


Figura 5.4: distribució direccional de les tempestes en concordança amb la seva classificació energètica.

Font: Puertos del Estado.

S'observa que la majoria d'aquestes venen de l'E —sobre uns 80°— i són les corresponents als episodis de llevant a la tardor i al hivern, on es donen els casos més greus de destrosses a les platges. Tot i això, cal recordar el que diem anteriorment a la pàgina 34.

Tot el que hem parlat en aquest apartat ho resumirem i complementem amb el text següent, extret i adaptat de *El sistema litoral: un equilibri feble amenaçat pel canvi climàtic*. De la mateixa manera, introduirà el que tractarem posteriorment.

Durant la dècada de 1960, quan va començar la intensa activitat turística concentrada en la temporada estiuenca, es va crear la necessitat d'ampliar les àrees de platja de sorra. Això va comportar la construcció d'espigons perpendiculars a la platja, a continuació de la platja de la Ribera per tal de retenir la sorra. L'any 1975 ja s'havien construït sis espigons en un tram de costa de dos quilòmetres, els quals havien format platges d'entre dos-cents cinquanta i tres-cents noranta metres de llargada —distància entre espigons. En l'últim tram de platja no es va aconseguir retenir la sorra, per la qual cosa, com s'ha esmentat anteriorment, entre els anys 1984 i 1985 es van construir quatre espigons circulars i dos espigons paral·lels a la platja.

Per una banda, l'efecte d'aquests espigons ha comportat la creació d'unes platges en forma de mitja lluna; per altra, hi ha hagut una pèrdua de diversitat que ha provocat l'empobriment de tota aquesta àrea, tant a la línia de platja com a la zona submergida fins a dos o tres metres. Ara bé, l'impacte més gran es va produir al final dels anys noranta del segle passat en un episodi de regeneració de platges amb sorres fangoses; fins fa tres anys no s'han pogut anar recuperant les poques comunitats que encara hi queden. Aquestes platges tenen moltes dificultats per mantenir la sorra acumulada, ja que estan sotmeses a una forta erosió, i la tendència al llarg del temps ha estat la pèrdua de sediment. En aquest procés de regressió, hi entren en joc la configuració del litoral, les onades, els corrents i els vents. A la costa del Garraf el vent de llevant i l'onatge de l'Est són els factors que més incideixen sobre el litoral, ja que van associats a fortes tempestes que impliquen pèrdues de sorra durant l'hivern i la tardor. En un perfil equilibrat, durant l'estiu els sediments retornarien des dels dipòsits a pocs metres de fondària cap a les platges, però aquest no és el cas, de manera que les platges van minvant. Un altre factor que incideix sobre la regressió de les platges és la falta d'aportacions naturals de sediments. Les aportacions de sediments provenen principalment del riu Llobregat i es mouen gràcies al corrent general de direcció Sud-oest paral·lel a la costa, que en els últims decennis han anat disminuint, tal com passa en altres conques. A aquest fet, s'hi afegeix la construcció de ports que bloquegen el transport de sediments. A part, també ha desaparegut el sistema dunar, amb la qual cosa no es pot comptar amb la capacitat autoregeneradora de les platges. [...] buscar una fórmula que permetés reorientar els espigons per tal d'estabilitzar la sorra de les platges. [...] Així doncs, hi ha perspectives de nous canvis en el litoral de Sitges per als propers anys, en els quals s'hauran d'afrontar nous reptes.

PORTAS, 2010

Avui dia la franja costanera sitgetana està gairebé totalment urbanitzada. La pròpia platja limita i conviu amb edificacions i infraestructures de tota mena. Un dels espais que més ha patit les conseqüències de l'intens procés d'urbanització de la franja litoral és la rereplatja i en concret l'ecosistema dunar (Collia, Serra i Serrano, 2009).

Les dunes, com hem comentat en apartats anteriors, són acumulacions de sorra formades pel vent. A Catalunya, a diferència d'altres latituds, les dunes són exclusivament costaneres (Collia, Serra i Serrano, 2009). Amb el vent i l'aportació de materials, si no estan fixades per la vegetació o amb contradunes, aquests monticles de sorra és poden desplaçar: són les anomenades dunes vives. Una funció ambientalment destacable de l'ecosistema dunar, en relació a la platja, és la seva capacitat d'actuar com a reserva de sorra —*per exemple*: Wo-odroffe, 2002.

Poques platges tenen espai natural a l'entorn, tot i que un percentatge elevat presenta una zona dunar més o menys desenvolupada. Les platges d'aquest tram estan majoritàriament ubicades en nuclis urbans. Un percentatge molt important té passeig marítim —o zona de trànsit a la part posterior de la platja—, que en la majoria dels casos ocupa tota la llargada de la platja. A la majoria de platges s'hi accedeix pel passeig marítim i el vial urbà, tot i que en alguns casos l'accés és pel vial urbà directament, la via del tren o la carretera. Un percentatge important tenen accessos per a persones amb discapacitat i aparcament per als cotxes. Majoritàriament, en aquesta zona l'àrea destinada a l'aparcament és el passeig marítim, tot i que algunes platges també disposen de zones habilitades a la rodalia.

L'ús principal de les platges és bàsicament recreatiu. La gran majoria de platges tenen els usos ordenats i ofereixen un nivell de serveis bastant alt. Un gran percentatge de les platges estan il·luminades. Els serveis sanitaris, de salvament i socorrisme, i de neteja hi són majoritàriament presents. A més, les platges compten amb servei de transport públic complet —bus i tren. Cal que recordem, també, el servei tan famós a Sitges del tren turístic de Sitges: el seu recorregut engloba tot el passeig marítim. La meitat té aparcament per a bicicletes. Com hem anat dient en alguns dels casos, hi ha algunes platges que tenen algun distintiu de qualitat.

D'altra banda, a la zona s'han detectat alguns conflictes, com per exemple en l'accés —accés insegur, tancat o tallat—, la pesca esportiva, la presència de rieres —platja *El codolet*: platja de còdols al costat de la platja de les Anquines— i la presència d'elements externs a les platges. Respecte d'aquest darrer conflicte, en dues platges, Terramar i Vallcarca, hi ha restes d'antigues estructures de formigó. També cal comentar que a la platja de l'Atlàntida s'han detectat irregularitats morfològiques —el perfil de la sorra no és continu i té canvis bruscos de nivell.

D'acord amb l'opinió dels gestors municipals, recollida mitjançant les enquestes i el Pla estratègic litoral de la regió metropolitana, la pèrdua de superfície de platja és un fenomen generalitzat en aquest tram. En una platja —Ribes Roges, la qual no incloem dins el nostre anàlisi— s'ha detectat fluctuació/reorientació de la línia de riba. Per corregir els problemes sedimentaris, s'han fet operacions de gestió de sediments en algunes platges —extracció, *bypass* i regeneració. A les platges de la zona s'han produït situacions de contaminació —abocaments puntuals— i emergència —meduses i contaminació d'aigües fecals. Malgrat l'ús intensiu de les platges, els gestors no consideren adient ni monitoritzar ni limitar el nombre d'usuaris a les platges. En algunes platges, s'hi acumulen residus en moments puntuals, com ara revetlles i festes majors. A més, a la zona hi ha un problema d'accessibilitat, les infraestructures de comunicació dificulten l'accessibilitat longitudinal a les platges en diversos punts.

CIIRC, 2010





---

## Part pràctica: analitzem les àrees

### 4.1. METODOLOGIA CONCRETA I APUNTS PREVIS

Com ja hem dit, el perfil de les platges i la seva superfície s'ha calculat utilitzant el SIG. Aquest anàlisi serà QUANTITATIU, però amb matisos per dos raons: per una banda, l'anàlisi del paper de la línia de costa en l'àrea de la platja és plenament subjectiu, així com la limitació de la platja amb les propietats confrontants i, per altra banda, aquest mateix factor intervindrà en la xifra —quantitat— que figuri al final d'aquest anàlisi.

A l'hora de seleccionar les platges hem fet servir el criteri de l'Institut Geològic de Catalunya (IGC) en el seu estudi *Llibre verd de l'Estat de la zona costanera a Catalunya*, publicat el 2010, criteri el qual exposarem a continuació: *per donar nom a les platges ens trobem amb un primer problema, que consisteix tant en la delimitació dels límits de la platja —com, per exemple, en el cas de la costa rocallosa que trobem all llarg del terme municipal sitgetà—, com en l'elecció del nom. L'elecció del nom de la platja, tot i que pugui semblar un assumpte aleatori, presenta el problema que hi acostuma a haver diferents maneres d'anomenar una mateixa platja segons la font que es consulti. Per aquest motiu, hem fet una anàlisi comparativa dels diferents noms utilitzats per a les platges compreses en els trams que són objecte d'estudi a partir de diferents fonts oficials, amb la finalitat de seleccionar el nom que s'havia d'utilitzar. Les diferents nomenclatures i fonts consultades són les següents:*

- *base topogràfica 1:5000 de l'Institut Cartogràfic de Catalunya;*
- *llista de platges subministrada pel Departament de Política Territorial i Obres Públiques;*
- *Agència Catalana de l'Aigua;*
- *plans d'ús de les platges dels diferents municipis;*
- *Diputació de Barcelona;*
- *guia de platges del Ministeri de Medi Ambient.*

A continuació treballarem amb una taula on exposarem diverses fotografies mostrant l'ÀREA de les platges en aquell moment determinat. Hem mostrat les de 1946 per tal d'englobar un període de temps més gran, tot i que també hem calculat les de 1956 (PFC, 2010). De la mateixa manera, aportarem les dades obtingudes a l'estudi ja citat anteriorment *Anàlisi ambiental de les platges de Sitges* per a l'any 2008. Afegirem una columna dedicada a *obres i comparacions*, la qual es compartirà entre la superposició que hem explicat a *Metodologia* —entre les àrees de les platges el 1946 i les de l'ortofoto de 2019— i obres pictòriques i gràfiques contemporànies o anteriors al període que estem analitzant. Respecte la comparativa amb l'ortofoto de 1946 cal comentar que la qualitat d'imatge és bastant baixa i, en conseqüència, hem de considerar una probable desviació dels resultats més gran: és un exemple la platja de l'Home Mort.

A més, exposarem una sèrie de CARACTERÍSTIQUES importants sobre aquestes platges que no hem vist convenient afegir a una taula similar que exposàvem en un apartat anterior, a causa que aquestes dades tenen més relació amb el que compararem immediatament. Seguint per aquest fil, calcularem la diferència entre àrees i veurem l'increment o la disminució a partir de percentatges. A partir d'allà, podrem començar a comprovar la veracitat de la hipòtesi que ens plantejàvem al principi del treball.

Per calcular l'àrea de la Platja de la Fragata inclourem la zona destinada a ús recreatiu, més concretament d'emmagatzemament de velers i altres embarcacions, propietat del *Club de vela Nàutic de Sitges*. De la mateixa manera, per simplificar, i aplicant-ho a totes les platges, mesurarem a partir de la part exterior de la *línia de costa* —concepte explicat a *Antecedents*. De la mateixa manera, farem el mateix amb altres construccions a nivell del mar i sistemes dunars, com és el cas de la platja del Garraf i de la platja de les Botigues, respectivament i entre d'altres. Tampoc hem tingut en consideració els espigons, però després, calcularem les àrees corresponents a les teòriques àrees de sorra ocupada pels espigons per separat i les sumarem a les platges, dividint la seva superfície entre dos, on cadascuna d'aquestes parts es repartirà entre les dues platges contigües. Més tard, les compararem amb les d'èpoques anteriors als espigons —ens estem referint al vol americà de 1946— i amb les dades aportades pel CIIRC el 2010, així com amb les de l'*Anàlisi ambiental de les platges de Sitges* (PFC, 2010): un projecte de final de carrera —d'aquí les inicials PFC— dut a terme per Marcel Cabrera Salvat, Enric Martínez Garrido i Alejandro Palomino de Dios.

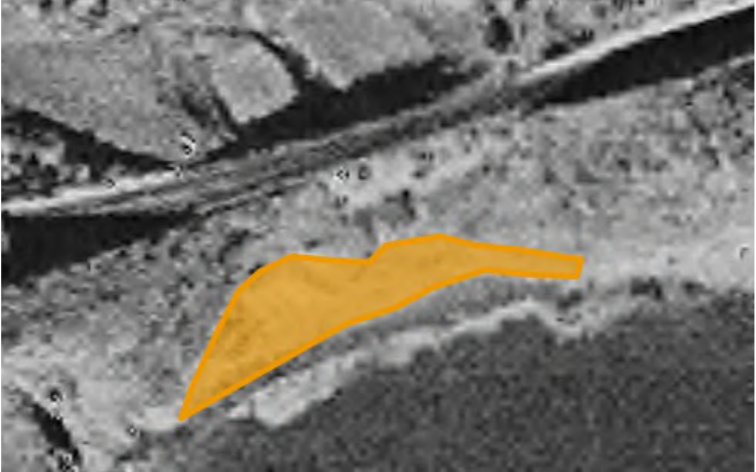

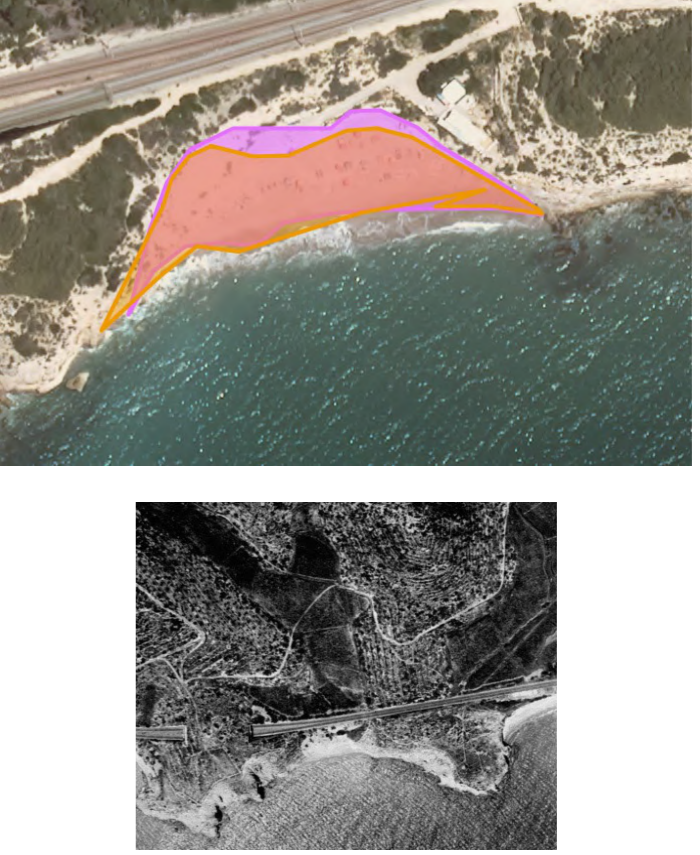
Com avançarem posteriorment, Sitges té 11 platges urbanes, que han suposat la instal·lació de diverses estructures, però la resta —tret de les urbanes, òbviament— sobreviuen encara sense cap mena d'obra humana —les “naturals”. D'aquestes mesurarem les àrees actuals i d'anteriors tot i tenint en compte que li afecta l'evident alteració de la dinàmica marina per part de la nostra modificació del medi, però tot i així no de manera comparable a la de les platges del nucli urbà.

Nota: els colors de les àrees no tenen cap patró entre si —és a dir, pot ser que en una platja el color lila correspongui a la gràfica de 1946 i el groc, a l'actual i, en una altra platja, sigui de forma oposada—. Això és perquè la mateixa aplicació del VISSIR no permet treballar amb aquest color groc determinat una vegada s'ha guardat el material en format «.kml».

En el gràfic del final, considerarem negligible la variació de la platja de les Botigues per veure més en detall la variació de les altres platges.

Respecte a la variació de superfície hem d'assumir que es pot produir *un error de mesura*: sempre que es presentin els valors de l'evolució de la línia de costa al llarg del tram d'estudi hi haurà un error intrínsec en el valor calculat, que en molts casos pot considerar-se no negligible, sobretot en comparació de les taxes evolutives calculades (CIIRC, 2010). Per extensió, les taxes no sempre es poden prendre en sentit estricte, sinó que algunes vegades només ens donen una idea de l'ordre de magnitud de les variacions observades.

Tot i així, per tal de simplificar, farem referència a una possible desviació dels resultats però no la calcularem numèricament en cap cas.

Platges (de S a N)	Superfície 1946 (ortofoto 1946)	Superfície actualitat (ortofoto 2019)	Obra gràfica (anterior a aquest període) i comparació
<p>PLATJA DESENROCADA</p>			 <p>SACE, 1960</p>

**Característiques:** PLATJA DESENROCADA

Superfície actual: 1627,83 m<sup>2</sup>  
 Superfície 2004 (CIIRC, 2010): 1200 m<sup>2</sup>  
 Superfície 1946: 1527,87 m<sup>2</sup>

Evolució total (%):  $\left( \frac{[A_f - A_0]}{A_0} \right) \cdot 100 = \left( \frac{[A_{2019} - A_{1946}]}{A_{1946}} \right) \cdot 100 = 6,28\%$

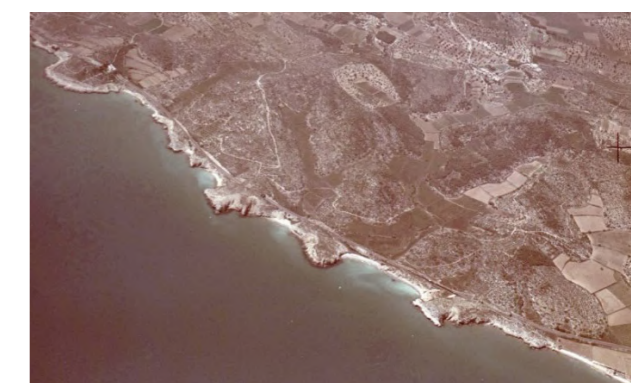
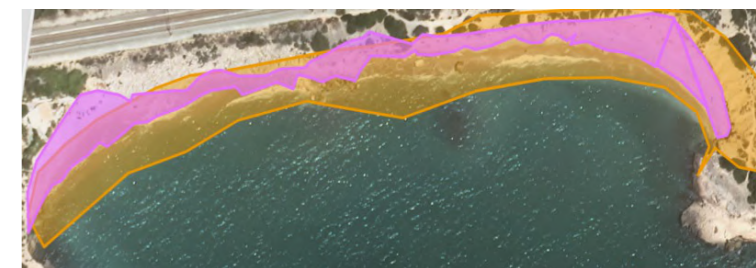
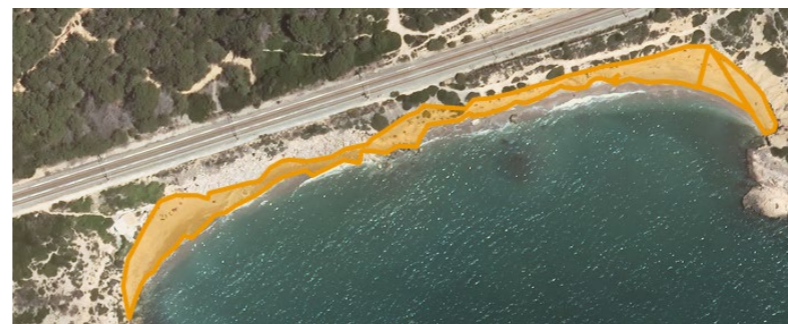
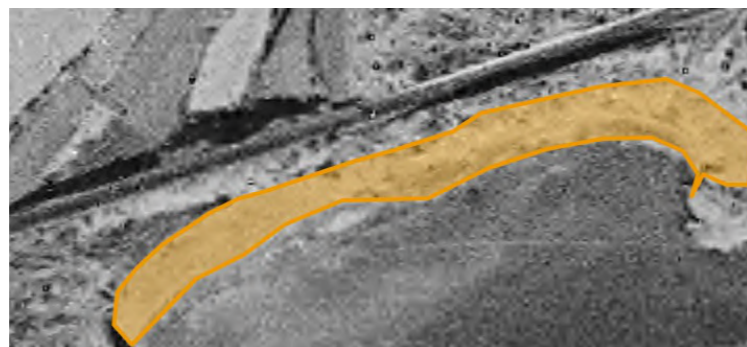
Evolució morfodinàmica actual (CIIRC, 2010): comportament evolutiu.<sup>28</sup> erosiu

- Erosió:
  - erosió mitjana: -0,5 metres/any (d'ara en endavant, m/a).
- Transport longitudinal.<sup>29</sup>:
  - net: 11000 m<sup>3</sup>/a;
  - brut: 560000 m<sup>3</sup>/a;
  - cap a ponent: 285000 m<sup>3</sup>/a.

<sup>28</sup> Comportament evolutiu: informació qualitativa en la qual es classifica el comportament característic de la platja (platja en erosió: retrocés de la línia de riba; acreció: avenç de la línia de riba; estable: equilibri).

