



Efectes dels temporals extrems als herbeis de *Posidonia oceanica* i a la consciència mediambiental col·lectiva

Candela Marco-Méndez ¹ , Jordi F. Pagès ^{1,2} , Xavier Seglar ³ i Gregori Muñoz-Ramos ³

¹ Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB), CSIC, Blanes, Girona, Espanya.

² Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals, Secció d'Ecologia, UB, Barcelona, Espanya.

³ Escola del Mar, Ajuntament de Badalona.

Resum: Els temporals extrems es caracteritzen per vents forts, pluges, inundacions, desbordament de rius i una intensa acció de l'onatge, cosa que els confereix una capacitat destructiva extraordinària. Els seus efectes al litoral normalment s'evidencien a través de desperfectes a les infraestructures, que afecten béns i serveis. Així mateix, encara que menys evidents, també es produeixen danys als ecosistemes costaners i, per tant, als serveis que aquests presten (com ara la protecció de la costa). A la vegada, els temporals poden arribar a afectar el paisatge cultural, i posar en evidència la força del canvi climàtic sobre les relacions entre humans i naturalesa. El present treball, té com a principal objectiu estudiar l'impacte de temporals sobre aquests ecosistemes, i avaluar els elements i mecanismes que determinen la seva regressió i la seva resiliència. Abordarem com el temporal Glòria (2020) ha afectat els herbeis de posidònia de la costa catalana, i especialment un dels herbeis més rellevants del Maresme, l'herbei de Mataró. A través de dades històriques, analitzarem la seva evolució en els darrers 25 anys. Així mateix, s'estudiarà de quina manera les tempestes influeixen (o han influït) sobre la percepció social dels ecosistemes afectats (submergits i emergits) i dels serveis associats. Finalment, aprofitarem la rellevància mediàtica dels temporals i les seves conseqüències per aprofundir i millorar la percepció social i l'actitud de la població respecte a la vegetació costanera.

Summary: EXTREME STORM EFFECTS ON POSIDONIA OCEANICA MEADOWS AND ON COLLECTIVE ENVIRONMENTAL AWARENESS. – Extreme storms are characterized by strong winds, rain, floods, overflowing rivers and intense wave action, which give them an extraordinary destructive capacity. Their effects on the coast are usually evidenced through damage to infrastructure, which affects goods and services. Storms also affect the cultural landscape, highlighting the effects of climate change on the relationship between humans and nature. The main objective of this article is to discuss the impact of storms on ecosystems and to evaluate the elements and mechanisms that determine their regression and resilience. We will discuss how the Glòria storm (2020) affected the Posidonia meadows of the Catalan coast, with a special focus on the meadow of Mataró and its evolution in the last 25 years. We will also consider how storms and their consequences can change or improve social perception and the population's attitude towards coastal vegetation and the associated services.

Introducció

La vegetació litoral mediterrània, que inclou ecosistemes submergits com els herbeis d'angiospermes marines i emergits com els aiguamolls i els sistemes dunars, s'enfronten a una sèrie d'amenaques derivades del desenvolupament costaner, el canvi d'usos del sòl i la contaminació associada a l'abocament dels rius entre d'altres (Airoldi i Beck, 2007). A tot això, s'afegeixen els efectes derivats del canvi climàtic (increment de temporals, augment del nivell del mar, augment

de la temperatura de l'aigua, acidificació, etc.) que afecten la integritat i la resiliència d'aquests ecosistemes. Els grans esdeveniments meteorològics poc freqüents com els temporals són fonamentals per alertar els ecòlegs sobre com poden afectar els ecosistemes costaners (per exemple, els esculls de corall (Hughes *et al.*, 1994). En les dues últimes dècades, el nord-oest de la Mediterrània ja s'ha enfrontat a dos temporals de baix període de retorn i alta intensitat (de l'ordre de 100 anys o més), el temporal de Sant Esteve, 2008, i el temporal Glòria, 2020. Aquests tempo-

als porten associats forts vents, pluges, inundacions, desbordament de rius i una intensa acció de les ones (Miglietta *et al.*, 2011, 2013). Tot plegat causa danys evidents a les infraestructures costaneres (Mateo i Garcia-Rubies, 2012; Canals i Miranda, 2020) que resulta en grans pèrdues econòmiques (Gómez Cantero, 2016). Aquestes pèrdues però, estan en part associades a la presència d'ecosistemes costaners que, com una barrera, poden parcialment protegir la costa, però també patir-ne les conseqüències. Els ecosistemes costaners tenen un paper fonamental en la protecció costanera esmorteint l'onatge. Si aquests ecosistemes es degraden o es perden, els seus serveis ecosistèmics es veuran afectats i en conseqüència les societats costaneres seran més vulnerables, no només a l'impacte dels temporals, sinó a altres efectes derivats del canvi climàtic.

Els temporals poden afectar els ecosistemes costaners a través d'almenys quatre mecanismes principals, tots relacionats amb la seva intensitat i durada: moviment de sediments (enterrament i descalçament), intrusió d'aigua (aigua dolça o salada), reducció de la transparència de l'aigua (només rellevant per a sistemes submergits) i erosió directa. Per exemple, els d'herbeis de posidònia (*Posidonia oceanica*) poden patir mortalitats directes després d'un temporal a través de dos mecanismes principals: l'enterrament i el descalçament. L'enterrament té uns llindars clars que són específics de cada espècie, amb espècies com posidònia que es troben en el rang superior de tolerància i que poden suportar gairebé deu centímetres d'arribada sobtada de sediment abans que la majoria dels feixos morin (Gera *et al.*, 2014). D'altra banda, els temporals també poden provocar pèrdua de sediments (erosió), i més vulnerabilitat als temporals posteriors, encara que siguin menys intensos (Alcoverro *et al.*, 2020). Els millors predictors de l'impacte que tindrà un temporal són, per una banda, la durada i la trajectòria del temporal, i localment, la fondària (per als ecosistemes submergits), la distància de la costa, la mida del gra i l'exposició. A més, també serà crític l'estat ecològic de l'ecosistema afectat i dels seus mecanismes de resiliència.