<sup>29</sup> Transport longitudinal: estimacions de la capacitat de transport de sediments de l'onatge, expressades en m<sup>3</sup>/any com a: component net (component resultant), valor brut (suma de components en valor absolut) i quantitat associada cap a ponent d'una platja, obtinguda a partir de l'equació de CERC.

PLATJA HOME MORT



SACE, 1964

**Característiques:** PLATJA HOME MORT

Superfície actual: 2450,72 m<sup>2</sup>

Superfície 1946: 8033,66 m<sup>2</sup>

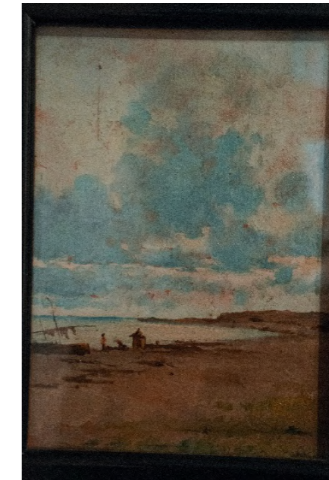
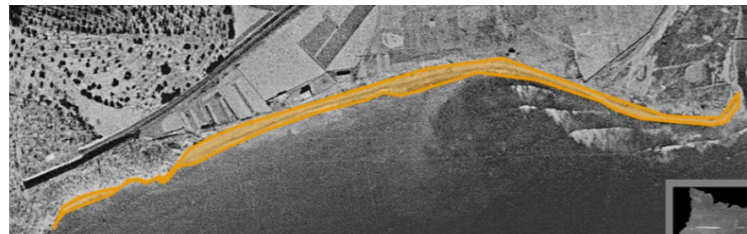
Superfície 2004 (CIIRC, 2010): 1526 m<sup>2</sup>

$$\text{Evolució total (\%)}: \left( \frac{[A_f - A_0]}{A_0} \right) \cdot 100 = \left( \frac{[A_{2019} - A_{1946}]}{A_{1946}} \right) \cdot 100 = -69,38\%$$

Evolució morfodinàmica actual (CIIRC, 2010): comportament evolutiu erosiu

- Erosió:
  - erosió mitjana: -0,7 m/a.
- Transport longitudinal:
  - net: 11000 m<sup>3</sup>/a;
  - brut: 560000 m<sup>3</sup>/a;
  - cap a ponent: 285000 m<sup>3</sup>/a.

PLATJA ATLÀNTIDA



Paisatge (Joaquím de Miró i Argenter), entre 1875 i 1900



SACE, 1964

**Característiques:** PLATJA ATLÀNTIDA

Superfície actual: 20335,82 m<sup>2</sup>

Superfície 1946: 13404,86 m<sup>2</sup>

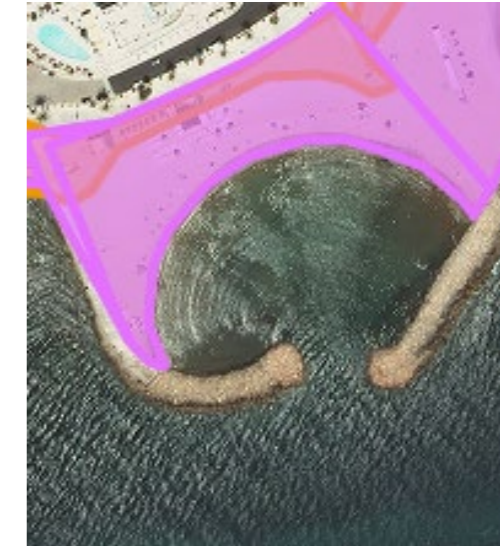
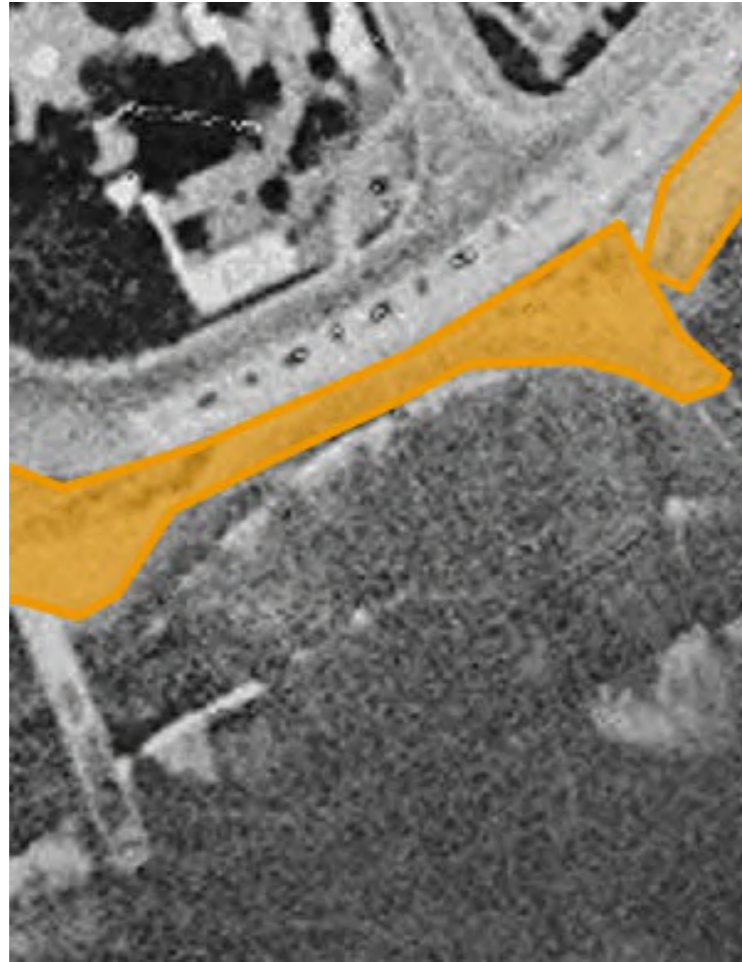
Superfície 2004 (CIIRC, 2010 + mesura pròpia): 1795 m<sup>2</sup> + 11116 m<sup>2</sup> = 12911 m<sup>2</sup>

$$\text{Evolució total (\%)}: \left( \frac{[A_f - A_0]}{A_0} \right) \cdot 100 = \left( \frac{[A_{2019} - A_{1946}]}{A_{1946}} \right) \cdot 100 = 51,70\%$$

Evolució morfodinàmica actual (CIIRC, 2010): comportament evolutiu erosiu

- Erosió:
  - erosió mitjana: -1 m/a.
- Transport longitudinal:
  - net: 11000 m<sup>3</sup>/a;
  - brut: 560000 m<sup>3</sup>/a;
  - cap a ponent: 285000 m<sup>3</sup>/a.

PLATJA DE LES ANQUINES



SACE, 1962

**Característiques:** PLATJA DE LES ANQUINES

Superfície actual ( $A_P + A_E^{30} = A_{PLATJA} + A_{ESPIGÓ}$ ):  $7764,81 \text{ m}^2 + 516,39 \text{ m}^2 = 8281,2 \text{ m}^2$

Superfície 1946:  $2275,25 \text{ m}^2$

Superfície 2004 (CIIRC, 2010):  $5935 \text{ m}^2$

Superfície 2010 (Piqué, 2010):  $6291 \text{ m}^2$

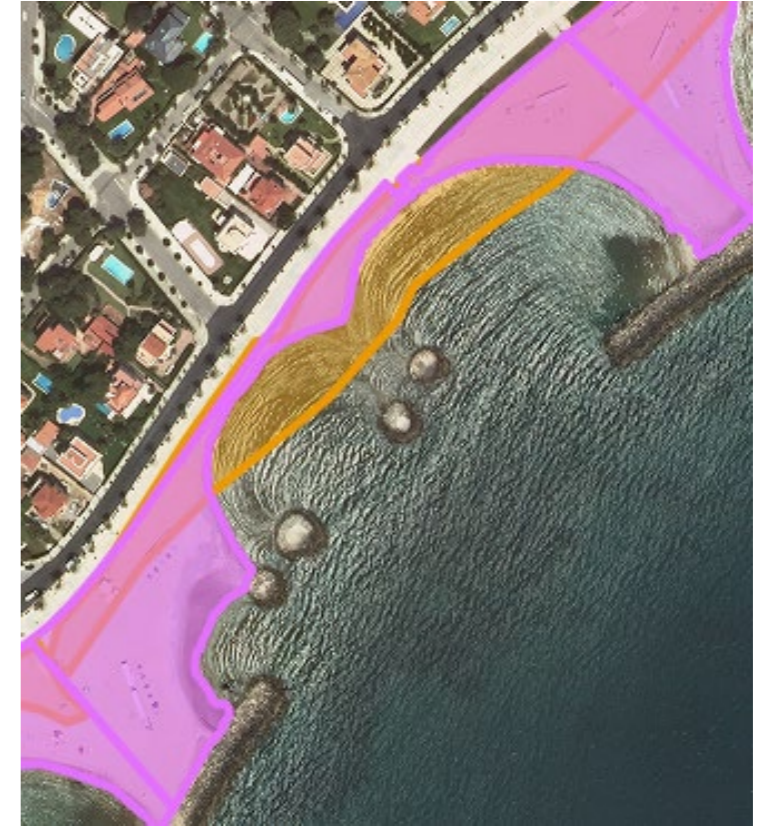
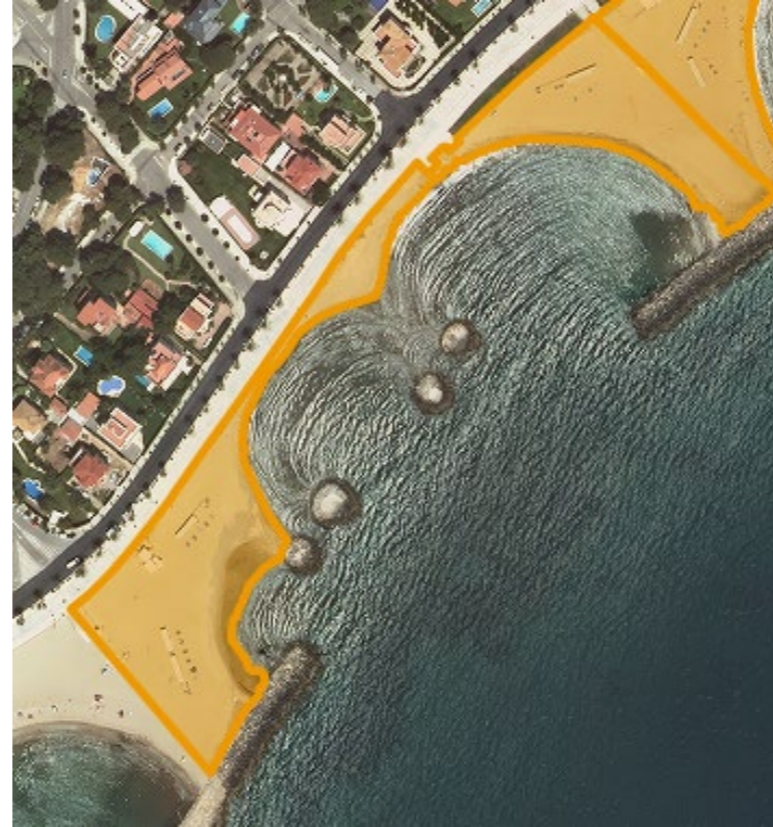
Evolució total (%):  $\left( \frac{[A_f - A_0]}{A_0} \right) \cdot 100 = \left( \frac{[A_{2019} - A_{1946}]}{A_{1946}} \right) \cdot 100 = 263,97\%$

Evolució morfodinàmica actual (CIIRC, 2010): comportament evolutiu erosiu

- Erosió:
  - erosió mitjana:  $-1,5 \text{ m/a}$ .
- Transport longitudinal:
  - net:  $11000 \text{ m}^3/\text{a}$ ;
  - brut:  $560000 \text{ m}^3/\text{a}$ ;
  - cap a ponent:  $285000 \text{ m}^3/\text{a}$ .

<sup>30</sup>  $A_E$ : en aquest cas, l'àrea de l'espigó no la dividirem entre dos perquè considerarem l'àrea de la platja de còdols annexa negligible.

PLATJA TERRAMAR



**Característiques:** PLATJA TERRAMAR

Superfície actual: 14354,01 m<sup>2</sup> (no té espigons que la delimitin amb les platges confrontants)

Superfície 1946: 12862 m<sup>2</sup>

Superfície 1956 (PFC, 2010): 7592 m<sup>2</sup>

Superfície 2004 (CIIRC, 2010): 10350 m<sup>2</sup>

Superfície 2008 (PFC, 2010): 10644 m<sup>2</sup>

Superfície 2010 (Piqué, 2010): 13802 m<sup>2</sup>

$$\text{Evolució total (\%)}: \left( \frac{[A_f - A_0]}{A_0} \right) \cdot 100 = \left( \frac{[A_{2019} - A_{1946}]}{A_{1946}} \right) \cdot 100 = 11,60\%$$

Evolució morfo dinàmica actual (CIIRC, 2010): comportament evolutiu erosiu

- Erosió:
  - erosió mitjana: -0,3 m/a.
- Transport longitudinal:
  - net: 59000 m<sup>3</sup>/a;
  - brut: 603000 m<sup>3</sup>/a;
  - cap a ponent: 331000 m<sup>3</sup>/a.



PLATJA DE LA BARRA



Platja (Joaquim Miró i d'Argenter), 1906

**Característiques:** PLATJA DE LA BARRA

Superfície actual  $\left( A_p + \frac{A_{E_2}}{2} = A_{PLATJA} + \frac{A_{ESPIGÓ_2}}{2} \right)$ :  $14830,97 \text{ m}^2 + 448,5 \text{ m}^2 = 15279,47 \text{ m}^2$

Superfície 1946:  $15713 \text{ m}^2$

Superfície 1956 (PFC, 2010):  $9316 \text{ m}^2$

Superfície 2004 (CIIRC, 2010):  $15210 \text{ m}^2$

Superfície 2008 (PFC, 2010):  $14989 \text{ m}^2$

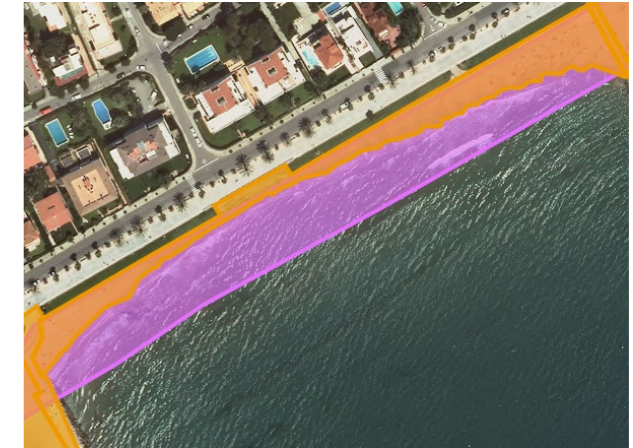
Superfície 2010 (Piqué, 2010):  $20780 \text{ m}^2$

Evolució total (%):  $\left( \frac{[A_f - A_0]}{A_0} \right) \cdot 100 = \left( \frac{[A_{2019} - A_{1946}]}{A_{1946}} \right) \cdot 100 = -2,76\%$

Evolució morfodinàmica actual (CIIRC, 2010): comportament evolutiu erosiu

- Erosió:
  - erosió mitjana:  $-1,7 \text{ m/a}$ .
- Transport longitudinal:
  - net:  $59000 \text{ m}^3/\text{a}$ ;
  - brut:  $603000 \text{ m}^3/\text{a}$ ;
  - cap a ponent:  $331000 \text{ m}^3/\text{a}$ .

PLATJA RIERA XICA



SACE, 1964

**Característiques:** PLATJA RIERA XICA

Superfície actual  $\left( A_p + \frac{A_{E1}}{2} + \frac{A_{E2}}{2} = A_{PLATJA} + \frac{A_{ESPIGÓ1}}{2} + \frac{A_{ESPIGÓ2}}{2} \right)$ :  $4029,70 \text{ m}^2 + 448,5 \text{ m}^2 + 61,03 \text{ m}^2 = 4539,23 \text{ m}^2$

Superfície 1946:  $12024 \text{ m}^2$

Superfície 1956 (PFC, 2010):  $9788 \text{ m}^2$

Superfície 2004 (CIIRC, 2010):  $2910 \text{ m}^2$

Superfície 2008 (PFC, 2010):  $6561 \text{ m}^2$

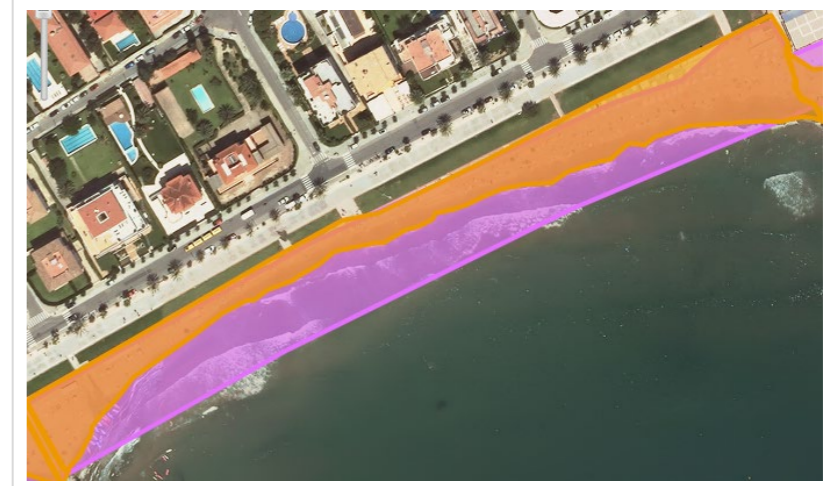
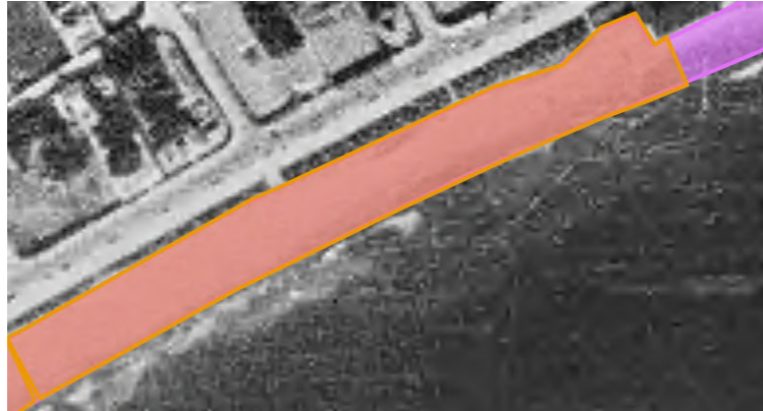
Superfície 2010 (Piqué, 2010):  $4853 \text{ m}^2$

Evolució total (%):  $\left( \frac{[A_f - A_0]}{A_0} \right) \cdot 100 = \left( \frac{[A_{2019} - A_{1946}]}{A_{1946}} \right) \cdot 100 = -62,25\%$

Evolució morfodinàmica actual (CIIRC, 2010): comportament evolutiu erosiu

- Erosió:
  - erosió mitjana:  $-1,2 \text{ m/a}$ .
- Transport longitudinal:
  - net:  $59000 \text{ m}^3/\text{a}$ ;
  - brut:  $603000 \text{ m}^3/\text{a}$ ;
  - cap a ponent:  $331000 \text{ m}^3/\text{a}$ .