Aquest escenari es veu agreujat per la manca de consciència pública de la importància dels ecosistemes costaners, tot i que aquests sistemes són crítics per al benestar de la societat. Com a exemple, els herbeis de posidònia proporcionen serveis importants, ja que són importants embornals de carboni (p. ex. Duarte *et al.*, 2005; Mateo *et al.*, 1997), estableixen els sediments, protegeixen el litoral de l'erosió i donen suport a la biodiversitat (Barbier *et al.*, 2011). A mesura que la integritat ecològica dels ecosistemes costaners s'erosiona, els seus serveis ecosistèmics també es veuen greument afectats, sovint sense que les comunitats humanes s'adonin del cost real d'aquestes pèrdues en l'àmbit social i global. Les

raons d'això podrien estar relacionades amb la seva «visibilitat» ja que alguns d'aquests ecosistemes estan submergits, la qual cosa fa que siguin fàcils d'ignorar (fora de la vista, fora de la ment). A més, aquests sistemes, especialment quan estan dominats per plantes, també poden tenir un problema afegit d'imatge pública, on no reben la mateixa atenció com altres paisatges més mediàtics com els d'alta muntanya, els boscos tropicals o els esculls de corall (és a dir, els anomenats «paisatges oblidats», McKinley *et al.*, 2020). Com a resultat, el discurs públic no inclou les amenaces a què s'enfronten i això dificulta la seva conservació. Els temporals sovint fan visibles els ecosistemes costaners a la mirada pública. La destrucció que provoquen fa que grans quantitats de plantes desarrelades arribin a la costa. Aquesta mirada pública es va fer evident després dels temporals de Sant Esteve i el Glòria quan la preocupació de la societat pels sistemes normalment ignorats va assolir el seu màxim (per exemple, pel que fa al ressò a les xarxes socials com *Twitter* o a la portada dels mitjans, etc.).

En aquest estudi utilitzarem el temporal Glòria per estudiar els efectes directes dels temporals de gran intensitat en els herbeis de posidònia de la costa catalana. Després presentarem com a cas d'estudi, la praderia de Mataró a través dels resultats obtinguts pel projecte Alguer de Mataró que abasten 25 anys de dades temporals. També abordarem com després del temporal les platges i les xarxes socials van actuar com a escenaris de visibilització i mobilització ciutadana. I per últim, explicarem com la del temporal ha mediatitzat la consciència pública, les percepcions i les actituds respecte als ecosistemes costaners i els serveis que ofereixen.

Material i mètodes

El temporal Glòria

El temporal Glòria va causar gran danys a infraestructures, ecosistemes i fins i tot vides humanes i va batre diversos rècords històrics que inclouen la màxima alçada significativa d'onades o la màxima precipitació acumulada en 24 hores entre altres (Sotillo *et al.*, 2021; de Alfonso *et al.*, 2021). L'onatge ciclònic es va anar desenvolupant al llarg de la costa oriental de la península Ibèrica. Això va anar acompanyat d'onades de vent que va provocar ones de fins a 8 metres d'alçada. Quan comparem el Glòria amb registres històrics anteriors es revela que el temporal Glòria és un dels esdeveniments més intensos de la regió durant les últimes dècades. El temporal Glòria va estar marcada per forts vents de l'est i un estat d'onatge extrem a la Mediterrània occidental (superant rècords històrics d'alçada d'onatge significativa per a algunes de les boies amarrades a la regió des de la dècada de 1990) (Sotillo *et al.*, 2021; de Alfonso *et al.*, 2021). Pel que fa a la di-

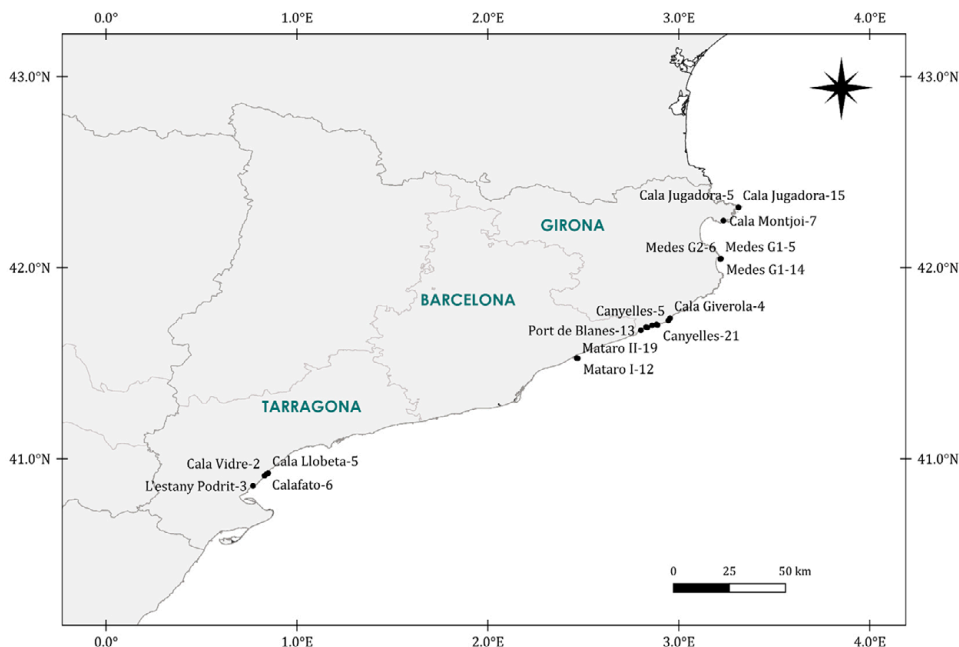


Figura1. Mapa de las localitats.

recció del vent, es va iniciar amb vents dominats pel nord-est i posteriorment ja a les costes catalanes i durant el pic del temporal es va convertir en un temporal de llevant (del 19 al 22 de gener). L'acoblament prolongat dels forts vents de llevant va generar onades de vent que van afectar les regions costaneres de tota la conca.

Mostreig en herbeis i anàlisis de dades

Els efectes directes del temporal Glòria sobre els herbeis de posidònia es van avaluar durant els dos primers mesos després del temporal, ja que en aquest període encara eren visibles els moviments i impactes recents dels sediments (enterrament de plantes o pèrdua de sediment en herbeis) o els signes de desarrelament de plantes. Per determinar l'extensió de l'impacte del temporal Glòria als herbeis de posidònia a la costa catalana, vam estudiar 23 estacions al llarg del litoral incoent diferents fondàries (fig. 1). Per estimar l'impacte vam utilitzar tres transectes visuals de 25 m a cada herbei mostrejat. Com que a priori no podíem saber com es distribuïa l'efecte del temporal en els herbeis, els nostres transectes es van distribuir aleatòriament dins de profunditats homogènies (vegeu també Gera *et al.*, 2014 per a un protocol específic). En cada immersió, un bussejador desplejava el transecte i el segon bussejador anotava en una pissarra els canvis observats al llarg del transecte (mètode d'intercepció). Les categories inclouen: (1) posidònia sense alteracions: zones de l'herbei sense signes d'enterrament o pèrdua de sediment substancial causat pel temporal Glòria; (2) posidònia enterrada amb sediment (3) posidònia descalçada amb

signes evidents de pèrdua de sediment després del temporal; (4) mata morta: zones on queden restes de rizoma de posidònia mort de fa temps (5) mata morta recent o posidònia arrencada: zones on queden restes de rizoma o feixos de fa molt poc temps i que es distingeix perquè hi queden restes d'arrels molt negres o feixos, acabats d'arrencar; (6) sorra; (7) roca i (8) mixta o altres. A més en algunes transicions on s'ha detectat impacte es van mesurar de forma aleatòria el nivell de cm d'enterrament i desenterrament. Per determinar els valors d'enterrament i descalçament de posidònia es va utilitzar un regle on es mesurava la distància entre el nivell del sediment i la lígula de la planta, que és una marca semicircular que hi ha a prop de la base de la fulla. Aquesta distància serà positiva per als valors d'enterrament (p. ex., si la superfície del sediment estava a 3 cm enterrant la lígula, nivell de sediment = +3 cm), mentre que serà negatiu per als valors no enterrats (p. ex., si la superfície del sediment era de 10 cm per sota de la lígula, nivell de sediment = -10 cm).

L'efecte del temporal sobre els herbeis es va avaluar mesurant dos variables (1) el percentatge d'herbei enterrat, descalçat i arrencat («mata morta recent») obtingut a cada transecte i (2) nivell de posidònia enterrada i descalçada (cm) obtinguda a partir de les mesures obtingudes a les zones del transecte on s'ha detectat impacte (en cm, vegeu l'apartat anterior).

Per intentar explicar com l'impacte en l'herbei de posidònia de cada localitat (% d'herbei afectat i cm) de l'enterrament, descalçament i arrencat es podia explicar a partir d'una sèrie de paràmetres relacionats amb el temporal i les condicions locals de l'herbei (fondària, cobertura de la pradera)

Taula 1. Anàlisi del model lineal general (GLM) per a les diferents variables de resposta investigades i els efectes provats. La distribució i transformació del model s'indiquen per a cada variable. S'indiquen el model GLM final després d'ajustos i estadístiques de l'AIC; χ^2 : Chi quadrada del models, Df, graus de llibertat; Valor P, nivell de significació observat.

Variable	Factors	Model GLM	Transformació	Model final	χ^2	Df	Valor P
Descalçament	Localitat	Gaussià	Log (x+1)	Localitat	36	14	<0,001***
				Localitat	57,235	14	<0,001***
Enterrament	Profunditat (m) Sorra (%)		arrel quadrada d'x	Sorra (%)	5,853	1	0,0155*

es van utilitzar models lineals generalitzats (GLM) amb una distribució gaussiana (taula 1). Totes les variables es van introduir al model com a variables contínues fixes. Els millors models es van seleccionar a partir del criteri d'informació d'Akaike (AIC) (Zuur *et al.*, 2009). Els models finals s'inclouen a la taula 1. Es va comprovar la normalitat de les dades mitjançant la inspecció visual de parcel·les de residus i valors ajustats. Totes les dades es van analitzar amb els paquets MASS (Venables i Ripley, 2002) i estadístiques al programari estadístic R (R Core Team, 2021).