PLATJA ESTANYOL



**Característiques:** PLATJA ESTANYOL

Superfície actual  $\left( A_P + \frac{A_{E_1}}{2} + \frac{A_{E_2}}{2} = A_{PLATJA} + \frac{A_{ESPIGÓ_1}}{2} + \frac{A_{ESPIGÓ_2}}{2} \right)$ :  $7054,26 \text{ m}^2 + 61,03 \text{ m}^2 + 189,75 \text{ m}^2 = 7305,04 \text{ m}^2$

Superfície 1946:  $13355 \text{ m}^2$

Superfície 1956 (PFC, 2010):  $9870 \text{ m}^2$

Superfície 2004 (CIIRC, 2010):  $6945 \text{ m}^2$

Superfície 2008 (PFC, 2010):  $7901 \text{ m}^2$

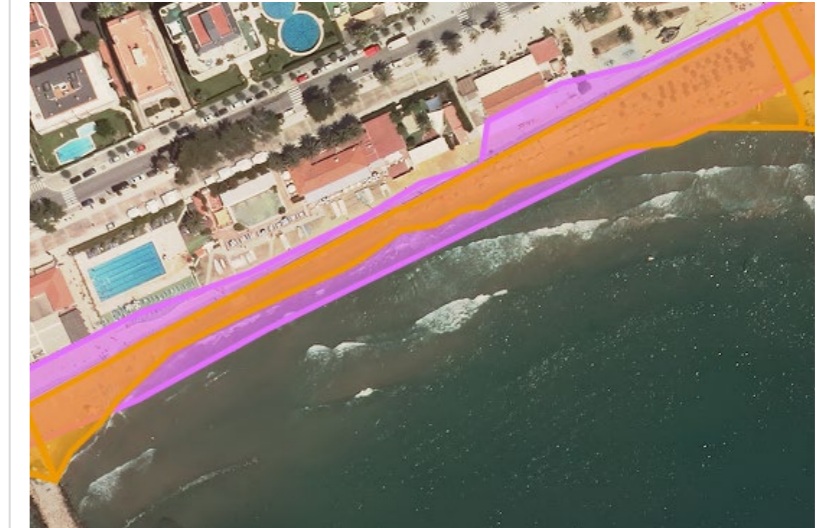
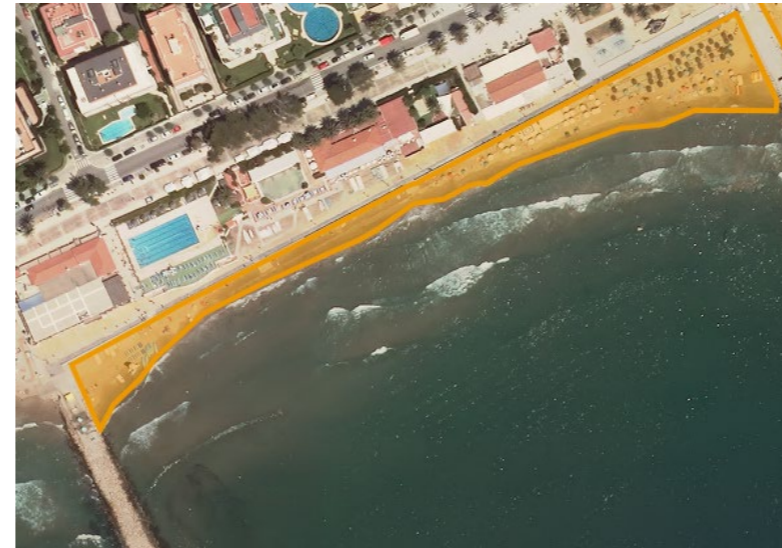
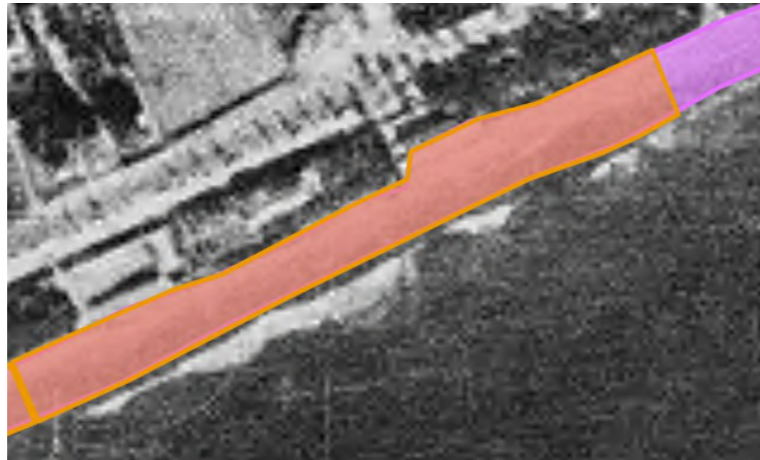
Superfície 2010 (Piqué, 2010):  $7255 \text{ m}^2$

Evolució total (%):  $\left( \frac{[A_f - A_0]}{A_0} \right) \cdot 100 = \left( \frac{[A_{2019} - A_{1946}]}{A_{1946}} \right) \cdot 100 = -45,30\%$

Evolució morfodinàmica actual (CIIRC, 2010): comportament evolutiu erosiu

- Erosió:
  - erosió mitjana:  $-0,8 \text{ m/a}$ .
- Transport longitudinal:
  - net:  $59000 \text{ m}^3/\text{a}$ ;
  - brut:  $603000 \text{ m}^3/\text{a}$ ;
  - cap a ponent:  $331000 \text{ m}^3/\text{a}$ .

PLATJA BASSA RODONA



**Característiques:** PLATJA BASSA RODONA

Superfície actual  $\left( A_p + \frac{A_{E1}}{2} + \frac{A_{E2}}{2} = A_{PLATJA} + \frac{A_{ESPIGÓ1}}{2} + \frac{A_{ESPIGÓ2}}{2} \right)$ :  $4278,16 \text{ m}^2 + 189,75 \text{ m}^2 + 244,17 \text{ m}^2 = 4712,08 \text{ m}^2$

Superfície 1946:  $7938,89 \text{ m}^2$

Superfície 1956 (PFC, 2010):  $538 \text{ m}^2$

Superfície 2004 (CIIRC, 2010):  $4100 \text{ m}^2$

Superfície 2008 (PFC, 2010):  $3925 \text{ m}^2$

Superfície 2010 (Piqué, 2010):  $4687 \text{ m}^2$

Evolució total (%):  $\left( \frac{[A_f - A_0]}{A_0} \right) \cdot 100 = \left( \frac{[A_{2019} - A_{1946}]}{A_{1946}} \right) \cdot 100 = -40,65\%$

Evolució morfo dinàmica actual (CIIRC, 2010): comportament evolutiu erosiu

- Erosió:
  - erosió mitjana:  $-1,1 \text{ m/a}$ .
- Transport longitudinal:
  - net:  $59000 \text{ m}^3/\text{a}$ ;
  - brut:  $603000 \text{ m}^3/\text{a}$ ;
  - cap a ponent:  $331000 \text{ m}^3/\text{a}$ .

PLATJA DE LA RIBERA



Vista del Baluard i la platja des d'El Greco (Joaquim de Miró i Argenter), 1908



ICGC, any desconegut



Platja de la Ribera, 1930-1940

**Característiques:** PLATJA DE LA RIBERA

Superfície actual  $\left( A_P + \frac{A_{E1}}{2} + \frac{A_{E2}}{2} = A_{PLATJA} + \frac{A_{ESPIGÓ1}}{2} + \frac{A_{ESPIGÓ2}}{2} \right)$ :  $9004,30 \text{ m}^2 + 244,17 \text{ m}^2 + 294,78 \text{ m}^2 = 9543,25 \text{ m}^2$

Superfície 1946:  $5486,06 \text{ m}^2$

Superfície 1956 (PFC, 2010):  $12471 \text{ m}^2$

Superfície 2004 (CIIRC, 2010):  $7626 \text{ m}^2$

Superfície 2008 (PFC, 2010):  $7154 \text{ m}^2$

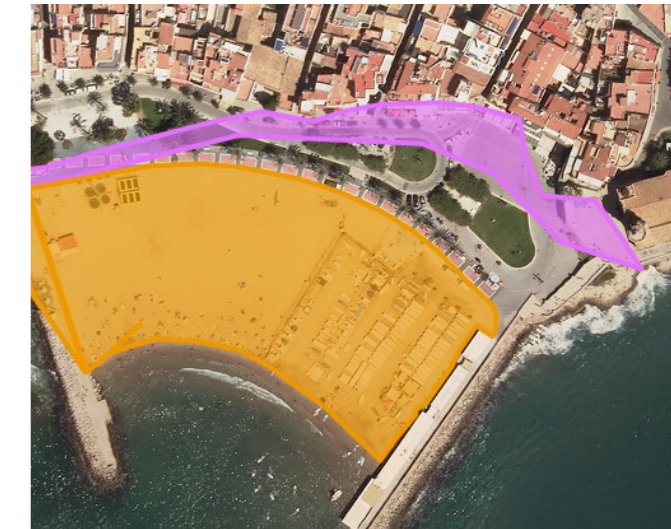
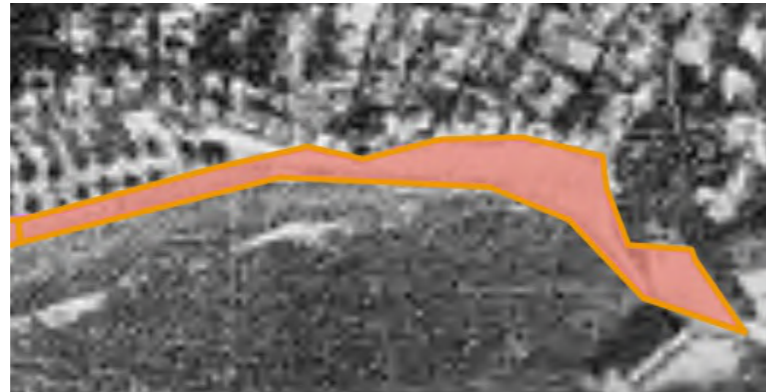
Superfície 2010 (Piqué, 2010):  $8494 \text{ m}^2$

Evolució total (%):  $\left( \frac{[A_f - A_0]}{A_0} \right) \cdot 100 = \left( \frac{[A_{2019} - A_{1946}]}{A_{1946}} \right) \cdot 100 = 73,95\%$

Evolució morfodinàmica actual (CIIRC, 2010): comportament evolutiu erosiu

- Erosió:
  - erosió mitjana:  $-1,4 \text{ m/a}$ .
- Transport longitudinal:
  - net:  $59000 \text{ m}^3/\text{a}$ ;
  - brut:  $603000 \text{ m}^3/\text{a}$ ;
  - cap a ponent:  $331000 \text{ m}^3/\text{a}$ .

PLATJA DE LA FRAGATA



La Fragata (V. Berbegal) a la dècada dels 60, aproximadament.

**Característiques:** PLATJA DE LA FRAGATA

Superfície actual  $\left( A_p + \frac{A_{E_1}}{2} = A_{PLATJA} + \frac{A_{ESPIGÓ_1}}{2} \right)$ :  $12041,44 \text{ m}^2 + 294,78 \text{ m}^2 = 12336,22 \text{ m}^2$

Superfície 1946:  $3265,84 \text{ m}^2$

Superfície 1956 (PFC, 2010):  $5813 \text{ m}^2$

Superfície 2004 (CIIRC, 2010):  $12468 \text{ m}^2$

Superfície 2008 (PFC, 2010):  $12699 \text{ m}^2$

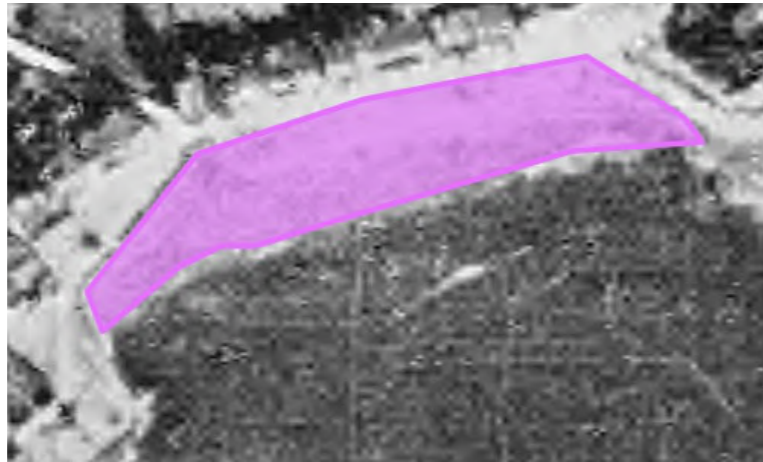
Superfície 2010 (Piqué, 2010):  $13822 \text{ m}^2$

Evolució total (%):  $\left( \frac{[A_f - A_0]}{A_0} \right) \cdot 100 = \left( \frac{[A_{2019} - A_{1946}]}{A_{1946}} \right) \cdot 100 = 277,73\%$

Evolució morfodinàmica actual (CIIRC, 2010): comportament evolutiu erosiu

- Erosió:
  - erosió mitjana:  $-0,5 \text{ m/a}$ .
- Transport longitudinal:
  - net:  $59000 \text{ m}^3/\text{a}$ ;
  - brut:  $603000 \text{ m}^3/\text{a}$ ;
  - cap a ponent:  $331000 \text{ m}^3/\text{a}$ .

PLATJA SANT SEBASTIÀ



ICGC, any desconegut

**Característiques:** PLATJA DE SANT SEBASTIÀ

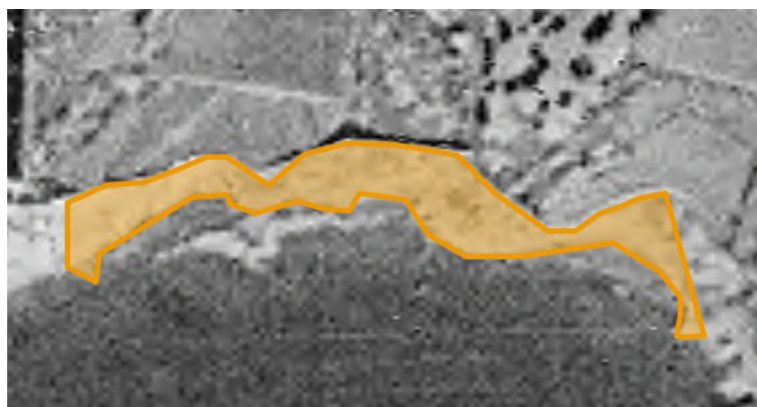
- Superfície actual: 4361,78 m<sup>2</sup>
- Superfície 1946: 5822 m<sup>2</sup>
- Superfície 1956 (PFC, 2010): 1749 m<sup>2</sup>
- Superfície 2004 (CIIRC, 2010): 5420 m<sup>2</sup>
- Superfície 2008 (PFC, 2010): 5814 m<sup>2</sup>
- Superfície 2010 (Piqué, 2010): 7706 m<sup>2</sup>

$$\text{Evolució total (\%)}: \left( \frac{[A_f - A_0]}{A_0} \right) \cdot 100 = \left( \frac{[A_{2019} - A_{1946}]}{A_{1946}} \right) \cdot 100 = -44,19\%$$

Evolució morfodinàmica actual (CIIRC, 2010): comportament evolutiu d'acreció

- Erosió:
  - erosió mitjana: -0,6 m/a.

PLATJA *BALMINS*



**Característiques:** PLATJA *BALMINS*

Superfície actual: 4764,37 m<sup>2</sup>  
 Superfície 1946: 4585 m<sup>2</sup>  
 Superfície 2004 (CIIRC, 2010): 2760 m<sup>2</sup>  
 Superfície 2008 (PFC, 2010): 1530 m<sup>2</sup>  
 Superfície 2010 (Piqué, 2010): 3853 m<sup>2</sup>

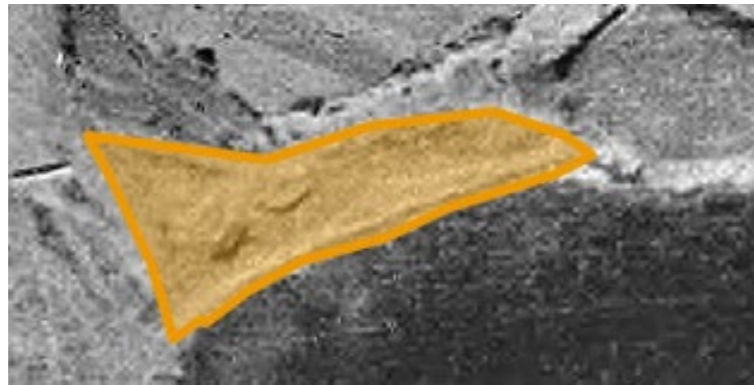
$$\text{Evolució total (\%)}: \left( \frac{[A_f - A_0]}{A_0} \right) \cdot 100 = \left( \frac{[A_{2019} - A_{1946}]}{A_{1946}} \right) \cdot 100 = 3,91\%$$

Evolució morfodinàmica actual (CIIRC, 2010): comportament evolutiu erosiu

- Erosió:
  - erosió mitjana: -2,74 m/a.



PLATJA AIGUADOLÇ



**Característiques:** PLATJA AIGUADOLÇ

Superfície actual: 7009,77 m<sup>2</sup>

Superfície 1946: 8789,25 m<sup>2</sup>

Superfície 1956 (PFC, 2010): 5954 m<sup>2</sup>

Superfície 2004 (CIIRC, 2010): 4840 m<sup>2</sup>

Superfície 2008 (PFC, 2010): 6791 m<sup>2</sup>

Superfície 2010 (Piqué, 2010): 8225 m<sup>2</sup>

$$\text{Evolució total (\%)}: \left( \frac{[A_f - A_0]}{A_0} \right) \cdot 100 = \left( \frac{[A_{2019} - A_{1946}]}{A_{1946}} \right) \cdot 100 = -20,25\%$$

Evolució morfo dinàmica actual (CIIRC, 2010): comportament evolutiu erosiu

- Erosió:

→ erosió mitjana: -0,5 m/a.

PLATJA VALLCARCA



**Característiques:** PLATJA VALLCARCA

Superfície actual: 1303,43 m<sup>2</sup>

Superfície 1946: 0 m<sup>2</sup>

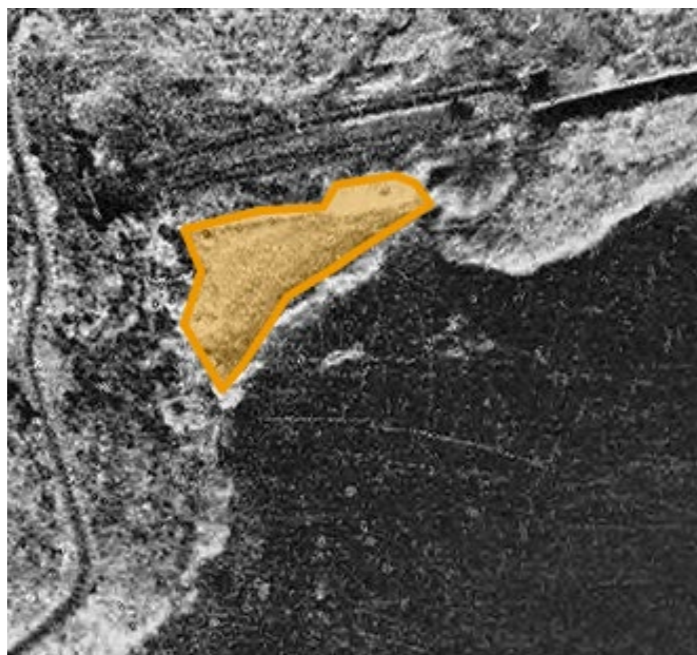
Superfície 2004 (CIIRC, 2010): 1828 m<sup>2</sup>

Evolució total (%):  $\left(\frac{[A_f - A_0]}{A_0}\right) \cdot 100 = \left(\frac{[A_{2019} - A_{1946}]}{A_{1946}}\right) \cdot 100 = \infty$ . Dit d'una altra manera, no podríem dir que hi hagués una evolució perquè la platja és nova.

Evolució morfodinàmica actual (CIIRC, 2010): comportament evolutiu d'equilibri

- Erosió:
  - erosió mitjana: 0 m/a.

CALA MORISCA



ICGC, any desconegut

**Característiques:** CALA MORISCA

Superfície actual: 1812,78 m<sup>2</sup>  
 Superfície 1946: 4859,34 m<sup>2</sup>  
 Superfície 2004 (CIIRC, 2010): 1191 m<sup>2</sup>

$$\text{Evolució total (\%)}: \left( \frac{[A_f - A_0]}{A_0} \right) \cdot 100 = \left( \frac{[A_{2019} - A_{1946}]}{A_{1946}} \right) \cdot 100 = -62,69\%$$

Evolució morfodinàmica actual (CIIRC, 2010): comportament evolutiu erosiu

- Erosió:  
 → erosió mitjana: -1,5 m/a.

PLATJA GARRAF



ICGC, any desconegut

**Característiques:** PLATJA GARRAF

Superfície actual: 15036,38 m<sup>2</sup> (tot i que no és visible a la foto, hem inclòs les construccions a nivell de la platja dins l'àrea, com hem indicat que ho fariem a la *Introducció* d'aquest apartat)

Superfície 1946: 13530,81 m<sup>2</sup> (tot i que no és visible a la foto, hem inclòs les construccions a nivell de la platja dins l'àrea, com hem indicat que ho fariem a la *Introducció* d'aquest apartat)

Superfície 1956 (PFC, 2010): 12005 m<sup>2</sup>

Superfície 2004 (CIIRC, 2010): 10532 m<sup>2</sup>

Superfície 2008 (PFC, 2010): 11603 m<sup>2</sup>

$$\text{Evolució total (\%)}: \left( \frac{[A_f - A_0]}{A_0} \right) \cdot 100 = \left( \frac{[A_{2019} - A_{1946}]}{A_{1946}} \right) \cdot 100 = 11,13\%$$

Evolució morfodinàmica actual (CIIRC, 2010): comportament evolutiu d'acreció

- Erosió:

→ erosió mitjana: -0,6 m/a.