L'herbei de Mataró: evolució dels últims 25 anys i efectes del Glòria

El projecte Alguer de Mataró és un estudi de seguiment anual de l'estat de conservació de l'herbei de posidònia que hi ha davant de Mataró. A més de ser un programa de seguiment científic, incorpora un vessant de participació social que és bàsic per al bon desenvolupament del treball i que alhora comporta un fenomen de sensibilització i educació ambiental de les persones que hi participen. Aquest projecte consta actualment de quatre estacions, l'estació 1 situada a 12 m de profunditat, la 2 a 19 m de profunditat, la 3 a 16-17 metres i la 4 a 5 metres. En cada estació hi ha una sèrie de barres (o punt de mostreig) de dos metres d'alçada clavades en el sediment just al límit de l'herbei de manera que sobresurt un metre aproximadament, i separades uns deu metres entre elles. Els descriptors que s'estudien al llarg del temps per saber l'estat i l'evolució en què es troba l'alguer són aquests: (1) alçada de la barra: es mesura amb una cinta mètrica l'alçada de barra que queda per sobre del sediment, de manera que podem monitoritzar el guany o pèrdua de sorra a la praderia; (2) distància de la barra al límit de la praderia, ja que la barra es clava per primera vegada tocant el límit de la praderia (amb el temps aquest límit pot anar retrocedint o avançant, i és per això que es mesura la distància des de la barra fins al límit actual amb una cinta mètrica); (3) densitat dins de l'herbei: la quantitat de feixos/m², un paràmetre que ens permet conèixer la salut de la planta, es mesuren el nombre de feixos en un quadrat de 40×40 cm i posteriorment es fa el càlcul per 1 m². El quadrat es troba subdividit en quatre quadrats de 20×20 per facilitar-ne el comptatge. Es fan tres mesures per cada barra. La primera tocant a la barra (on queda més a prop

l'herbei) i les dos següents a uns 5 metres aproximats de distància cap a dins de la praderia; (4) cobertura: És el percentatge de substrat ocupat per planta viva, respecte a l'ocupat per sorra i planta morta. A més cobertura, més saludable i viable serà la praderia. Es fa un transecte de 10 metres des de la barra cap endins de l'herbassar prenent mesures a cada metre. S'usa el mateix quadrat que per la densitat, però en aquest cas es calcula el percentatge de praderia coberta, agafant com a valors de referència per simplificar les tasques els de 0%, 10%, 25%, 50%, 75% i 100%; (5) enterrament: és la distància vertical entre la sorra i la lígula. Coincidint amb els punts on es mesura la densitat, es fan també quatre mesures d'enterrament per cada quadrat. En aquest estudi presentarem únicament l'evolució temporal de l'estació 1, on s'aprecia un evident impacte dels diferents temporals.

Xarxes socials: Twitter

Per tal de poder fer una avaluació de la reacció de la població al temporal i els seus efectes sobre els ecosistemes de plantes litorals, vam analitzar les converses generades a la xarxa social Twitter els dies que va durar el temporal Glòria i posteriors. Concretament, veient que les afectacions del temporal havien estat molt severes als ecosistemes de plantes d'ecosistemes marins emergits (delta de l'Ebre) i d'ecosistemes submergits (herbeis de posidònia), vam realitzar dos tipus de cerques a Twitter. La primera cerca incloïa les paraules clau "(posidònia OR poseidònia OR #posidònia OR cymodocea OR cymo OR seagrass) AND (Gloria OR #Gloria OR temporal OR storm OR llevantada)". Amb aquesta cerca, preteniem trobar qualsevol piulada que parlés de plantes marines i del temporal Glòria. La segona cerca incloïa les paraules clau "(temporal OR storm OR llevantada OR borrasca OR tempesta) AND delta AND ebre AND gloria". Aquesta segona cerca pretenia detectar missatges que parlessin dels efectes del temporal al delta de l'Ebre i va ser molt més fructífera quant al nombre de piulades que vam recollir; per això la vam fer més restrictiva (amb més ANDs).

Les cerques les vam fer a través del paquet *rtweet* del programari estadístic R (Kearney, 2019; R Core Team, 2021). Aquest paquet, permet fer cerques utilitzant una interfície de programació d'aplicacions (API) de Twitter. Les cerques les vam

fer durant i en els 30 dies després del temporal, tot aprofitant que la cerca a la base de dades de Twitter durant els últims 30 dies és gratuïta (amb algunes restriccions). D'aquesta manera vam poder obtenir piulades fetes entre el 12 de gener i el 6 de febrer per a la cerca de plantes marines, i entre el 21-29 de gener pel delta de l'Ebre. El motiu de la finestra de dates més estreta per a la cerca del delta de l'Ebre és la gran quantitat de piulades que van recollir aquestes paraules clau, cosa que va fer que arribéssim al límit de piulades incloses a la versió gratuïta de l'API de Twitter.

Un cop obtinguda tota aquesta informació, vam analitzar les piulades de forma quantitativa i qualitativa. Primerament, vam analitzar el nombre de piulades i repiulades al llarg dels dies, agrupant-les en franges de 6 hores i mostrant la seva evolució al llarg del temps. Així mateix, per a cada piulada vam calcular-ne la seva dominància, per fer-nos una idea del pes que va tenir cada missatge en el global de la conversa a la xarxa social, durant els dies estudiats. Aquest índex de dominància el vam obtenir dividint el nombre de comparticions (re-tweet) de cada piulada, pel total de missatges obtinguts per a cada cerca. Per exemple, del total de 4.500 piulades que vam obtenir per a la cerca del delta de l'Ebre, una d'aquestes va ser repiulada 2.465 vegades. Per tant, aquest missatge va dominar un 55% de la conversa sobre el temporal Glòria al delta de l'Ebre durant el període estudiat.

L'anàlisi qualitativa la vam fer utilitzant el paquet *tidytext* (Silge i Robinson, 2016) per obtenir totes les paraules de cada piulada per separat, i així poder construir núvols de paraules segons la freqüència de cada mot. Per crear els núvols, vam eliminar les paraules claus que havíem utilitzat per a la cerca (p. ex. posidònia, Cymodocea, Glòria, Ebre...), altrament aquestes paraules eren sempre les més freqüents. Per a cada cerca (plantes marines i delta de l'Ebre) vam crear un núvol de paraules

les per al text de les piulades i un altre per al text de piulades i repiulades juntes (en aquest segon cas, les paraules dels missatges més transmesos, aquells més compartits, tindran més pes).