CALA GINESTA



**Característiques:** CALA GINESTA

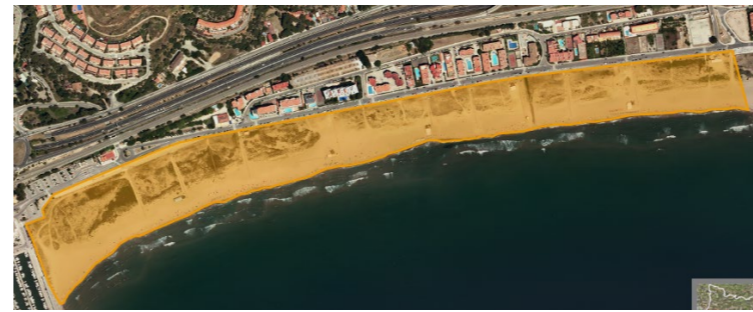
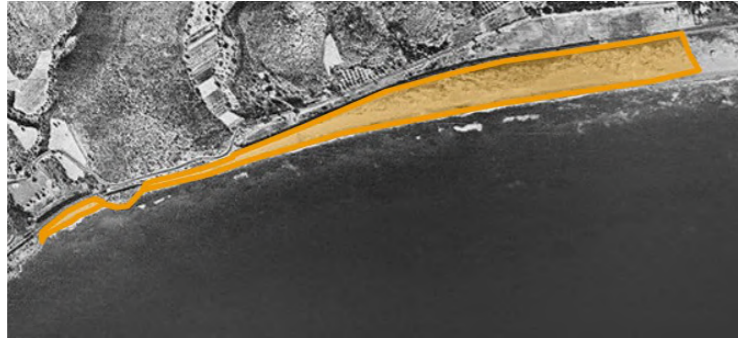
Superfície actual: 4252,50 m<sup>2</sup>  
Superfície 1946: 0 m<sup>2</sup>  
Superfície 2004 (CIIRC, 2010): 12978 m<sup>2</sup>

Evolució total (%):  $\left(\frac{[A_f - A_0]}{A_0}\right) \cdot 100 = \left(\frac{[A_{2019} - A_{1946}]}{A_{1946}}\right) \cdot 100 = \infty$ . Dit d'una altra manera, no podríem dir que hi hagués una evolució perquè la platja és nova.

Evolució morfodinàmica actual (CIIRC, 2010): comportament evolutiu erosiu

- Erosió:  
→ erosió mitjana: -0,5 m/a.

PLATJA DE LES BOTIGUES



SACE, 1976

**Característiques:** PLATJA DE LES BOTIGUES

Superfície actual: 160222 m<sup>2</sup>  
 Superfície 1946: 145530,12 m<sup>2</sup>  
 Superfície 1956 (PFC, 2010): 1 Ha  
 Superfície 2004 (CIIRC, 2010): 159738 m<sup>2</sup>  
 Superfície 2008 (PFC, 2010): 2 Ha

$$\text{Evolució total (\%)}: \left( \frac{[A_f - A_0]}{A_0} \right) \cdot 100 = \left( \frac{[A_{2019} - A_{1946}]}{A_{1946}} \right) \cdot 100 = 10,10\%$$

Evolució morfoodinàmica actual (CIIRC, 2010): comportament evolutiu d'acreció

- Erosió:
  - erosió mitjana: -0,5 m/a.
- Transport longitudinal:
  - net: 28000 m<sup>3</sup>/a;
  - brut: 578000 m<sup>3</sup>/a;
  - cap a ponent: 303000 m<sup>3</sup>/a.

També, per complementar-ho, adjuntarem l'evolució de la línia de costa al llarg del temps agafant tres anys com a referència: 1995, 2000, 2004. Així veiem que tampoc ha de passar un període de segles per veure canvis significatius en la façana marítima. La línia rosa representa el 1995, la blava, el 2000; la groga, el 2004.



(en aquesta foto no s'aprecia molt bé perquè el canvi és quasi nul i la línia està per sota)



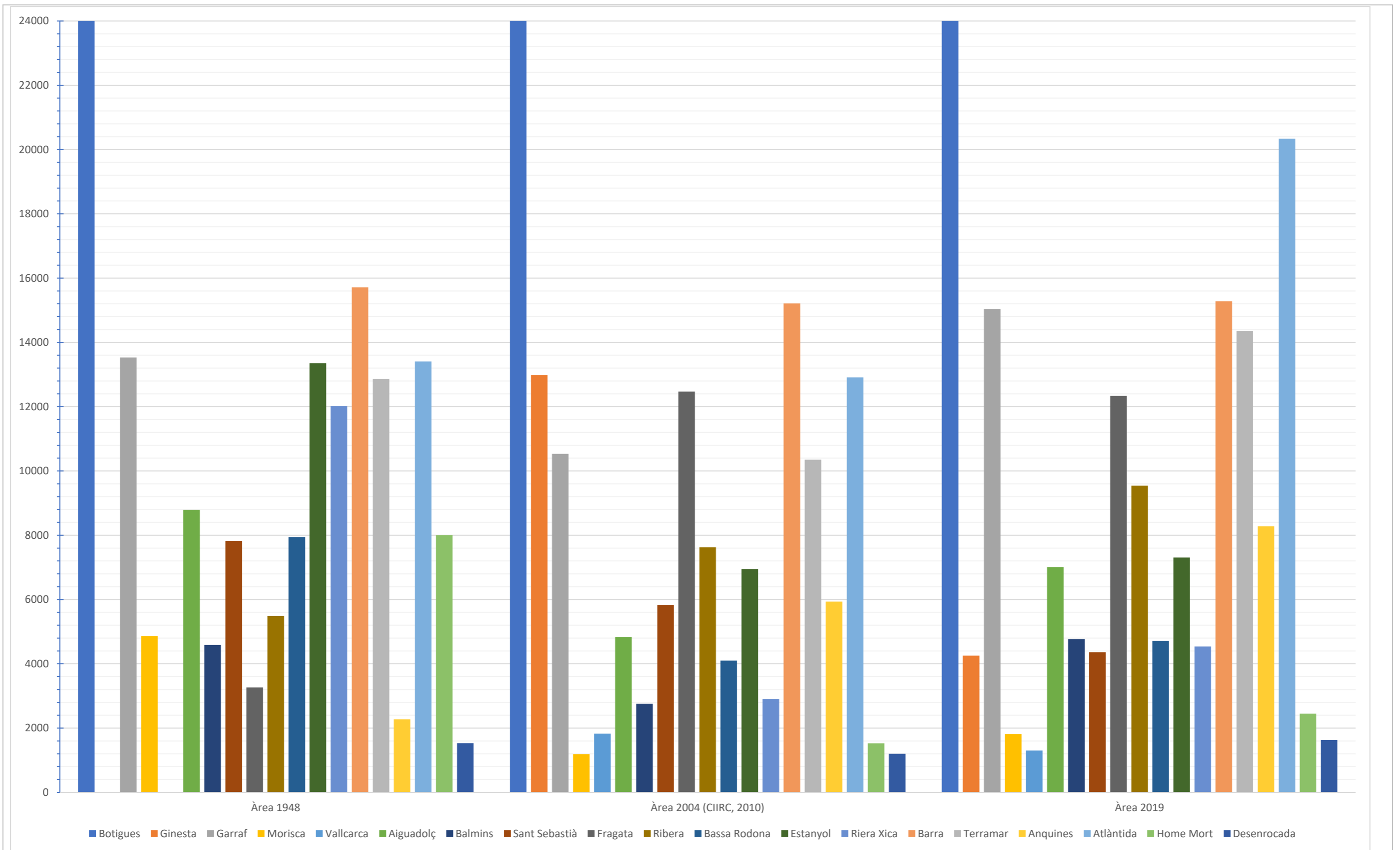


Figura 4.1: gràfic de comparació de les àrees de les platges en diferents anys. Elaboració pròpia.



## 4.2. CONCLUSIONS ESPECÍFIQUES DE LA PRÀCTICA

Hi ha una sèrie de platges que augmenten la seva superfície de sediments no consolidats: Terramar, Anquines i Fragata. En canvi, d'altres en perden: la Riera Xica, L'Estanyol i Bassa Rodona, per exemple. La platja de les Anquines, la de Terramar, la de la Ribera i la de la Fragata tenen augments notables (entre uns valors de 10-75% més de sediments).

La variació de la superfície de sediment es reflexa directament a zones costaneres, principalment deltes i platges. Les situacions més freqüents són: o bé un augment d'aportació, condicionat per la desforestació i l'erosió del terra, o una reducció, al quedar retinguts a embassaments i obres de regulació fluvial (P&S, 1996). La primera situació va ser bastant comuna durant temps històrics; la segona, en canvi, predomina actualment.

Aprofundint, en les platges urbanes ha succeït el següent, d'on extraiem unes conclusions:

- a Aiguadolç la superfície ha disminuït en un 20,25% —el que equival a 1779,48 m<sup>2</sup>. Aquesta fenomenologia és estranya tenint en compte que aquesta platja limita amb un dels dics del port d'Aiguadolç, però també hem de valorar que una part de la superfície ha estat ocupada per la recent edificació de la zona, en major part a causa de la construcció d'un pàrquing. Així, hem de mencionar el torrent que desemboca a aquesta platja, que podria ser una font potencial de sediment, però també d'erosió en cas de tempesta: d'un cabal que arrossegui el sediment de la mateixa platja en lloc de dipositar el que ja porta. És una platja freqüentada, sobretot per turistes.
- La platja de Balmins ha augmentat en un 3,91% la seva superfície —el que equival a 179,31 m<sup>2</sup>. És una platja bastant freqüentada. Aquest canvi pot ser degut a un canvi de la dinàmica sedimentària a causa de la instal·lació del contigu port d'Aiguadolç, tot i que considerem que aquest canvi és poc pronunciat.
- La platja de Sant Sebastià ha disminuït un 44,19% respecte la superfície de 1946 —el que equival a 3452,95 m<sup>2</sup>. Recordem que és una platja limitada per roques a ambdues bandes, és a dir, no està afectada directament per l'acció humana en termes de construccions costaneres, però sí que pot estar perjudicada indirectament i que l'aportació de sediment, per tant, sigui inferior o estigui modificada respecte la d'èpoques anteriors. És una platja bastant freqüentada i àmpliament reconeguda al litoral català.

- La platja de la Fragata és la que ha patit la variació de sorra més alta de totes les platges del litoral sitgetà: un augment del 277,73% en superfície —el que es tradueix en 9070,38 m<sup>2</sup>. Creiem que això pot ser degut a la posició dels espigons que es van instal·lar en el seu moment, que no és paral·lela com altres casos, tot i que segueixen sent perpendiculars a la costa: al crear una obertura més petita es controla la potència amb què arriben les onades i la seva capacitat transportadora, amb la qual cosa la sorra s'acumula més a la platja. És una platja bastant freqüentada, i popular per la seva grandària.
- La platja de la Ribera augmenta en un 73,95% la seva superfície respecte la de 1946 —el que equival a 4057,19 m<sup>2</sup>. Aquesta fenomenologia podria estar causada, juntament per la protecció proporcionada per la transversalitat dels espigons respecte els temporals, per un cert component de protecció atorgat pel primer espigó de la Fragata, ja que genera una espècie de mur respecte la orientació més usual en els temporals —exposada anteriorment—, el que permet que no perdi tanta sorra durant aquests episodis de tempesta. Això mateix està explicat a un dels enquadraments de l'apartat d'*Evolució*. A partir d'aquesta platja veurem com gradualment aniria desapareixent aquest hipotètic efecte protector, així com les platges s'aniran encarant més cap a les tempestes i, consegüentment, la superfície de les platges contigües per ponent minvarà. La Ribera és una platja bastant freqüentada.

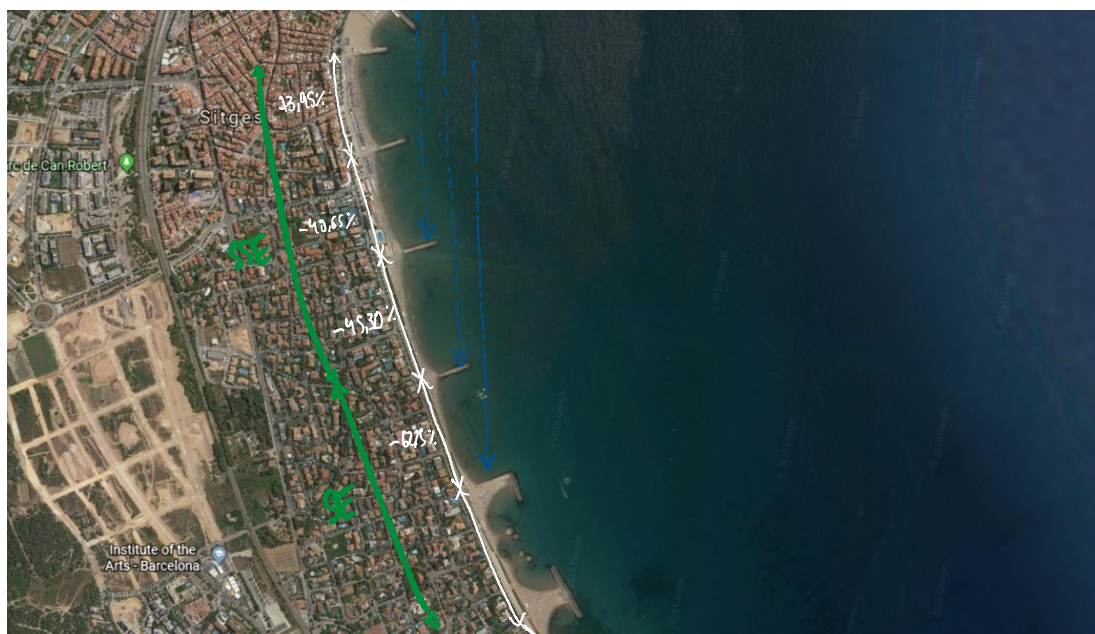


Figura 4.2: façana marítima girada a 80°, d'on venen la major part de temporals. Font: Google Maps, 2019.

- La platja de Bassa Rodona ha perdut un 45,30% respecte la superfície de 1946 —el que equival a 3226,81 m<sup>2</sup>. Podria ser degut a un canvi en la dinàmica sedimentària a causa de la instal·lació dels espigons que la delimiten, entre d'altres factors. Així, hem de mencionar el torrent que desemboca a aquesta platja, que podria ser una font potencial de sediment, però també d'erosió en cas de tempesta —com, per exemple, a la forta tempesta de juny de 2017—: d'un cabal que arrossegui el sediment de la mateixa platja en lloc de dipositar el que ja porta. És una platja bastant concorreguda.

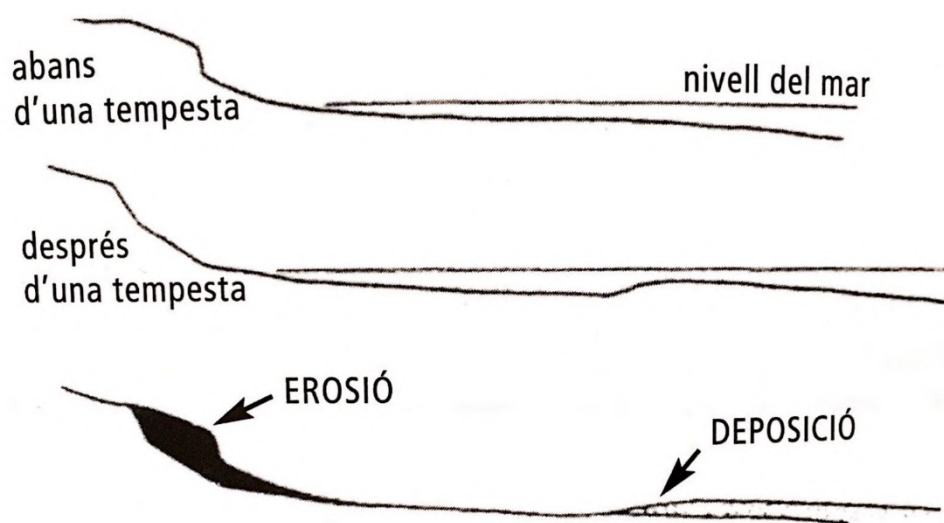


Figura 4.3: perfils de platja abans i després d'una tempesta. Font: Breton, 2004; Miralles, 1999.

- La Riera Xica perd un 62,25% —el que equival a 7484,77 m<sup>2</sup>—, convertint-la en la segona platja que disminueix més en superfície respecte la de 1946 a Sitges. Podria ser degut a un canvi en la dinàmica sedimentària a causa de la instal·lació dels espigons que la delimiten, així com la seva orientació, entre d'altres factors. És una platja bastant concorreguda.
- La platja de la Barra renuncia a un 2,76% de superfície respecte la de 1946 —el que equival a 433,53 m<sup>2</sup>. Creiem que podria haver perdut més si prenem com antecedent la fenomenologia de la platja de la Riera Xica, i més tenint en compte que tenen condicions bastant similars. Però, a causa de la instal·lació dels seus dos espigons —en forma d'L i un longitudinal, respectivament— i d'unes illetes, la pèrdua de superfície no ha sigut tan accentuada. És bastant concorreguda pels turistes.

- La platja de Terramar guanya un 11,60% en superfície respecte la de 1946 —el que equival a 1492,01 m<sup>2</sup>. Això pot ser degut a diversos factors, entre els quals trobem el canvi de la dinàmica sedimentària a causa de la instal·lació dels espigons transversals primer i longitudinals després i les illetes. És bastant concorreguda pels turistes.
- La platja de les Anquines és la segona que ha augmentat més en superfície respecte la de 1946 al litoral sitgetà, solament per darrere de la Fragata —el que equival a 6005,95 m<sup>2</sup>. Això podria estar determinat per quan es va decidir que els seus espigons es recollissin més, formant una espècie de «C» encarada al mar: al crear una obertura més petita es controla la potència amb què arriben les onades i la seva capacitat transportadora, amb la qual cosa la sorra s'acumula més a la platja. És una platja bastant freqüentada, i popular per la seva grandària.

A les platges semiurbanes de ponent —les que considerem que serien les que trobem al tram a l'Est d'Aiguadolç, i que conté les platges de Vallcarca, Cala Morisca, Platja Garraf i de les Botigues— ha succeït el següent (PFC, 2010), d'on també extraurem una sèrie de conclusions:

- la platja de Vallcarca ha sorgit en la seva totalitat —el que equival a 1303,43 m<sup>2</sup>. No podem establir un percentatge d'evolució perquè la seva superfície el 1946 era de 0 m<sup>2</sup>. L'aparició d'aquesta platja pot ser deguda a la construcció del dic propietat de la cimentera Uniland, que podria haver provocat l'acumulació de sorra en aquella zona. Així, hem de mencionar tant el torrent com la riera que desemboquen a aquesta platja, que podrien ser una font potencial de sediment. És una platja poc freqüentada si ho comparem amb les urbanes.
- Cala Morisca ha patit una disminució considerable (del 62,69%) —el que equival a 3046,56 m<sup>2</sup>. Això podria ser a causa d'un error de mesura, sobretot pel poc detall de la cartografia, o simplement un canvi en la dinàmica sedimentària, entre d'altres factors. És poc freqüentada comparat amb les urbanes.
- La zona que conté la platja del Garraf ha sofert un canvi notable —un augment del 11,13% en superfície, el que equival a 1505,57 m<sup>2</sup>. És una platja poc freqüentada si ho comparem amb les urbanes. Hem de mencionar el torrent que desemboca a aquesta platja, que podria ser una font potencial de sediment, així com el port que té quasi bé al costat. És una platja poc freqüentada si ho comparem amb les urbanes.

- Cala Ginesta ha sorgit en la seva totalitat —el que equival a 4252,50 m<sup>2</sup>. Com en el cas de la Platja de Vallcarca, no podem establir un percentatge d'evolució perquè la seva superfície el 1946 era de 0 m<sup>2</sup>. L'aparició d'aquesta platja podria ser deguda a la creació del Port Ginesta i dels seus dics, que haurien modificat la dinàmica sedimentària i forçat l'acumulació de sorra en aquella zona. També hem de mencionar el torrent que desemboca a aquesta platja, que podria ser una font potencial de sediment. És una platja poc freqüentada si ho comparem amb les urbanes.
- El perfil de la zona de les Botigues és el que ha sofert el canvi més bruscat, si ho comparem a l'escala de les altres platges: l'evolució total en percentatge d'aquesta platja, recordem, és del 10,10%, però en quant a la variació en m<sup>2</sup> ens trobem amb un augment d'uns 15000 m<sup>2</sup>. Es tracta d'una platja molt freqüentada, però la seva gran extensió fa que la densitat de gent a la sorra sigui menor que a les altres. La construcció del port Ginesta ha produït una gran acumulació de sorra a la part Est de la platja, fet que ha provocat la variació que comentàvem poques línies enrere: es tracta d'una tendència general en la acumulació de sediments a llevant dels ports ja que el corrent troba l'obstacle del dic i fa que hi hagi una retenció de sediments.

En les platges semiurbanes de llevant —les que considerem que serien les que trobem al tram a l'Oest de Balmins, i que conté les platges de Desenrocada, Home Mort i Atlàntida— ha succeït el següent:

- la platja de la Desenrocada ha augmentat en un 6,38% en superfície —el que equival a 99,13 m<sup>2</sup>. Això pot ser degut, entre d'altres factors, per un canvi en la dinàmica sedimentària. És una platja poc freqüentada si ho comparem amb les urbanes.
- La platja d'Home Mort ha patit una disminució notable, de 69,38% —el que equival a 5582,94 m<sup>2</sup>. Això pot ser degut, entre d'altres factors, per un canvi en la dinàmica sedimentària i un error de mesura, sobretot pel poc detall de la cartografia. És una platja poc freqüentada si ho comparem amb les urbanes.
- La platja de l'Atlàntida ha guanyat un 51,70% en superfície de sorra —el que equival a 6930,96 m<sup>2</sup>. Això pot ser degut, entre d'altres factors, per un canvi en la dinàmica sedimentària i un error de mesura, sobretot pel poc detall de la cartografia. És una platja poc freqüentada si ho comparem amb les urbanes.

Considerarem els resultats exposats a la taula anterior en un criteri basat en tres definicions (PFC, 2010):

1. Augment de superfície significatiu:  $< 10\%$
2. Disminució de superfície significativa:  $> -10\%$
3. Variació de superfície negligible:  $-10\% < x < 10\%$

En 14 de les 19 platges hi ha hagut una variació de superfície significativa —de 84,21%. En les altres, en canvi, la variació ha sigut negligible —de 15,79%.

En 7 d'aquestes 14 platges, la variació significativa ha sigut positiva —respecte el total de platges: de 36,84%—; en les altres 7, negativa —respecte el total de platges: de 36,84%.

2 d'aquestes platges —platja de Vallcarca i Cala Ginesta: 10,53%— no són analitzables perquè són de recent generació.

En 2 de les restants, la variació —recordem, negligible— ha sigut positiva —de 10,53%. En l'última, negativa —de 5,26%.

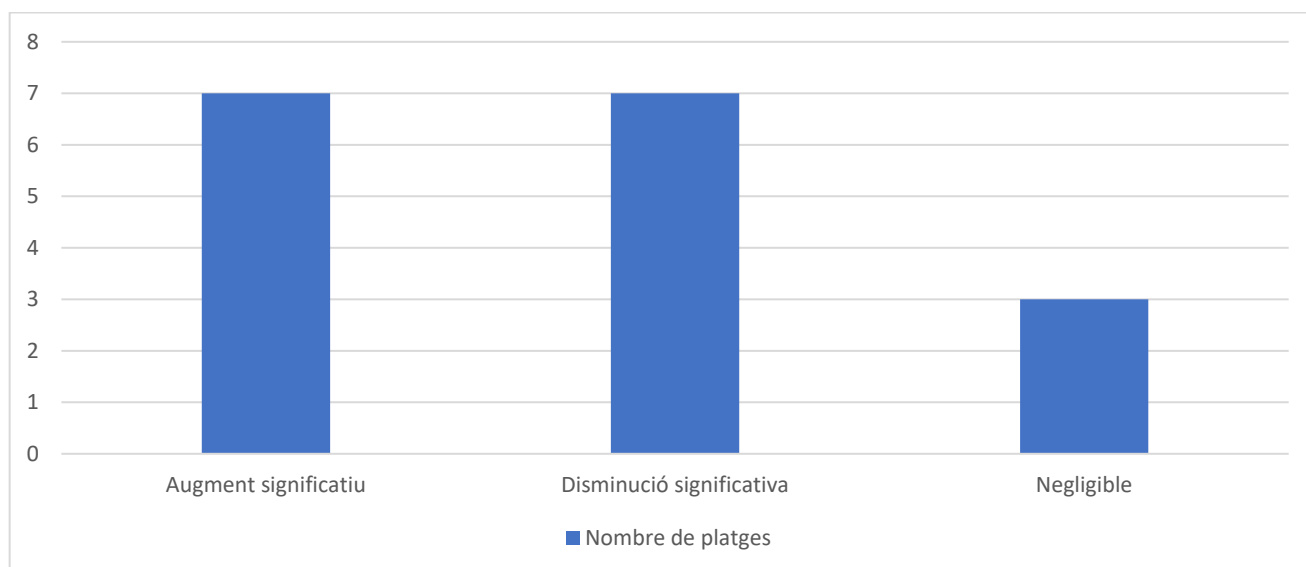


Figura 4.4: gràfic de la variació en sedimentació des de 1956 a les platges de Sitges. Elaboració pròpia.

De les 8 platges que han augmentat significativament la seva superfície, 4 ho han fet en més d'un 30% —Atlàntida [51,70%], Anquines [263,97%], Ribera [73,95%], Fragata [277,73%]— i, 3 de les mateixes, en més d'un 60% —Anquines [263,97%], Ribera [73,95%], Fragata [277,73%].

Això, dit d'una altra manera, ens indica que gairebé un quart han augmentat notablement l'extensió —21,05%— i, fins i tot, n'hi ha que han arribat a guanyar més del doble de la seva superfície: és el cas de les Anquines [263,97%] i de la Fragata [277,73%].

Les dues platges que han augmentat en l'ordre del 200% són platges de boca petita: els espigons tenen un cert angle entre ells o, simplement, protegeixen més la sorra davant l'entrada de les onades.

Hem vist anteriorment l'angle respecte el Nord que feia cada platja amb el seu terreny. Aquest el classificàvem com a *orientació de la platja*. Però, realment, la orientació de la platja com l'entendem nosaltres és l'angle respecte el Nord que fa la perpendicular respecte la costa. Dit d'una altra manera, li hem d'afegir  $90^\circ$  a l'angle que ja teníem anteriorment. Per tant, els nous angles quedarien de la següent manera.

Conclusions específiques de la pràctica

<i>Platges</i>	<i>Angles (CIIRC, 2010)</i>	<i>Total</i>	<i>Variació en superfície <math>\geq 0</math></i>
PLATJA DESENROCADA	70°	70° + 90° = 160° (SSE)	$\Delta$ Superfície > 0
PLATJA HOME MORT	55°	55° + 90° = 145° (SE)	$\Delta$ Superfície < 0
PLATJA ATLÀNTIDA	80°	80° + 90° = 170° (S)	$\Delta$ Superfície > 0
PLATJA DE LES ANQUINES	65°	65° + 90° = 155° (SSE)	$\Delta$ Superfície > 0
PLATJA TERRAMAR	40°	40° + 90° = 130° (SE)	$\Delta$ Superfície > 0
PLATJA DE LA BARRA	55°	55° + 90° = 145° (SE)	$\Delta$ Superfície < 0
PLATJA RIERA XICA	40°	40° + 90° = 130° (SE)	$\Delta$ Superfície < 0
PLATJA ESTANYOL	65°	65° + 90° = 155° (SSE)	$\Delta$ Superfície < 0
PLATJA BASSA RODONA	65°	65° + 90° = 155° (SSE)	$\Delta$ Superfície < 0
PLATJA DE LA RIBERA	70°	70° + 90° = 160° (SSE)	$\Delta$ Superfície > 0
PLATJA FRAGATA	70°	70° + 90° = 160° (SSE)	$\Delta$ Superfície > 0



Conclusions específiques de la pràctica

PLATJA SANT SEBASTIÀ	70°	$70^\circ + 90^\circ = 160^\circ$ (SSE)	$\Delta\text{Superfície} < 0$
PLATJA BALMINS	100°	$100^\circ + 90^\circ = 190^\circ$ (S)	$\Delta\text{Superfície} > 0$
PLATJA AIGUADOLÇ	55°	$55^\circ + 90^\circ = 145^\circ$ (SE)	$\Delta\text{Superfície} < 0$
PLATJA VALLCARCA	95°	$95^\circ + 90^\circ = 185^\circ$ (S)	
CALA MORISCA	40°	$40^\circ + 90^\circ = 130^\circ$ (SE)	$\Delta\text{Superfície} < 0$
PLATJA GARRAF	115°	$115^\circ + 90^\circ = 205^\circ$ (SSW)	$\Delta\text{Superfície} > 0$
CALA GINESTA	115°	$115^\circ + 90^\circ = 205^\circ$ (SSW)	
PLATJA DE LES BOTIGUES	80°	$80^\circ + 90^\circ = 170^\circ$ (S)	$\Delta\text{Superfície} > 0$

Taula 4.1: transformació dels angles que forma la costa respecte el Nord a la orientació «real» de la platja, i la relació que té amb la variació de superfície.

Elaboració pròpia.

Comprovem si la orientació de la platja i la seva evolució en superfície tenen una relació:

- Les 2 cap el SSW augmenten la seva superfície: la platja de Garraf incrementa en un 11,13% i la restant —Cala Ginesta— és la de recent formació.
- Les 4 platges orientades cap al S augmenten la seva superfície: la platja de l'Atlàntida augmenta en un 51,70%; la de Balmins acreix en un 3,91%; la de les Botigues creix en un 10,10%. La restant —platja de Vallcarca— és la de recent formació.
- De les 7 platges orientades cap al SSE, 4 augmenten i 3 ho fan en més d'un 30%: estem parlant de la platja de la Desenrocada, amb un increment del 6,38%; la de les Anquines, amb un 263,77%; la de la Ribera, amb un 73,95%; la de la Fragata, amb un 277,73%. Les tres que disminueixen —la de l'Estanyol, la de Bassa Rodona i la de Sant Sebastià—, ho fan en més d'un 30%: 45,30%, 40,65% i 44,19%, respectivament.
- De les 6 platges orientades cap al SE, solament Terramar augmenta en la seva superfície, i ho fa en un 11,60%. Les 5 restants —Barra, Riera Xica i Aiguadolç i Morisca— disminueixen: en un 2,76%, 62,25%, 20,25% i 62,69%, respectivament.

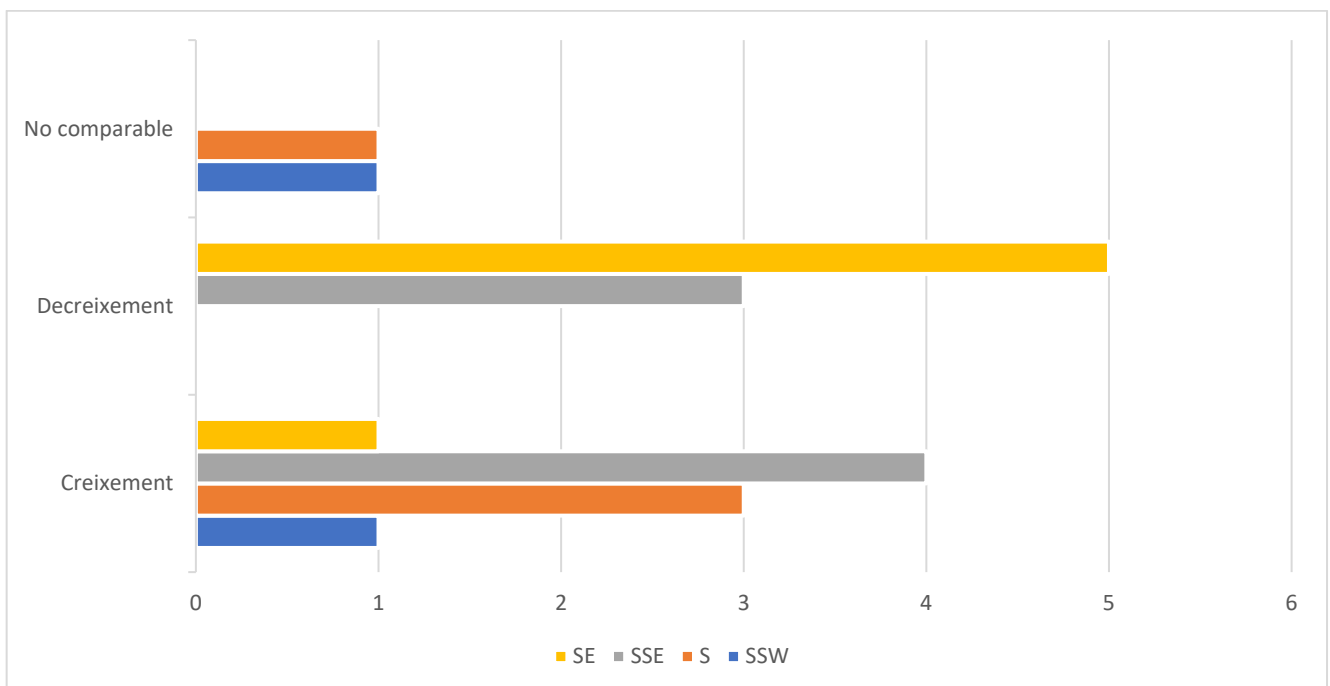
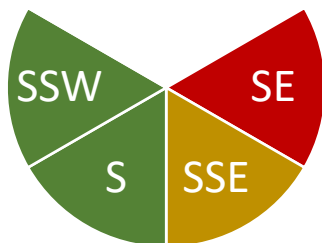


Figura 4.5: gràfic que relaciona l'evolució i l'orientació de les platges. Elaboració pròpia.

Com veiem, hi ha una patró entre la orientació i la variació en la superfície de les platges: denotem que el decreixement es produeix sobretot en aquelles platges orientades al SE. A més, veiem que les platges del S i SSW solament creixen, i que la zona SSE és mixta.

A partir d'aquí, podem agrupar les platges seguint un patró reflectit en aquest gràfic:



*Figura 4.6:* relació entre orientació respecte creixement i decreixement. En verd, zona amb platges en creixement; en groc, zona mixta; en vermell, en decreixement. Elaboració pròpia.

A la vista dels resultats, s'ha comparat la variació de sorra a la platja amb la quantitat de sorra en m<sup>2</sup> que s'ha desplaçat, amb un denominador comú: la orientació de la platja. També observarem com afecten el tipus d'extrems en la dinàmica sedimentària (PFC, 2010), agafant tots els límits, menyspreant que en alguns casos els límits es repeteixen, com és el cas de les platges urbanes: així tenim un volum de dades per analitzar més gran.

Abans de començar, però, també cal destacar que hem vist platges que creixen per sobre de l'ordre del 100%. Per tant, pot ser que les platges encarades cap a una de les orientacions, en conjunt, creixi per sobre d'aquest ordre. De la mateixa manera, pot ser que el percentatge global d'una de les dades sigui negatiu. Per simplificar, als gràfics que analitzem la variació de superfície tornarem a escalar les dades de variació al 100%, és a dir, farem que entre elles sumin 100%.

*Al gràfic hi haurà el tant per cent «original» i, entre parèntesi, el «reescalat».*

Conclusions específiques de la pràctica

<i>Platges</i>	<i>Sup. 1946</i>	<i>Sup. actual</i>	$\Delta$ <i>Superfície</i>	<i>Orient.</i>	<i>Límits (llevant/ponent)</i>	<i>%</i>
PLATJA DESENROCADADA	1527,87 m <sup>2</sup>	1623,83 m <sup>2</sup>	95,96 m <sup>2</sup>	SSE	Roques/Roques	6,28%
PLATJA HOME MORT	8003,66 m <sup>2</sup>	2450,72 m <sup>2</sup>	-5552,94 m <sup>2</sup>	SE	Roques/Roques	-69,38%
PLATJA ATLÀNTIDA	13404,86 m <sup>2</sup>	20335,82 m <sup>2</sup>	6930,96 m <sup>2</sup>	S	Roques/Riera	51,70%
PLATJA ANQUINES	2275,25 m <sup>2</sup>	8281,2 m <sup>2</sup>	6005,95 m <sup>2</sup>	SSE	Esp. curvat/Esp. longitudinal	263,97%
PLATJA TERRAMAR	12862 m <sup>2</sup>	14354,01 m <sup>2</sup>	1492,01 m <sup>2</sup>	SE	Longitudinal/Longitudinal	11,60%
PLATJA DE LA BARRA	15713 m <sup>2</sup>	15279,47 m <sup>2</sup>	-433,53 m <sup>2</sup>	SE	Longitudinal/Espigó a L	-2,76%
PLATJA RIERA XICA	12024 m <sup>2</sup>	4539,23 m <sup>2</sup>	-7484,77 m <sup>2</sup>	SE	Espigó a L/Esp. perpendicular	-62,25%
PLATJA ESTANYOL	13355 m <sup>2</sup>	7305,4 m <sup>2</sup>	-6049,6 m <sup>2</sup>	SSE	Perpendicular/Perpendicular	-45,30%
PLATJA BASSA RODONA	7938,89 m <sup>2</sup>	4712,08 m <sup>2</sup>	-3226,81 m <sup>2</sup>	SSE	Perpendicular/Perpendicular	-40,65%
PLATJA DE LA RIBERA	5486,06 m <sup>2</sup>	9543,25 m <sup>2</sup>	4057,19 m <sup>2</sup>	SSE	Perpendicular/Perpendicular	73,95%
PLATJA FRAGATA	3265,84 m <sup>2</sup>	12336,22 m <sup>2</sup>	9070,38 m <sup>2</sup>	SSE	Perpendicular/Perpendicular	277,73%
PLATJA SANT SEBASTIÀ	7814,73 m <sup>2</sup>	4361,78 m <sup>2</sup>	-3452,95 m <sup>2</sup>	SSE	Roques/Roques	-44,19%
PLATJA BALMINS	4585 m <sup>2</sup>	4764,37 m <sup>2</sup>	179,37 m <sup>2</sup>	S	Roques/Port	3,91%

Conclusions específiques de la pràctica

PLATJA AIGUADOLÇ	8789,25 m <sup>2</sup>	7009,77 m <sup>2</sup>	-1779,48 m <sup>2</sup>	SE	Roques/Roques+port	-20,25%
PLATJA VALLCARCA	0 m <sup>2</sup>	1303,43 m <sup>2</sup>	1303,43 m <sup>2</sup>	S	Espigó perpendicular/Roques	
CALA MORISCA	4859,34 m <sup>2</sup>	1812,78 m <sup>2</sup>	-3046,56 m <sup>2</sup>	SE	Roques/Roques	-62,69%
PLATJA GARRAF	13530,81 m <sup>2</sup>	15036,38 m <sup>2</sup>	1505,57 m <sup>2</sup>	SSW	Roques/Roques+port	11,13%
CALA GINESTA	0 m <sup>2</sup>	4252,5 m <sup>2</sup>	4252,5 m <sup>2</sup>	SSW	Roques/Port	
PLATJA BOTIGUES	145530,12 m <sup>2</sup>	160222 m <sup>2</sup>	14691,88 m <sup>2</sup>	S	Port/platja	10,10%
<b>Total</b>	<b>280965,68 m<sup>2</sup></b>	<b>299524,24 m<sup>2</sup></b>	<b>18558,56 m<sup>2</sup></b>			<b>6,61%</b>

Quadre 4.1: superfície actual i del 1946, i la variació entre elles, en m<sup>2</sup>, així com la orientació de cada platja. Elaboració pròpia.

Els resultats obtinguts han estat els següents:

- La orientació que altera més en la superfície de sediments és la S, en un 44% respecte el total de variació —i un 124,5% respecte la superfície que tenien les platges d'aquesta orientació el 1946. Tot i així, no és la que desplaça més sorra —essencialment, el valor absolut de cada variació de cada platja—, sinó que aquest paper recau en les platges orientades al SSE.
- Segons el tipus de barrera que impedeix la dinàmica sedimentària original, hem observat que la que provoca una variació més gran són els ports, amb un 29% respecte el total de variació —i un augment del 50,78% respecte la superfície que tenien les platges d'aquesta orientació el 1946. Les platges actuals que limiten zones amb roques en alguna de les bandes disminueixen en un 31,04% respecte la superfície de 1946, el que representa el 18% del total de variació. Ja hem comentat la poca fiabilitat d'aquesta tendència, i que podria ser deguda a un error de mesura. Després trobem un augment en les quals limiten amb una platja o les que limiten amb una riera, del 23% i 11% respecte el total, respectivament. Finalment, les platges amb espigons perpendiculars, corbats i longitudinals canvien la situació al voltant d'un 2% i 3% i 18% del total, respectivament.
- Si ens fixem en la quantitat de sorra moguda, la cosa canvia: tot i que la variació és baixa —respecte 1946: 4,1%; respecte el total de variació: 2%— les platges amb, com a mínim, un espigó perpendicular són les que en desplacen més, de sorra, amb un 33,24% del total. El port, que era el que tenia una variació més gran, baixa a la tercera posició en aquest «rànkning».
- Per tant, en termes de superfície, tenim que els factors més influents són la orientació S i els ports. Si comprovem les dades, però, veiem que la major part de la variació per part d'aquestes variables ve determinada per una sola platja: la platja de les Botigues, d'orientació Sud, amb un creixement de quasi 15000 m<sup>2</sup>. És un element a tenir en compte.