Resultats i discussió

Impacte del Glòria a les praderies de la costa catalana

La magnitud de l'impacte que el temporal Glòria va produir a la part emergida de la costa es va evidenciar principalment en forma de danys a les infraestructures i en l'erosió de les platges (Berdalet *et al.*, 2020). De la mateixa manera, la influència del temporal Glòria als ecosistemes costaners submergits, com els herbeis de plantes marines, també va estar dominada per processos erosius. Els principals mecanismes pels quals els temporals influeixen als ecosistemes de plantes marines estan relacionats amb el desplaçament de sediments, tal com s'ha evidenciat en estudis anteriors (Marbà *et al.*, 1994a; Cunha *et al.*, 2005). Com a resultat, la integritat i el funcionament òptim dels herbeis de plantes marines es poden veure greument afectats per l'augment de la terbolesa/reducció de la disponibilitat de llum, així com per l'enterrament, el descalçament o l'arrencament de feixos (Frederiksen *et al.*, 2004). A la figura 2 es mostra com l'impacte del temporal a la costa catalana va ser desigual en termes d'enterrament o descalçament. En contrast amb el temporal de Sant Esteve (2008), que principalment va produir impacte per enterrament de plantes (especialment a les praderies més superficials (Gera *et al.*, 2013), el Glòria es va caracteritzar per ser un temporal fonamentalment erosiu, que va afectar les praderies en tot el seu rang de profunditat. De fet, en la meitat de les localitats estudiades, els prats de posidònia tenien més d'un 40% de la seva co-

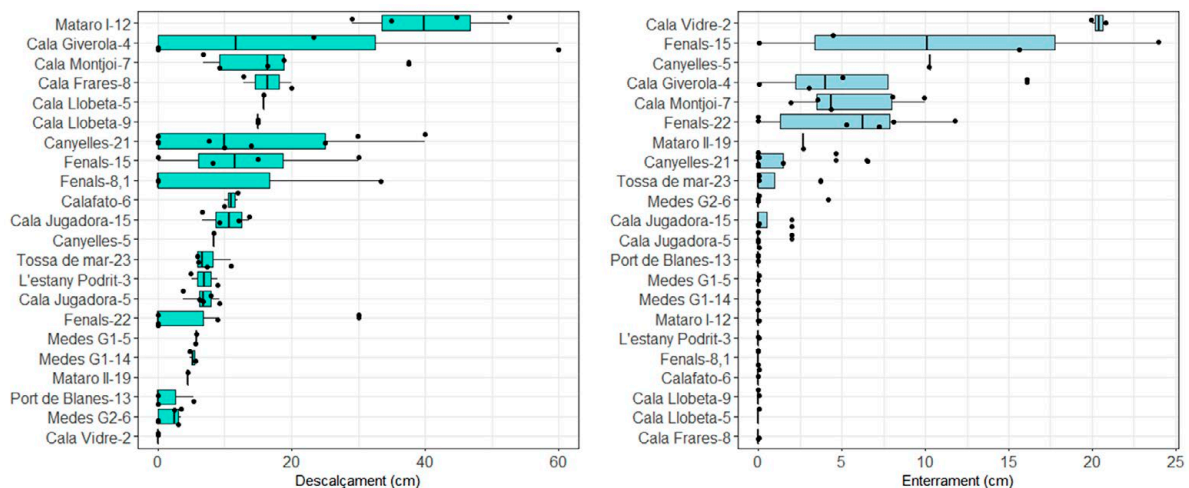


Figura 2. Impacte per descalçament (esquerra) i enterrament (dreta) al llarg de la costa catalana. El número indica la fondària de la praderia.

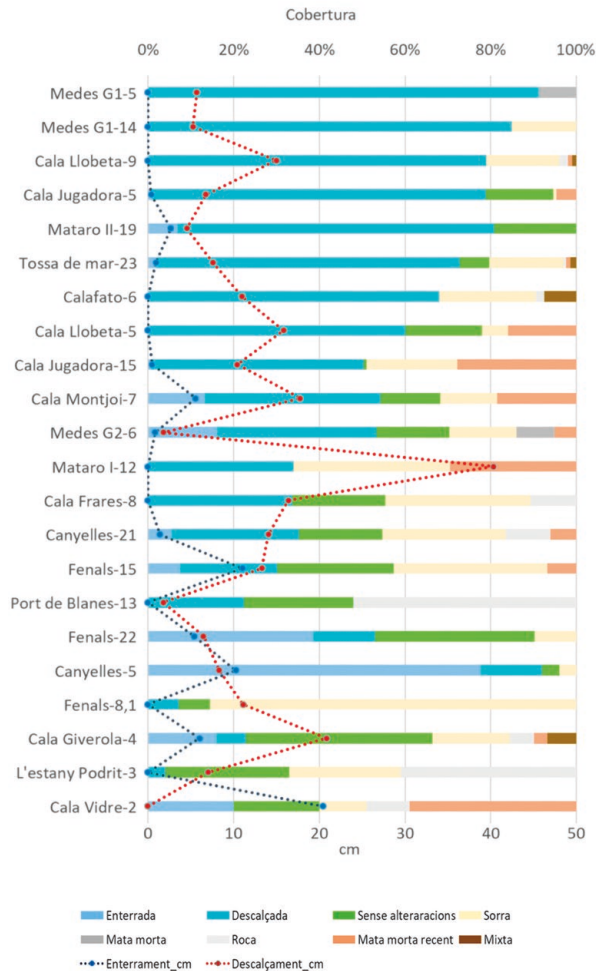


Figura 3. Cobertures obtingudes dels transectes realitzats als diferents herbeis.

bertura descalçada, cosa que va deixar les seves arrels i rizomes molt exposats.