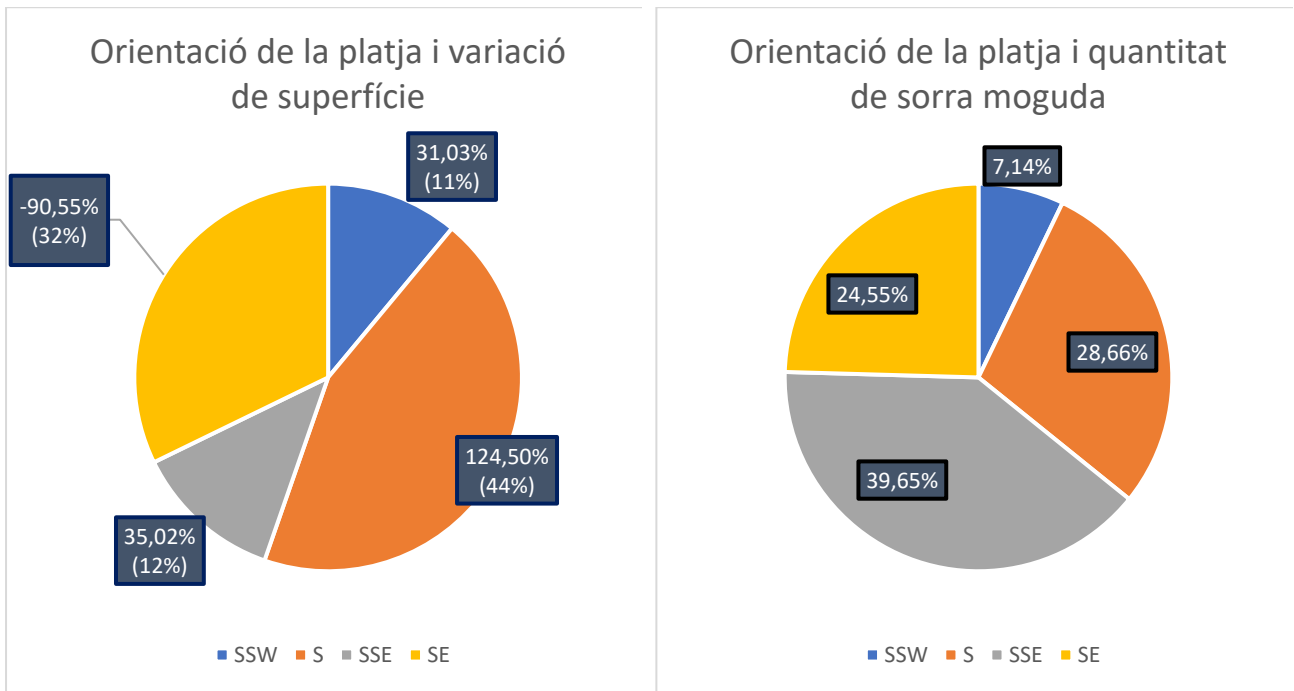


Figura 4.7: gràfics que mostren la relació entre quantitat de sorra moguda, la variació de superfície i la orientació de la platja. Elaboració pròpia.

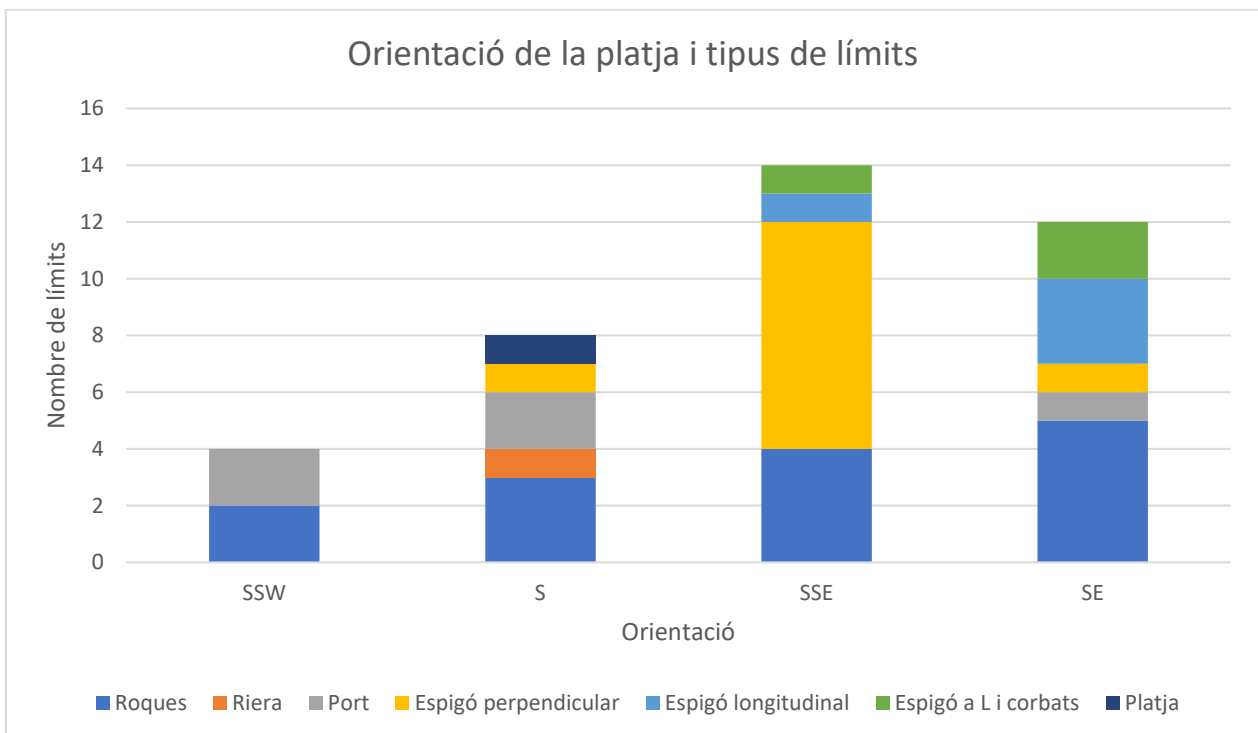


Figura 4.8: relació entre la orientació de la platja i el tipus de límits. Elaboració pròpia.

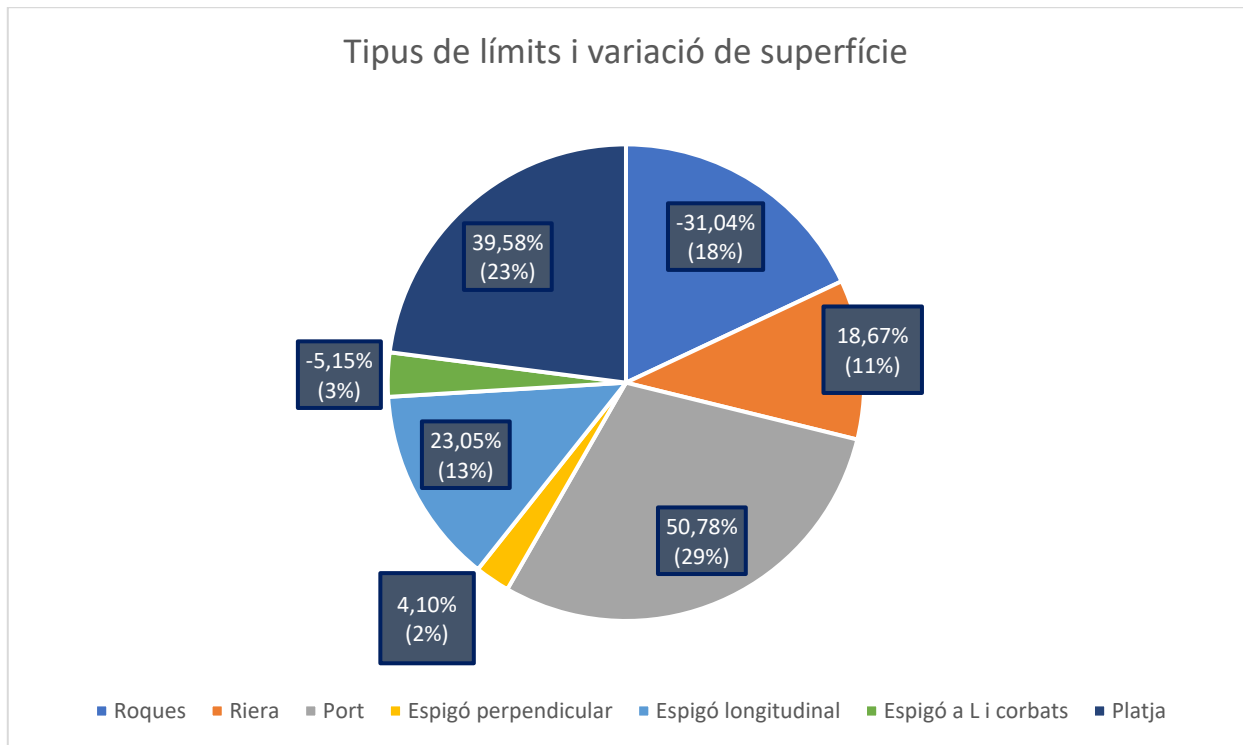


Figura 4.9: relació entre la variació de superfície i el tipus de límits. Elaboració pròpia.

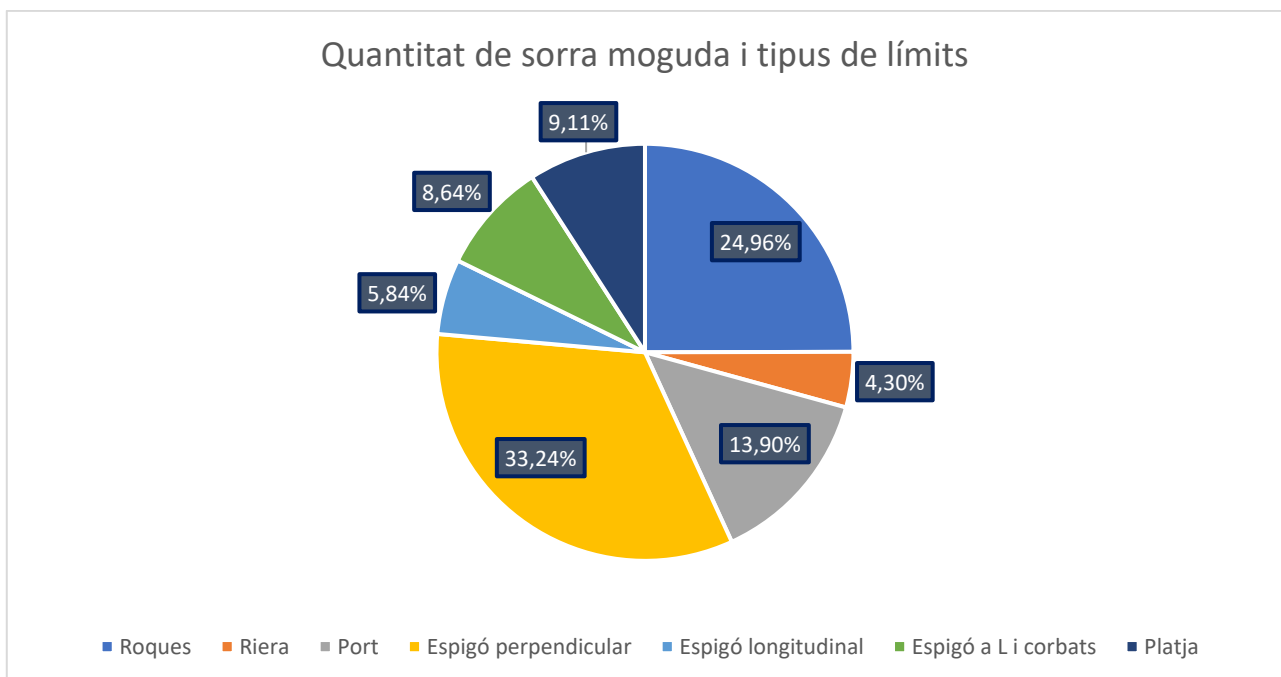


Figura 4.10: relació entre la quantitat de sorra moguda i el tipus de límits. Elaboració pròpia.



En resum:

- Les platges de Sitges en conjunt han guanyat un 6,61% de superfície respecte 1946.
  - Les platges urbanes han perdut un 1,75% de superfície respecte el 1946.
  - Les platges semiurbanes generalment han guanyat sorra: un 10,80% respecte el 1946.
  - Les platges que limiten amb un port —tant a ponent com a llevant, però més especialment a llevant<sup>31</sup>— són les que varien més potencialment en superfície, seguides de les quals limiten amb un platja. Seguint per aquest fil, les platges a una certa distància dels ports —no les platges immediates— perden superfície: és el cas de Sant Sebastià i Cala Morisca.
  - Les que mouen més quantitat de sorra, en canvi, són les platges que limiten, com a mínim, amb un espigó perpendicular: representa el 33,24% de sediment traslladat.
  - Les platges urbanes orientades al SE o SSE i amb espigons perpendiculars, en excepció de la Fragata i la Ribera, han perdut sorra —La Riera Xica, l'Estanyol i Bassa Rodona. *Cal recordar la figura 2.19, la qual dona un esquema bastant aclaratori de la situació.* Una de les seves causes és la incidència dels temporals d'hivern de direcció S-SSE, que juntament amb la poca protecció que ofereixen els dics perpendiculars, fa que es perdi molta sorra (PFC, 2010; Piqué, 2010). Tot i que les que han perdut més són les que limiten amb roques, amb una variació del -31,04%, el que representa el 18% de la total. Aquestes platges es troben en risc d'erosió.
- Els factors determinants per a la mobilització de sediments són els espigons perpendiculars, majoritàriament amb orientació SSE, i els ports, en aquest ordre. La variació més important en superfície s'han produït a platges contigües a ports, a platges, a roques, a espigons longitudinals, a rieres, a espigons corbats i a espigons perpendiculars, en aquest ordre.

---

<sup>31</sup> A *Llevant*: es tracta d'una tendència general en la acumulació de sediments a llevant dels ports ja que el corrent troba l'obstacle del dic i fa que hi hagi una retenció de sediments (Llauradó, 2014)

Aquesta fenomenologia es dona ja que la costa sitgetana té una forma còncaua encarada cap a l'Est —de C, més o menys. Per protegir la platja es van construir espigons sense tenir en compte aquesta curvatura, fet el qual va provocar que quedessin cada vegada més encarats cap a l'Est —ja que eren perpendiculars a la línia de costa.

Quadre *Evolució (1948 fins ara)*

En vista que els espigons construïts recentment no acabaven de resoldre el problema que tenia Sitges amb la sorra, Manel Carbonell va presentar una teoria, anomenada per tothom amb el propi nom de l'autor Teoria d'en Manel Carbonell. Aquesta teoria partia dels conceptes següents:

- El vent de llevant (Est) sumat al corrent del riu Llobregat fa que se sumin les forces i no quedi sediment, és a dir, que la sorra marxi de les platges.
- El vent de garbí (Sud-oest) o migjorn (Sud) sumat al corrent del riu Llobregat fa que es restin les forces i quedi sediment; dit d'una altra manera, que s'afavoreixi la sedimentació a les platges.

Aleshores sabem que si existeix un corrent que ve del Llobregat (de Nord cap a Sud), paral·lel a la costa i que aporta aigua i al·luvions, que junt amb el vent de garbí i migjorn fa que quedi més sorra a la part més septentrional de les platges i, en canvi, quan aquest corrent del Llobregat se suma al corrent de Llevant es converteix en un efecte perjudicial en la formació de platges.

Arribem a la conclusió que la solució passa per construir espigons amb un cert angle respecte la línia de costa (més o menys paral·lels al primer espigó de la platja de la Fragata), ja que, d'aquesta manera, s'evitaria que el corrent de llevant s'emportés la sorra i s'afavoreix que el corrent de migjorn en segueixi dipositant.

PIQUÉ, 2010

Algunes platges com les de La Riera Xica, l'Estanyol i Bassa Rodona pateixen d'un alt risc d'erosió i cal establir mesures protectores i mitigadores d'aquest efecte. Les obres de bombament són cares i ofereixen solucions a curt termini, ja que el perfil batimètric acaba per adoptar el mateix pendent que a l'inici de l'obra, amb la qual cosa ens trobem en la mateixa situació (PFC, 2010).

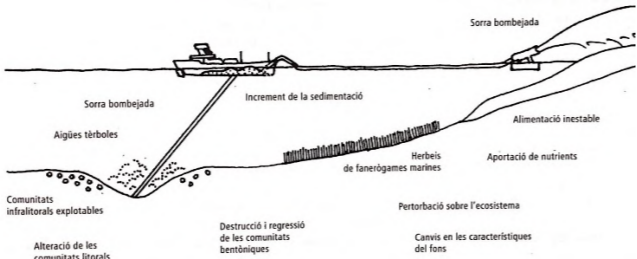
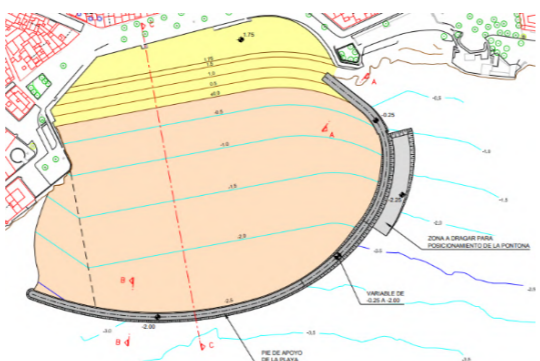
A més, aquests tipus d'obres malmeten el fons marí i les seves comunitats animals i vegetals (Diputació de Barcelona, 2008). S'ha d'apostar per potenciar els agents naturals que ajuden a mantenir l'estabilitat dels sediments a les platges.

---

## Propostes de solucions

A partir de tota l'evolució hem vist que s'han proposat una sèrie de projectes arrel d'una problemàtica crònica a la nostra costa que impacta de front amb els interessos econòmics de la vila: la falta de sorra. Com hem repetit diverses vegades al llarg d'aquesta recerca, les causes d'aquest problema recauen en la construcció de preses als rius que retenen l'aportació de sediments dels rius —principalment el Llobregat, però també el Ter—, urbanització intensa de la façana litoral que fixa el terreny i conseqüentment també limita l'aportació de sediments de les rieres, i construcció de ports que alteren la dinàmica litoral del transport sedimentari (Pere-Andreu Ubach de Fuentes). Sense l'aportació de nou sediment, el sistema litoral va perdent-ne de forma natural, ja que aquests es van dipositant cada cop a cotes més profundes del fons marí.

Per afavorir que sigui més visual, ho exposarem en un quadre a la pàgina següent. Esmen-  
tarem els tipus, els descriurem i analitzarem els seus avantatges i inconvenients.