Els herbeis més afectats pel descalçament van ser Mataró 1 (a 12 m), Cala Giverola (a 4 m), Cala Canyelles (a 21 m) i Fenals (tant a 8 m com a 15 m). D'altra banda, els prats de posidònia de Cala vidre (a 2 m), Fenals (a 15 i 22 m), Giverola (a 4 m) i Montjoi (a 7 m) van ser els més afectats per enterrament (figs. 2 i 3). Les estimacions preliminars dels efectes del descalçament a curt termini, utilitzant dades recollides immediatament després del temporal, suggereixen que a nivells de descalçament superiors als 10 cm, alguns prats de posidònia van començar a mostrar senyals de mortalitat (fig. 4B, D, E, G, H); i que per sobre de 20 cm de descalçament, els prats estudiats presentaven una mortalitat del 100% (Marco-Méndez *et al.*, en preparació). A la figura 3, veiem que moltes de les praderies mostrejades tenien percentatges de cobertura descalçada alts, tot i que sovint el nivell de descalçament és baix (ex. Medes G1 a 5 i 14 m). Tot i això, en alguns casos els nivells de descalçament van ser superiors a

10 cm, cosa que pot comprometre seriosament la supervivència dels feixos i integritat de la praderia. El cas més preocupant, és el de la praderia de Mataró 1 (a 12 m), que mostra una alta cobertura descalçada, i a més amb nivells de descalçament molt alts (40 cm) i fins i tot amb arrencament de porcions senceres de l'herbei («mata morta recent») (fig. 4C, H, I). Les praderies de Jugadora i Cala Vidre també presentaven indicis evidents de plantes arrencades, amb uns valors de cobertura de mata morta recent de fins el 20% (fig. 4A, G, H). La coberta de «nova mata morta» coincideix amb l'observació de grans quantitats de brots despresos a la deriva al fons del mar o acumulats com a les platges els dies posteriors al temporal Glòria (fig. 4J-M). En un mostreig organitzat pel programa de voluntariat de l'alguer de Mataró, en platges del Maresme i el Barcelonès es van detectar una gran quantitat de plantes de posidònia arrencades («mates»; Seglar *et al.*, 2020). El total de superfície mostrejada va ser de 2.940 m² on es van trobar 2029 mates fent un total de 23 mates/m². Això suggereix que la intensitat del temporal Glòria i la seva capacitat erosiva van afectar greument l'estructura i la continuïtat d'aquestes praderies.

Les praderies amb més extensió enterrada van ser Fenals-22 i Canyelles-5 (el número indica la fondària de la praderia) (fig. 4A, F). En aquestes estacions els valors d'enterrament van ser superiors a 7 cm, superant el llindar de tolerància de la planta, cosa que podria resultar en mortalitat (Gera *et al.*, 2014). Se sap que la posidònia tolera l'enterrament per sediment fins a un llindar pronunciat d'uns 4-5 cm; mentre que més enllà dels 8-9 cm, la mortalitat dels feixos augmenta fins al ~100% (Manzanera *et al.*, 1998; Gera *et al.*, 2014). Alguns estudis indiquen que la mortalitat esdevé perquè l'enterrament redueix la biomassa fotosintètica disponible i, finalment, el meristema basal mor (Boudouresque *et al.*, 1984; Marbá i Duarte, 1994, 1995; Duarte *et al.*, 1997; Manzanera *et al.*, 1998; Mills i Fonseca, 2003; Cruz-Palacios i van Tussenbroek, 2005; Cabaço i Santos, 2007). Algunes de les prades estudiades en aquest estudi van presentar abundants zones amb nivells d'enterrament superior als 7 cm, cosa que es degué traduir en una mortalitat de feixos generalitzada. Cala Vidre va ser l'estació amb uns valors d'enterrament més elevats (20 cm), cosa que suggeriria que aquesta praderia va tenir una elevada mortalitat, coherent amb el baix percentatge de cobertura sense alterar (fig. 3).

Segons els resultats de les anàlisis estadístiques (taula 1), els factors que expliquen tant l'enterrament com el descalçament van ser la localitat i, només per l'enterrament, també el percentatge de sorra en els transectes (una mesura de la continuïtat de les praderies). Així doncs, no sembla que la profunditat fos un factor important per determinar el descalçament o enterrament de les praderies. En canvi, aquests resultats suggereixen