Tipus	Descripció	Avantatges	Inconvenients
<p>ESTABILITZACIÓ DE LES PLATGES MITJANÇANT L'APORTACIÓ DE SORRA</p>	<p>En aquesta proposta es tindria com a objectiu l'aportació de sorra —d'una zona prèviament estudiada la batimetria de la seva sorra i els conseqüents impactes mediambientals— mitjançant la tècnica de les dragues: una bomba que aspira sorra de fons apartats i l'expulsa en aquelles àrees litorals malmeses. També hem vist un avantprojecte (Sánchez-Arcilla, Ràdio Maricel, 2012) en què la sorra aportada hauria de tenir més diàmetre perquè fos més difícil d'arrossegat per les onades.</p>  <p><i>Figura 5.1: dragues i els seus impactes. Font: Ros, 2004; Ros, 2001.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservació temporal d'una superfície de sorra determinada, amb el benefici turístic que això pot comportar.</li> <li>• El guany de sorra és immediat, a diferència d'altres solucions. De la mateixa manera, tampoc necessita d'un seguiment específic.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es necessita d'un pressupost alt.</li> </ul> <p>A llarg termini:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• no modifiquen el perfil litoral,</li> <li>• no eviten els problemes d'erosió,</li> <li>• i destrueixen l'ecosistema marí del lloc de l'extracció, i posteriorment, el més proper a la costa per soterrament (PFC, 2010).</li> </ul>
<p>ESTABILITZACIÓ DE LES PLATGES MITJANÇANT LA CONSTRUCCIÓ DE DICS O ESPIGONS</p>	<p>Com hem vist en apartats anteriors, la variació de sorra a les platges ha sigut significativa en quasi totes les platges, per no dir totes, tant en creixement com en decreixement. Per tant, necessitaríem evitar les fluctuacions en la superfície de les platges, així com el risc d'erosió. Al llarg d'aquest treball hem vist que aquests espigons podrien ser tant submergits, com dos de grans a banda i banda del nucli urbà, oblics...</p>  <p><i>Figura 5.2: Proposta del projecte d'estabilització de la platja de Sant Sebastià. Font: Direcció General de Sostenibilitat de la Costa y el Mar, 2019.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A llarg termini poden retenir la sorra, com és notori en el cas de la platja de la Fragata.</li> <li>• La compartimentació de les platges és estèticament bona.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modifiquen la superfície dels dipòsits sedimentaris i la batimetria natural del fons marí (PFC, 2010).</li> <li>• Es necessita d'un pressupost alt.</li> <li>• Es modificaria el perfil litoral.</li> <li>• Mostraria efectes, però a llarg termini.</li> <li>• No eviten els problemes d'erosió.</li> <li>• Tallen el corrent de deriva natural i augmenten el fenomen de refracció de les onades.</li> <li>• De la mateixa manera, s'ha de complementar amb dragues per pal·liar l'erosió.</li> </ul>

<p>PRÀCTIQUES DE FONDEIG RESPECTUÓS AMB EL FONS MARÍ</p>	<p>L'alteració dels boscos de fanerògames marines es deu, en part, per una pràctica irresponsable de fondeig per part de les nostres embarcacions. Una de les nostres propostes es basaria en la implantació d'una normativa específica en contra d'aquesta pràctica. S'ha de conscienciar sobre la importància de realitzar ancoratges segurs i respectuosos amb el mar i els seus ecosistemes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No es modificaria el perfil litoral.</li> <li>• El termini d'execució és immediat, i la recuperació dels boscos des d'aquell moment seria exponencial.</li> <li>• És una solució respectuosa amb el medi ambient i encarada a la recuperació dels ecosistemes marins.</li> <li>• Aprovar la normativa requereix d'un pressupost nul.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tot i que la «recuperació dels boscos des d'aquell moment seria exponencial», el termini en què veuríem efectes a les platges gràcies a l'efecte barrera de les praderies seria elevat.</li> <li>• Seria difícil de controlar: s'hauria d'augmentar el pressupost en patrulles policials marítimes.</li> </ul>
<p>RECUPERACIÓ DE LES PRADERIES DE FANERÒGAMES MARINES<sup>32</sup></p>	<p>Les fanerògames marines ocupen aproximadament només el 20% de la superfície potencial que podrien ocupar en la zona del litoral de Sitges, que comprendria des dels 10 metres de profunditat a uns 40-45, a sobre de sediments marins no consolidats. També trobem altres factors, com ara que tenen una densitat molt baixa, una coberta dispersa i reduïda i un estat de salut molt deficient. Com a objectiu principal, caldria augmentar la distribució de les praderies de fanerògames marines, i la seva qualitat, per tal de millorar l'estabilització dels sediments i recuperar les funcions biològiques d'aquests espais (PFC, 2010). Una de les accions específiques és la proposta anterior: <i>pràctiques de fondeig respectuosos amb el fons marí</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No es modificaria el perfil litoral.</li> <li>• S'evitarien els problemes d'erosió.</li> <li>• El termini d'execució és immediat, i la recuperació de les praderies des d'aquell moment seria exponencial.</li> <li>• És una solució respectuosa amb el medi ambient i encarada a la recuperació dels ecosistemes marins.</li> <li>• A la majoria de les propostes concretes el pressupost és bastant reduït.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tot i que la «recuperació dels boscos des d'aquell moment seria exponencial», el termini en què veuríem efectes a les platges gràcies a l'efecte barrera de les praderies seria llarg.</li> <li>• A la majoria dels casos, necessitarien d'un manteniment quasi simbòlic, però continuat en el temps.</li> </ul>

<sup>32</sup> *Fanerògames marines*: són plantes superiors, amb arrel, tija, fulles, i que produeixen flors i fruits. Presenten rizoma (una tija especial, horitzontal i soterrada, d'on surten les arrels i la planta visible o brot). *Exemple: posidònia oceànica* i *Cymodea nodosa*. Formen praderies i ecosistemes complexos amb un paper important dins dels cicles biològics marins.

RECUPERACIÓ DELS SISTEMES DUNARS

Els passos a seguir per l'establiment del sistema dunar són els següents (PFC, 2010; DIBA, 2004):

1. Eliminació de les causes d'alteració. *Evitant les noves construccions de dics i espigons que modifiquen el perfil litoral. Canalitzant els accessos dels visitants i senyalitzant-los adequadament. Si convé, cal delimitar la zona dunar amb tanques o barreres per tal d'evitar el pas de persones.*
2. Revegetació. *Un cop delimitada la zona d'actuació, es procedeix a la replantació d'espècies dunars que en estat natural, són les responsables de la formació i manteniment de les dunes. Les espècies han de ser autòctones. L'estabilització del sistema primari de vegetació és lent i requereix manteniment.*
3. Sistemes de protecció del sistema dunar, per tal d'evitar l'afluència de públic a l'àrea d'actuació. *Són obres de tancament, l'adequació dels accessos, la construcció de passarel·les i la col·locació de cartells informatius.*
4. Sistemes de comunicació d'actuacions realitzades.
5. Seguiment durant les actuacions de restauració.
6. Seguiment a mitjà termini de la restauració. Manteniment durant els anys posteriors.

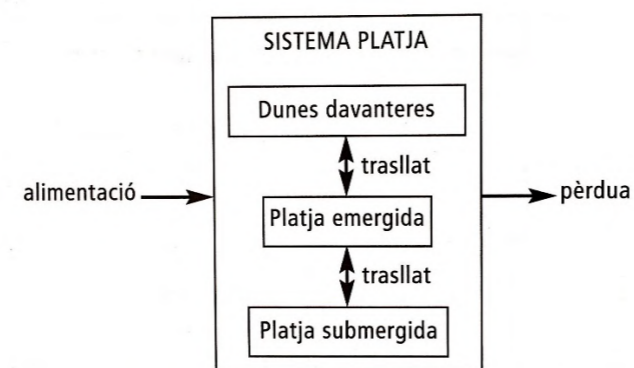


Figura 5.3: impacte dunar a les platges, importants per assolir un equilibri entre alimentació i pèrdua. Font: Breton, 2004; Miralles, 1999.

- Recupera els valors naturals de les platges: és una solució respectuosa amb el medi ambient i encarada a la recuperació dels ecosistemes tant marins com terrestres.
- Estabilitzen la sorra.
- Eviten problemes d'erosió.
- Requereix d'un pressupost baix.
- L'aplicació d'aquest mètode seria immediata.

- Necessita d'un manteniment continuat, tot i que poc elaborat.

A les platges naturals entren en conflicte els interessos turístics amb els de conservació de la zona natural. És per aquest motiu que generalment la platja es troba dividida en dues zones: una zona lúdica que correspon a la línia de costa i una part protegida situada més a l'interior i on es troba l'ecosistema dunar.

A la part lúdica s'apliquen tots els sistemes de gestió de qualsevol platja turística: vigilància i salvament, accessibilitat, senyalització i abalisament, activitats d'oci, gestió d'aparcament, manteniment de totes les instal·lacions, etc. Però a la zona dunar són necessàries mesures de protecció i de gestió específiques, com ara (Diputació de Barcelona, 2005):

- Delimitació, protecció i vigilància de la zona natural mitjançant una tanca que marqui el perímetre de protecció.
- Eliminació de la neteja mecànica que permeti la regeneració de les comunitats vegetals i animals pròpies dels ecosistemes dunars juntament amb campanyes de neteja manual.
- Adequació de passos d'accés al mar amb passeres que redueixin l'acció erosiva del pas dels usuaris per aquestes zones i evitin l'accés incontrolat a la zona lúdica de la platja.
- Manteniment del mobiliari de la platja natural: plafons informatius, tanques, papereres...
- Projectes de recuperació i seguiment biològic de les espècies animals i vegetals autòctones. Jornades d'arrencament de plantes exòtiques invasores.
- Control i seguiment dels efectes dels diferents temporals que tinguin lloc a la platja.
- Sensibilització ciutadana mitjançant la instal·lació de la senyalització i plafons informatius sobre les mesures de protecció adoptades i la divulgació amb xerrades, articles i sortides de camp i l'edició d'un tríptic amb la descripció de la riquesa ecològica de l'espai. S'aconsella la instal·lació dels plafons al costat dels accessos a la zona turística de la platja.
- Regulació de l'ús públic i el trànsit de persones i animals.
- Altres mesures de gestió.

Altres mesures no específiques (PFC, 2010; Vila; Breton, 2004):

- Augmentar el nombre de papereres de rebuig i envasos —per millorar la qualitat de la sorra.
- Intensificar l'esforç de replantació de vegetació dunar —sobretot a les Botigues— i gestió del desenvolupament amb dics contra el vent i extracció de les espècies foranies.
- Educació i divulgació ambiental sobre els valors naturals i biològics dels sistemes dunars del litoral de les Botigues.
- Ampliar l'actuació a 3 platges més: les Anquines, la de Terramar, i la de la Barra, ja que compten amb la superfície i amplada necessàries per establir sistemes dunars prou extensos i compatibilitzar-los amb els usos d'oci de les platges.
- Ampliar l'actuació a totes les platges que puguin contenir un sistema dunar ben desenvolupat i el puguin compatibilitzar amb els usos de la platja.
- Evitar i controlar les accions que perjudiquen a les praderies de fanerògames marines, així com potenciar la seva salut i distribució, creant zones amb proteccions, tant físiques com administratives. Un exemple podria ser controlar el fondeig allà i prohibir la pesca d'arrossegament.
- Crear jornades de divulgació i coneixement de la dinàmica sedimentària i els problemes d'erosió del litoral, així com del medi marí i les praderies de *Posidonia oceànica*.
- Potenciar estudis sobre les platges sitgetanes, com ara sobre la viabilitat d'implementar-hi sistemes dunars i l'evolució del transport de sediment a la nostra costa.
- Promoure l'ús repartit de les platges, és a dir, fer que no tot el turisme es centri solament a les platges urbanes, sinó que en conegui d'altres dins la mateixa vila.
- Impossibilitar la pesca d'arrossegament mitjançant una sèrie d'esculls de protecció: estructures formades per mòduls de formigó i barres de ferro.
- Modificar ports i espigons per tal que permetin el pas de sediment per sota seu, és a dir, fer que els dics siguin superficials.
- Espigons pneumàtics, com grans inflables, que només s'activarien en cas de temporal per fer de dic de contenció.
- El procés d'urbanització a primera línia de mar es nodreix dels espais de platja i s'ubica directament sobre espais de dunes o aiguamolls. Cal limitar aquestes pràctiques.





## Conclusions

---

Els corrents que afecten les platges de Sitges són: el corrent de deriva, els generats del vent de llevant i els de migjorn. Els corrents de llevant s'emporten, com hem vist, la sorra de les platges més encarades cap a l'Est; els de migjorn —els del S— n'afavoreixen l'acumulació (Piqué, 2010). L'acumulació d'aquests corrents fa que l'aigua passi paral·lela a la línia de costa i que la platja tingui una superfície semblant, si no s'altera fisonòmicament.

I és que actualment Sitges compta amb una franja litoral gairebé completament transformada i sense valors naturals. La urbanització i els usos del litoral han canviat la fisonomia de la costa, i tota la fenomenologia relacionada amb aquesta, que hem anat explicant al llarg d'aquest treball. Aquests canvis han provocat també, al seu torn, una variació de la dinàmica marina natural. Per extensió, la superfície de les platges s'ha vist afectada.

Sorprenentment i en contra de tots els titulars que venim veient en premsa tots aquests anys, la superfície de les nostres platges ha augmentat respecte els primers registres lleugerament per sobre del 5% —un 6,61%. Tot i això, la tendència erosiva segueix sent generalitzada a les platges de davant del nucli urbà.

En un principi, es va començar a posar espigons de manera perpendicular al passeig: el primer va ser ben dissenyat, però es va haver d'instal·lar un segon perquè l'anterior construcció era perjudicial per la segona platja, fent que la corrent arribés més directament a la costa, i així consecutivament amb la resta de platges. En extensió, la gestió de les platges ja des de temps enrere no ha sigut la més eficient i, ni molt menys, la més indicada.

Dit d'una altra manera, els dics no asseguren l'augment i la protecció de totes les platges: de fet, la variació de superfície entre les platges urbanes amb dics perpendiculars i longitudinals és negativa, amb el 3,65% de pèrdua de superfície entre el 1946 i el 2019: la part més propera a la punta els espigons van ser més útils, ja que estaven millor orientats per combatre els temporals de llevant, però a mesura que ens acostem a Terramar veiem que van esdevenint més ineficaços a causa de la seva orientació. La riera ha tingut un paper molt influent en la platja de l'Atlàntida i, per extensió, en la variació de les platges de la vila: hem d'intentar no malmetre aquest recurs.

Els factors determinants per a la mobilització de sediments són els espigons perpendiculars, majoritàriament amb orientació SE-SSE, i els ports, en aquest ordre. La variació més important en superfície s'han produït a platges contigües a ports, a platges, a roques, a espigons longitudinals, a rieres, a espigons corbats i a espigons perpendiculars, en aquest ordre.

La dificultat que els corrents litorals —responsables del transport de sediment— tenen per fer el recorregut natural ve donada per la construcció de dics, espigons, ports i altres estructures que alteren la dinàmica sedimentària i que fan, per exemple, que s'acumuli sorra aigües amunt d'aquestes estructures —i així es generin noves platges—, però se'n buidi aigües avall —i així desapareguin les platges que sempre hi havien estat— (Ros, 2004): recordem la cita enquadrada que esmentem anteriorment en el treball, la qual ens explica que la dràstica reducció de la capacitat de transport sòlid dels rius —a causa d'una forta regulació dels cabals—, ha pertorbat el model de distribució del sediment, amb la conseqüència que ha obligat a mantenir artificialment les platges per a seguir donant suport al turisme que s'hi desenvolupa a partir de diversos mètodes (CIIRC, 2010; Guillén; Soulsby, 1998; Sánchez Arcilla [et al.], 2016), així com els mateixos torrents de la vila, que han quedat reduïts en la seva majoria a 0.

*I de totes maneres, a quin preu hem forçat aquest augment?*

Les solucions proposades durant el passat no han sigut efectives i s'han prioritzat criteris més banals —com ara l'atractiu de la façana marítima o el turisme— davant d'un de molt més important: l'estabilitat del medi litoral. Sitges s'ha convertit en un d'aquests poblets litorals que ha anat creixent fins a convertir-se en una ciutat que, durant els mesos d'estiu, acull una població de temporada molt més elevada que la resident, a la qual el poble s'adapta i prioritza. Aquesta tendència es defineix a partir dels següents termes: *banalització*, *balearificació* i *massificació*.

Després d'haver exposat una sèrie de propostes davant de la mala gestió i a la vista dels seus beneficis i inconvenients, creiem que la millor proposta —o la més coherent— seria tornar a naturalitzar les platges. Això es pot fer seguint una sèrie d'accions, sense un gran cost: la implantació de sistemes dunars; la prohibició de fondeig; conscienciar la població de la problemàtica que té la vila amb les platges, deixar de trivialitzar-ho.

Si anem un pas més enllà, podríem plantejar-nos la possibilitat de construir alguna espècie de dic que protegeixi la sorra de marxar, sempre i quan es respectés al màxim la biodiversitat del fons marí. Si més no, cal recordar que, normalment, aquestes construccions van de la mà de dragues periòdiques.

Nosaltres ho volem tot: una solució ràpida, efectiva i respectuosa amb el medi ambient. Aquesta no existeix —o, com a mínim, encara no l'hem trobada. Tot i així, aquestes circumstàncies no serveixen en cap cas com a justificant per continuar amb el cercle viciós en què estem sotmesos: solament és útil per adonar-nos del mal que estem fent a la natura —i, de rebot, a nosaltres mateixos— i per revertir-ho amb actuacions sostenibles com a màxima prioritat. Tot això ha de materialitzar-se tenint en compte la crisi climàtica que estem vivint i que nosaltres, en simbiosi permanent amb el mar i l'ecosistema litoral, enamorats de l'agradable situació costanera, serem un dels principals afectats per aquesta problemàtica.

La gestió i control dels recursos sedimentaris no ha de cenyir una platja en particular, sinó que s'ha d'estendre a tot el sistema litoral, actuant com la pròpia naturalesa ho fa. Des d'aquesta perspectiva, han de, primerament, gestionar-se i usar-se tots els recursos dins del sistema, buscant com a font d'alimentació aquelles que se situïn en ell, donant prioritat sobre aquelles fonts externes, i intentant fer servir recursos naturals propis del cicle dinàmic del sistema litoral i no portar-los de fonts externes; especialment les no naturals (Ministeri de Medi Ambient).

En conclusió, per assolir la sostenibilitat cal entendre el conjunt del sistema sedimentari que permet la seva autoregeneració (Breton, 2004). La cel·la sedimentària pot afectar diferents municipis. Per tant, la responsabilitat de la seva gestió recau en tots els ajuntaments, però també en tots nosaltres. «Quan els municipis comencin a repensar el paper de la platja en la qualitat territorial del conjunt del municipi, s'haurà fet el primer pas per construir aquest projecte de desenvolupament local que s'ha d'estructurar a la força sobre una relació nova entre platja, municipi i població, i un debat ciutadà sobre com aprofitar millor aquest avantatge comparatiu que constitueix la presència d'una platja al municipi» (Breton, 2004). Així, un nombre de platges ben gestionades podrien servir de motor per a noves alternatives de desenvolupament sostenible a escala local.



## Bibliografia

---

(2002). «*Senyor Ginel, no volem més paraules*». *Eix Diari*. Garraf: Eix Diari, Lectures 319. [URL: <<https://www.eixdiari.cat/societat/doc/740/senyor-ginel-no-volem-mes-paraules.html>>]

(Any desconegut). *¿Qué es el SICTED?* [en línia]. Espanya: Compromiso de Calidad Turística. <<https://www.calidadendestino.es/Contenidos/InformacionGeneral.aspx>> [Última consulta: 5 de gener de 2020].

(Any desconegut). *Terral* [en línia]. Espanya: Ministerio para la Transición Ecológica. <[https://meteoglosario.aemet.es/es/termino/306\\_terral](https://meteoglosario.aemet.es/es/termino/306_terral)> [Última consulta: 22 de desembre de 2019].

ACEBILLO, J.; FOLCH, R. (2000). *Atlas ambiental de l'Àrea de Barcelona*. 1a edició. Barcelona: Ariel, 439 p. ISBN: 84-344-8025-5.

AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA (ACA, 2012). *El litoral de Catalunya*. 1a edició. Agència Catalana de l'Aigua. 1a edició. Barcelona: Generalitat de Catalunya. [URL: <[https://aca-web.gencat.cat/aca/documentos/ca/aigua\\_medi/aigues\\_costaneres/litoral\\_catalunya.pdf](https://aca-web.gencat.cat/aca/documentos/ca/aigua_medi/aigues_costaneres/litoral_catalunya.pdf)>]

AJUNTAMENT DE SITGES (2005). *Presentació del nou projecte de regeneració de les platges de Sitges, consensuat en una Comissió amb els sectors implicats* [en línia]. Eix Diari. Garraf: Eix Diari. Article digital. <<https://www.eixdiari.cat/societat/doc/10661/presentacio-del-nou-projecte-de-regeneracio-de-les-platges-de-sitges-consensuat-en-una-comissio-amb-.html?showdesktoppage=true>> [última consulta: 1 de gener de 2020].

ALATEC (1999). *Proyecto de acondicionamiento de la fachada marítima de Sitges*. 1a edició. Dirección General de Costas. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente (MMA). [No publicat].

BAKER, V. (1993). «Extraterrestrial geomorphology: science and philosophy of earthlike planetary landscapes». Arizona: Department of Geosciences and Lunar and Planetary Laboratory, University of Arizona, *Geomorphology*, 7, p. 9–35.

BAKER, V. (2001). «Editorial: extraterrestrial geomorphology: an introduction». *Geomorphology*, 37, p. 175–178.

BARBATO, J. P. (1975). *The sea breeze of the Boston area and its effect on the urban atmosphere*. 1a edició. Boston: Boston Univ. [Ph.D. dissertation].

BARRAGAN, J. M. (2003). *Medio ambiente y desarrollo en áreas litorales: Introducción a la Planificación y Gestión Integradas*. 1a edició. Cádiz: Servicio de Publicaciones, Universidad de Cádiz, 306 p. ISBN: 84-7786-829-8.

BIRD, E. (1969). *Coasts*. 1a edició. Cambridge, MA: M.I.T. Press, 246 p. ISBN: 9780262020503.

BIRD, E. (1984). *Coasts: an introduction to coastal geomorphology*. Third edition. Oxford: Basil Blackwell, 320 p.

BIRD, E. (1996). *Beach management*. Segona edició. Chichester: John Wiley & Sons, 281 p. ISBN: 0-417-96337-2.

BIRD, E. (2008) *Coastal geomorphology: an introduction*. Segona edició. Hoboken: Wiley, 436 p. ISBN: 978-0-470-51729-1.

BLUCK, B.J. (1967) «Sedimentation of Beach Gravels: Examples from South Wales». *Journal of Sedimentary Petrology*, 37, 128-156.

BOSCH, A. (2018). «El problema de la sorra a les platges de Sitges 20 anys després». Nació Digital. Barcelona: Nació Digital. <<https://www.naciodigital.cat/sitges/noticia/3213/opinio/problema/sorra/platges/sitges/20/anys/despres/andreu/bosch>> [Última consulta: 5 de gener de 2020].

BOSOM, E. *Coastal vulnerability to storms at different time scales: Catalan coast*. JIMÉNEZ QUINTANA, J. A. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2014. [Tesi doctoral].

BRETON, F. (2004) «Criteris per a la gestió de les platges: alguns elements per a la reflexió i elaboració de propostes». *Planificació i gestió integral del litoral. Eines, estratègies i bones pràctiques*, 2, 7. Barcelona: Diputació de Barcelona. p. 93-102. ISBN: 84-7794-882-8.

BRETON, F.; ROMAGOSA, J. «El sistema litoral». *Geografia del litoral*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 2016. [Apunts universitaris].

BURTYNSKY, E. [et al.]. *Water: Our Thirsty World*. 1a edició. Regne Unit: National Geographic. 2010.

- CABRERA, M.; MARTÍNEZ, E.; PALOMINO, A. (PFC, 2010). *Anàlisi ambiental de les platges de Sitges*. Cerdanyola del Vallès: Publicacions UAB, 245 p. [Projecte de final de carrera].
- CALVO, J., MOLINA, D., SALVACHÚA, M. (2017). *Ciències de la Terra i del medi ambient*. 1a edició. Barcelona: McGraw-Hill, 272 p.
- CAMBERLIN, P.; PLANCHON, O. (1997). *Coastal precipitation regimes in Kenya*, Geogr. Ann., Ser. A, 79A(1–2), p. 109–119.
- CARTER, R. (1984). «Coarse clastic barrier beaches: A discussion of the distinctive dynamic and morphosedimentary characteristics». *Marine Geology*, 60, 1-4, p. 377-389.
- CARTER, R.W.G. (1984, 1988). *Coastal Environments*. Northern Ireland: Academic Press, Elsevier, 617 p. ISBN: 978-0-08-050214-4.
- CARTER, R; STONE, G. (1989). «Mechanisms associated with the erosion of sand dune cliffs». *Earth Surf Process and Landforms*. Magilligan, 14, 1, p. 1–10.
- CASAS-PRAT, M. (2012). «Trend analysis of wave direction and associated impacts on the Catalan coast». *Climatic Change*, 115, p. 667-691.
- CASAS-PRAT, M. (2013). «Projected future wave climate in the NW Mediterranean Sea». *Journal of Geophysical Research Oceans*, 118, p. 3548-3568.
- CASAS-PRAT, M.; MCINNIS, K. L.; HEMER, M. A. [et al.] (2015). «Inter-model variability in regional climate change projections of wave-driven coastal sediment transport». *Regional Environmental Change* [en revisió].
- CASAS-PRAT, M.; SIERRA, J. P. (2010). «Trend analysis of wave storminess: Wave direction and impact on harbour agitation». *Natural Hazards & Earth System Sciences*, 10, p. 2327-2340.
- CASELLA, E; ROVERE, A. (2014). «Study of wave runup using numerical models and low-altitude aerial photogrammetry: a tool for coastal management». *Estuar Coast Shelf Science*, 149, p. 160–167.
- CENTRE INTERNACIONAL D'INVESTIGACIÓ DELS RECURSOS COSTANERS (CIIRC, 2010). *Estat de la zona costanera a Catalunya*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament de Política Territorial i Obres Públiques.

- CHORLEY, R; BECKINSALE, R; DUNN, A. (1973). *The history of the study of landforms, volume 2: the life and work of William Morris Davis*. 878 p. ISBN: 978-0416268904. [Volum 2].
- CHORLEY, R; DUNN, A; BECKINSALE, R. (1964). *The history of the study of landforms, volume 1: geomorphology before Davis*. Methuen and Co. 1st Edition. 102, 3, p. 280-281. 694 p. [Volum 1].
- CIRIA (1996). *Beach management manual*. CIRIA Report 153.
- COLLIA, A.; SERRA, A.; SERRANO, O (2009). *Sorres en moviment*. Centre d'Estudis del Mar. Sitges: Diputació de Barcelona, Centre d'Estudis del Mar. 25 p.
- CONSELL ASSESSOR PER AL DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE (2008). *RISKCAT: Els riscos naturals a Catalunya: Informe executiu*. Barcelona: CADS, Generalitat de Catalunya, 228 p. ISBN: 978-8439378365.
- COPEIRO, E. (1982). «Sobre la costa catalana». *Quaderns d'arquitectura i urbanisme*, 53, p. 52-59.
- DAVIDSON-ARNOTT, R. (2005). «Conceptual model of the effects of sea level rise on Sandy Coasts». 2005. *Journal of Coastal Research*, 21(6), 1166–1172.
- DAVIDSON-ARNOTT, R. (2009). *Introduction to Coastal Processes and Geomorphology*. 1st Edition. Cambridge: Cambridge University Press, 442 p. ISBN: 9781139483315
- DAVIES, J. [et al.] (1973). *Geographical variation in coastal development*. Nova York: Hafner Publishing Co., 212 p. ISBN: 978-0582484344
- DAVIS, W. (1904). «Complications of the geographical cycle». *8th international geographical congress*, p. 150–163. [Informe].
- DE LA PEÑA, J. M.; SÁNCHEZ, F.J. (2008) *¿Qué es erosión costera?* Espanya: CIMBRA 380. 6-17p.
- DE LA PEÑA, J., M. (2007) *Guía técnica de estudios litorales: Manual de costas*. Espanya: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 654p.
- DE PEDRAZA, JAVIER [et al.] (1996). *Geomorfología: Principios, Métodos y Aplicaciones*. 1a edició. Barcelona: Editorial Rueda, 413 p. ISBN: 8472070875.



DEPARTAMENT DE TERRITORI I SOSTENIBILITAT (2019). *Configuració del litoral català [en línia]*. Catalunya: Generalitat de Catalunya. <[http://territori.gencat.cat/ca/06\\_territori\\_i\\_urbanisme/costes\\_i\\_muntanya/la\\_costa\\_catalana/la\\_costa\\_catalana/](http://territori.gencat.cat/ca/06_territori_i_urbanisme/costes_i_muntanya/la_costa_catalana/la_costa_catalana/)> [última consulta: 24 de novembre de 2019].

DIPUTACIÓ DE BARCELONA (2005). *Manual de gestió integral del litoral*. Catalunya: Diputació de Barcelona, Servei de Salut Pública i Consum. ISBN: 8498030579. [URL: <<https://www1.diba.cat/libreria/pdf/33335.pdf>>].

FAIRBRIDGE, R. (1975). «Contributions to coastal geomorphology». *Geomorphology Supply*, 22, 170 p.

FERRER, M., BONAFEU, D., COSTA, M., ESTRADA, M., ROGER, E. (2018). *Ciències de la Terra i del medi ambient*. 1a edició. Barcelona: Castellnou. 232 pp.

FISHER, J.; DOLAN, R. (1977). *Beach processes and coastal hydrodynamics*. 1a edició. Dowden: Hutchinson & Ross, 382 p. ISBN: 978-0879331375.

FRANCÀS, R. (2019). «*El puerto industrial de Vallcarca se naturaliza*». *La Vanguardia*, 49414. [URL: <<https://www.lavanguardia.com/local/vilanova/20190409/461547328489/puerto-industrial-vallcarca-garrafr-medio-ambiente-inversor.html>>].

GEERNAERT, G.L. (1999). *Air-Sea Exchange: Physics, Chemistry and Dynamics*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 578 p. ISBN: 978-94-015-9291-8.

GHATAN, G; ZIMBELMAN, J. (2006). «Paucity of candidate coastal constructional landforms along proposed shorelines on Mars: implications for a northern lowlands-filling ocean». *Icarus*, 185, 1, p. 171–196.

GUZA, R; THORNTON, E; HOLMAN, R. (1984). «Swash on steep and shallow beaches». *Proceedings of the 19th international conference on coastal engineering*, p. 708–723.

Hails, J; Carr, A. [et al.] (1975). *Nearshore sediment dynamics and sedimentation*. 1a edició. New York: Wiley, 6, 1, p. 36-38.

HASLETT, S. (2000). *Coastal systems*. 1a edició. London: Routledge, 240 p. ISBN: 978-0415213028.

HEWITT, R.; ROBERTS, G. (1999). *ISO. EMS: manual de sistemas de gestión medioambiental [en línia]*. <[https://es.wikipedia.org/wiki/ISO\\_14001:2004](https://es.wikipedia.org/wiki/ISO_14001:2004)> [última consulta: 5 de gener de 2020].

HORIKAWA, K; HOTTA, S. [et al.] (1988). «Sand transport by wind». *Nearshore dynamics and coastal processes*. Tokyo: University of Tokyo Press, p. 218–238.

HOTTA, K; WALKER, H (any desconegut). *Engineered coasts*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 1–22.

HSU, S. A. (1988). *Coastal Meteorology*. San Diego: Academic Press, 260 p.

IBARRA, D.; BELMONTE, F. (2017). *Comprendiendo el litoral: Dinámica y procesos*. 1a edició. Murcia: Editum, Universidad de Murcia, p. 67. ISBN: 978-84-697-6263-9.

INMAN, D; NORDSTROM, C. (1971). «On the tectonic and morphologic classification of coasts». *The Journal of Geology*, 79, 1, p. 1-21.

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS (IEC, 2016), GENERALITAT DE CATALUNYA. *Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Barcelona: 626 p. ISBN: 9788499653174 (IEC), 9788439394488 (Generalitat de Catalunya).

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (IGN, 2019). *España en mapas. Una síntesis geográfica*. 2a edició. Espanya: Ministeri de Medi Ambient. [Llibre digital].

INTECSA (1994). *Investigación de la zona de extracción de arenas de Sitges*. Barcelona.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC, 2007). *Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (AR4)*. Edició de S. Solomon, D. Qin, M. Manning [et al.]. Cambridge, etc.: Cambridge University Press. També disponible en línia a: <<http://www.ipcc.ch/report/ar4/wg1>> [última consulta: 20 agost 2019].

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC, 2013). *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (AR5)*. Edició de T. F. Stocker, D. Qin, G. K. Plattner [et al.]. CAMBRIDGE [et al.]: Cambridge University Press. <<http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1>> [última consulta: 23 juny 2019].

- JIMÉNEZ, J; MENDOZA, E.T. (2004). «Factors controlling vulnerability to storm impacts along the Catalanian coast». *Coastal Engineering*, en 4 volums, 3087-3099.
- JORDÀ, G.; GOMIS, D.; ÁLVAREZ-FANJUL, E. [et al.] (2012). «Atmospheric contribution to Mediterranean and nearby Atlantic sea level variability under different climate change scenarios». *Global and Planetary Change*, 80-81, p. 198-214.
- KAY, R.; ALDER, J. (1999). *Coastal planning and management*. Routledge, Londres: Ed. E. & FN Spon Routledge, 375 p.
- KOMAR, D. (1976). *Beach processes and sedimentation*. 1a edició. Londres: Prentice-Hall, 429 p.
- KOZO, T. L. (1982). «An observational study of sea breezes along the Alaskan Beaufort sea coast: Part I». *J. Appl. Meteorol.*, 21, 891–905.
- KRAUS, E.B.; BUSINGER, J. A. (1994). *Atmosphere-Ocean Interaction*. 2a edició. Oxford: Oxford University Press, 384 p. ISBN: 9780195362084.
- LLAURADÓ, N. (2014). *Impacte dels ports a la costa catalana*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental (EHMA). [Tesi doctoral].
- LU, X.; SIEW, R. (2005). «Water discharge and sediment flux changes in the Lower Mekong River». *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss*, 2, 2287-2325p.
- LUTGENS, F; TARBUCK, E.; TASA, D. (2005). *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física*. 8a edició. Londres: Pearson, 736 p. ISBN: 84-205-4400-0. [eBook].
- MANGOR K. (2004). «Shoreline Management Guidelines». *DHI Water and Environment 4th Edition*, 2017. Dinamarca: 462 p. ISBN: 9788790634049. [eBook].
- MARTÍNEZ, J. (any desconegut) «Efectos de las infraestructuras portuarias sobre la dinámica litoral y los tramos litorales». *Sistema de monitorización de la erosión costera y sus efectos en las comunidades marinas de la Red Natura 2000*. Espanya: Institut de Ecologia Litoral. <<http://erosionlitoral.com/>> [última consulta: 08 d'agost de 2019].
- MASSELINK, G.; PATTIARATCHI, C. (1998). «Morphodynamic Impact of Sea Breeze Activity on a Beach with Beach Cusp Morphology». *Journal of Coastal Research*, 14, 2, p. 393-406.

MATA, J. (1986). *Estructura fina del camp de vent superficial i difusió de contaminants en certes situacions de mesoscala*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans, 114 p.

MAURY, M. F. (1857). *The Physical Geography of the Sea*. Londres: Sampson Low, Son & Co. Nova York: Harper & Brother Publishers, 361 p.

MILLIMAN, J.D. (1997). «Blessed dams or Damned dams?» *Nature*, vol. 386: 325-327 p.

Ministeri de Medi Ambient (any desconegut). *Directrices sobre actuacions en playas*. Espanya: Gobierno de Espanya, 41 p. [URL: [https://www.miteco.gob.es/es/costas/publicaciones/directrices\\_sobre\\_playas\\_tcm30-161257.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/costas/publicaciones/directrices_sobre_playas_tcm30-161257.pdf)].

MIRALLES, E. (1997). *Transformació de la costa de la regió metropolitana de Barcelona: el cas dels Passeigs Marítims*. Volume I. University Degree Project of Environmental Studies. UAB.

MORI, N.; SHIMURA, T.; YASUDA, T. [et al.] (2013). «Multi-model climate projections of ocean surface variables under different climate scenarios—future change of waves, sea level and wind». *Ocean Engineering*, 71, p. 122-129.

NOLASCO, N [et al.] (2007). *Inventari Patrimoni Cultural de Sitges. Memòria tècnica*. Barcelona: Oficina de Patrimoni Cultural, Diputació de Barcelona, 240 p. [URL: <http://patrimoni-cultural.diba.cat/uploads/08270/memoria.pdf>].

NORDSTROM, K; PSUTY, N; CARTER, B. [et al.] (1990). «The study of coastal dunes». *Coastal dunes: form and process*. Chichester: Wiley, p. 1–14.

NUNES, J. (2013). *Sistema d'informació geogràfica [en línia]*. Barcelona: Institut Cartogràfic de Catalunya. <https://www.icgc.cat/Ciutada/Informa-t/Diccionaris/Sistema-d-informacio-geografica> [última consulta: 2 de gener de 2020.]

PASQUAL I LLUVIÀ, R.; LLORET, T. (2019). *Sitges [en línia]*. Catalunya: Enciclopèdia Catalana, Gran Enciclopèdia Catalana. <https://www.enciclopedia.cat/ec-gec-0062999.xml> [última consulta: 5 de gener de 2020].

PIQUÉ, C. (2010). *Per què desapareixen les platges de Sitges?* Sitges: Escola Pia Sitges, 65 p. [Treball de Recerca].

PLANES, R. (2004). *Llibre de Sitges*. Segona edició. Sitges: GES, 285 p. (29.)

- PRIESTLY (1984). *Playa de Oro: la evolución de su industria turística hasta 1976*, Documents d'Anàlisi Geogràfica, 5, p. 47-73.
- PUERTOS DEL ESTADO (2015). *Conjunto de datos SIMAR*. Espanya: Ministro de Fomento, Puertos del Estado. <[http://calipso.puertos.es/BD/informes/INT\\_8.pdf](http://calipso.puertos.es/BD/informes/INT_8.pdf)> [última consulta: 1 de gener de 2020].
- READING, H.G.; COLLINSON, J.D. (1996). «Clastic Coasts», *Sedimentary Environments: Process, Facies and Stratigraphy*. Blackwells, Cornwall, Reading: H.G. Ed.,154-231.
- ROIG i RAVENTÓS, E. (1994). *Sitges dels nostres avis*. Segona edició. Sitges: GES, 224 p. Estudis Sitgetans; 22.
- ROS, J. (2001). *Vora el mar broix. Problemàtica ambiental del litoral mediterrani*. Barcelona: Editorial Empúries, 184 p. ISBN: 978-8475967714.
- ROS, J. (2004). «Una ullada encuriosida i crítica a un patrimoni natural encara poc conegut: el litoral». *Planificació i gestió integral del litoral. Eines, estratègies i bones pràctiques*. Barcelona: Diputació de Barcelona, 2, 4, p. 53-64. ISBN: 84-7794-882-8.
- ROSENBERG, D.M.; MCCULLY, P.; C.M. PRINGLE. (2000) «Global-Scale Environmental Effects of Hydrological Alterations: Introduction». *BioScience*, 50, 9, p. 746-750. [URL: <http://www.internationalrivers.org/node/490>].
- ROSS, D. (1978). *Opportunities and Uses of the Ocean*. Nova York: Springer, 320 p. ISBN: 978-1-4612-6036-3.
- Sánchez-Arcilla, A. [et al.] (2016). «Managing coastal environments under climate change: Pathways to adaptation», *Sci Total Environ*, 17 p.
- SCHWARTZ, M. L.; FISHER, J. J. (1980). *Proceedings of the Per Bruun Symposium*. Rhode Island: Western Washington University, Hydraulic Engineering Reports, 90 p.
- SEAWEB (2003). «Damns: Their Impacts on Coastal Environments». *Ocean Issue Briefs*. [URL: <http://www.seaweb.org/resources/briefings/dams.php>, consultada a 08 d'agost de 2019].

SELBY, M. (1985) *Earth's changing surface: an introduction to geomorphology*. New York: M.J. Selby Clarendon Press. Oxford: Oxford University Press Oxford (Oxfordshire). 480 p. ISBN: 978-0198232513

SHA, W.; KAWAMURA, T.; UEDA, H. (1993). «A numerical study of nocturnal sea breezes: Pre-frontal gravity waves in the compensating flow and inland penetration of the sea-breeze cutoff vortex». *J. Atmos. Sci.*, 50, 1076–1087.

SIERRA i FARRERAS, ROLAND [et al.] (2005). *L'abans. Recull gràfic de Sitges (1870-1965)*. Barcelona: editorial Efadós, 678 p. ISBN: 84-95550-42-3.

SIERRA, J. P.; CASANOVAS, I.; MÖSSO, C. [et al.] (2015). «Vulnerability of Catalan ports to overtopping produced by sea level rise». *Regional Environmental Change*, 16, 5.

SIERRA, J. P.; CASAS-PRAT, M. (2014). «Analysis of potential impacts on coastal areas due to changes in wave conditions». *Climatic Change*, 124, p. 861-876.

SIERRA, J. P.; CASAS-PRAT, M.; VIRGILI, M. [et al.] (2015). «Impacts on wave-driven harbour agitation due to climate change in Catalan ports». *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 15, p. 1695-1709.

SILVA DIAS, M. A. F.; MACHADO, A. J. (1997). «The role of local circulations in summertime convective development and nocturnal fog in Sao Paulo, Brazil». *Boundary Layer Meteorol.*, 82, p. 135–157.

SIMPSON, J. *Sea Breeze and Local Wind*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 248 p. ISBN: 0-521-45211-2.

SLANGEN, A. B. A.; CARSON, M.; KATSMAN, C. A. [et al.] (2014). «Projecting twenty-first century regional sea-level changes». *Climatic Change*, 124, 1-2, p. 317-332.

SOLER C., J. (1995) *Geografia i guia de la vila de Sitges i son terme municipal*. Segona edició. Sitges: GES, 71 p. Estudis Sitgetans; 5.

SOULSBY, R. (1997). *Dynamics of marine sands. A manual for practical applications*. Londres: Thomas Telford Publications, 246 p. ISBN: 978-0-7277-2584-4.

STIVE, M. J. F.; AARNINKHOF, S.; HAMM, G. J. [et al.] (2002). «Variability of shore and shoreline evolution». *Coastal Engineering*, 47, 2, p. 211-235.

- STRAHLER, A. N. (1982). *Geografía Física*. 1a edició. Barcelona: Ediciones Omega, 648 p.
- SUMMERFIELD, M.A. (1991) *Global geomorphology: an introduction to the study of landforms*. Essex: Longman Scientific & Technical. ISBN: 9780582301566.
- TERMCAT (Centre de Terminologia, 2011). *Diccionari de geografia física [en línia]*. Barcelona: TERMCAT, Centre de Terminologia. <<https://www.termcat.cat/es/cercaterm>> [última consulta: 15 d'agost de 2019].
- UBACH DE FUENTES, P. A. (any desconegut). Ajuntament de Sitges. [Informe sobre la costa sitgetana realitzat per un tècnic de costes, document no publicat]
- USARMY CORPS OF ENGINEERS. (2006). *Coastal engineering manual*. Washington DC: USACE, I-VI.
- VALLEJO, I.; SÁNCHEZ, E.; OJEDA, J. (2000). «Transformaciones Territoriales y de la Dinámica Litoral en la Bahía de Algeciras: Aplicaciones de los SIG y la Teledetección». *Tecnologías Geográficas para el Desarrollo Sostenible*. Madrid: Universidad de Alcalá, Departamento de Geografía, 148-163 p.
- VALLIS, G. (2019). *Essentials of Atmospheric and Oceanic Dynamics*. Londres: Cambridge University Press, 366 p. ISBN: 978-1107692794.
- WOODROFFE, C. (2002). *Coasts: Form, Process and Evolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 456 p. ISBN: 9780521011839.