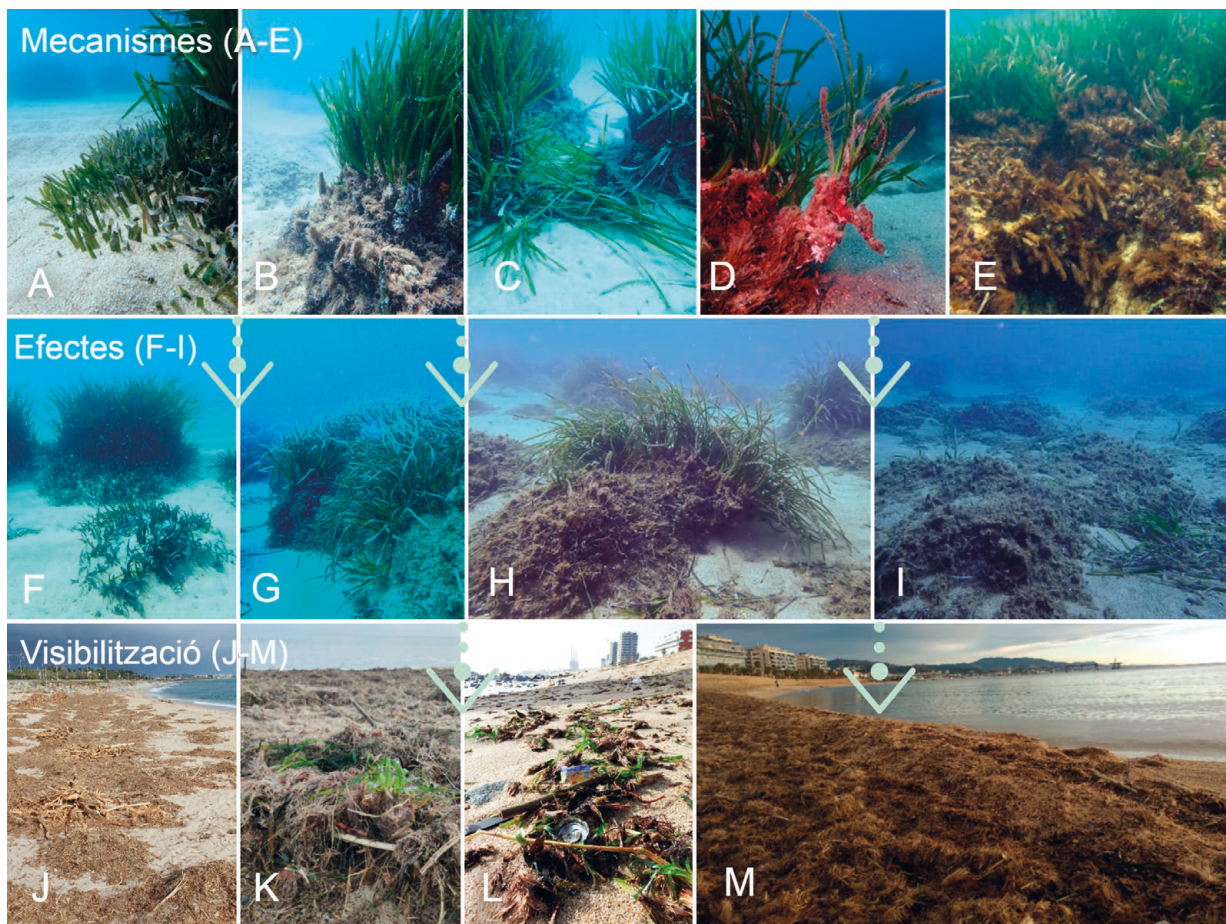


Figura 4. Mecanismes d'impacte (A-E): A, enterrament a Fenals-8 (el número indica la fondària de la praderia); B, descalçament a Fenals-8; C, arrencament a Fenals-15; D, descalçament a Mataró 1; E, descalçament i mata morta recent a Giverola-5. Efectes a les praderies (F-I): F, enterrament a Fenals-8; G, descalçament i arrencament a Fenals-15; H-I, descalçament i mata morta recent a Mataró 1. Visibilització de l'impacte a les platges (J-M): restes de fulles i rizomes arrencats a les platges de Mataró (J-K) i de Badalona (L, M). Fotografies realitzades per T. Alcoverro (A, B, F), C. Marco-Méndez (C, E, G), G. Muñoz-Ramos (D, H, I, L, M) i J. Boada (J, K).

que les característiques intrínseques de les localitats (sedimentologia, geomorfologia, orientació o exposició a l'onatge) segurament van dominar els efectes del temporal Glòria a les praderies de posidònia.

Per les praderies de posidònia (una espècie de creixement lent) la seva capacitat de recuperació serà molt lenta (a l'escala de diverses dècades). L'elevada vulnerabilitat de les praderies afectarà la seva capacitat per afrontar futurs esdeveniments climàtics com ara: tempestes freqüents de baixa intensitat, tempestes poc freqüents d'alta intensitat o fins i tot altres canvis ambientals a escala global (per exemple, temperatura de la superfície del mar, augment del nivell del mar i canvis en la salinitat per patrons de pluja alterats (Saunders *et al.*, 2013; Connolly *et al.*, 2018). Tots aquests escenaris potencials poden contribuir a agreujar l'estat d'aquests prats amb un efecte significatiu en la seva extensió en els anys següents. Com gestionem aleshores aquests ecosistemes davant de las futures

tempestes i altres efectes del canvi climàtic? Per augmentar la resistència, primer hem d'acceptar que estem a mercè de la geografia amb les prades exposades més susceptibles que les prades protegides. Quan es tracta de la recuperació, serà fonamental el temps de retorn de les grans tempestes i el paper que les condicions locals poden tenir en les especificacions del lloc, capacitats físiques de recuperació.

La praderia de Mataró: evolució dels últims 25 anys i efectes del Glòria

Els efectes dels temporals sobre la praderia de Mataró es reflecteixen en diversos paràmetres, però el que va patir un canvi més gran a causa del temporal Glòria va ser el retrocés dels marges de la praderia. L'onatge generalment afecta les plantes més exposades i menys protegides de l'herbei, de manera que la zona límit de la praderia, allà on hi ha la transició entre la planta i la sorra, és la més afectada i on més es deixa sentir l'impacte,

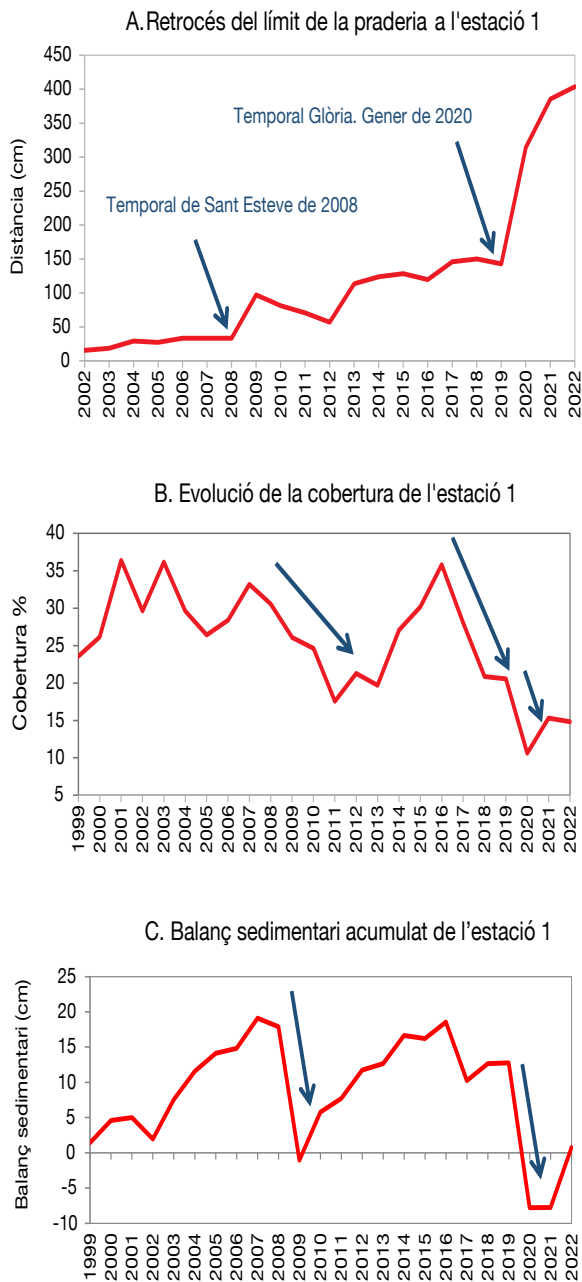


Figura 5. Evolució temporal de l'alguer de Mataró a 12 m (Estació 1).

cosa que provoca un retrocés de l'herbassar en aquesta zona. L'estació de mostreig Mataró 1 (a uns 12 metres de fondària), és la més afectada pels diferents temporals al llarg dels darrers 25 anys.

En la figura 5A es mostra l'evolució dels marges de la praderia a l'estació de mostreig Mataró 1 (a uns 12 metres de fondària) al llarg dels darrers 25 anys. Tot i que la tendència al retrocés dels marges ha estat contínua, els temporals han accelerat considerablement aquest retrocés, especialment el temporal de Sant Esteve de 2008 i el Glòria de 2020. De fet, l'impacte del Glòria en la

velocitat de retrocés dels marges de l'herbei de Mataró 1 amb diferència el més gran que ha patit aquesta praderia, superant per molt els efectes dels temporals de 2008 i 2017. Si fins el 2020 el retrocés acumulat dels marges la praderia era d'aproximadament un metre i mig, amb el Glòria es van perdre gairebé dos metres de cop.

Des del 2005 els valors de densitat en aquesta estació han oscil·lat normalment dins l'interval limitat pels 400 i 450 feixos/m². Les dades obtingudes en 2020 i 2021 mostren que quant a la densitat, l'impacte del temporal Glòria no va ser gaire dur. Tot i això, la cobertura sí reflecteix canvis importants després de l'impacte de temporals (fig. 5B). Després del temporal de Sant Esteve (2008) la cobertura es redueix de 33% (2007) a 17% (2011). La posterior recuperació entre 2011 i 2016 (33%) va ser a costa d'haver perdut una gran superfície de praderia que va acabar desapareixent. El temporal de gener de 2017 va ser un nou cop per a aquesta estació, i, sense temps a recuperar-se, el Glòria torna a impactar-la i deixa la cobertura a poc més del 10%. L'impacte que ha rebut la praderia en aquesta zona és gairebé irrecuperable. Molt possiblement en els propers anys la cobertura mostri una certa millora, però haurem de veure com és capaç de suportar els diferents temporals que es vagin succeint (Seglar *et al.*, 2021).

A la figura 5C s'aprecia clarament com a l'estació 1 el balanç sedimentari és positiu, és a dir, la tendència és a l'entrada i acumulació de sorra, però hi ha episodis que semblen compensar aquest procés. Aquests episodis coincideixen amb els temporals de més magnitud que es produeixen cada cert temps i que s'enduen en qüestió de dies la sorra que s'havia acumulat durant els anys anteriors. Aquests cicles semblen bastant evidents si observem el període 1998-2009. Entre 1998 i 2008 hi ha un guany d'uns 17 cm de sorra, amb només dos anys dels 11 totals, 2002 i 2008, amb pèrdua de sorra. Després del duríssim temporal de Sant Esteve de 2008 es veu clarament com tots aquests 17 cm de sorra es perden d'un sol cop: un volum de sorra realment gran. Posteriorment tornem a tenir un balanç positiu de sediment des de 2009 a 2016 amb una nova entrada total d'uns 17 cm de sorra. Després del temporal de gener de 2017 hi hagué una nova pèrdua d'uns 7 cm per tornar, tant al 2018 com al 2019, a la tònica habitual d'entrada de sediment. La duresa del Glòria va fer que la pèrdua de sorra el 2020 fos encara més gran que la del temporal de 2008, totalitzant una pèrdua de més de 20 cm, i deixant el balanç de tota la sèrie des de 1999 en una pèrdua acumulada de 8 cm. És d'esperar que en els següents anys torni a entrar sorra com sol ser habitual, però de moment en el 2021 el balanç sedimentari ha estat nul, i per tant no hi ha hagut l'entrada de sorra que s'esperava. Si els temporals com el de 2017 o el de 2020 se succeeixen cada cop amb més freqüència, i si, en poc temps, no es recupera la sorra que s'ha perdut, és possible que la tendència general canviï i

que en lloc de tenir un balanç amb guany de sediment passem a perdre'n, fet que faria encara més problemàtica la pervivència d'aquesta zona ja que les plantes estarien cada cop amb les arrels i els rizomes més exposats a l'onatge i en conseqüència vulnerables de ser arrencats.

En 2009, 2017 i 2020 quan, coincidint amb els temporals esmentats, hi ha una pèrdua notable de sorra que es correspon amb un descalçament important de la planta (valors de fins a més de 10 cm). El 2020 aquesta relació fou molt evident. La pèrdua de més de 20 cm de sorra portà a un descalçament de la planta de 8 cm de mitjana i zones amb valors de més de 20 cm. Amb valors com aquests, la viabilitat de les plantes que els presenten és gairebé nul·la. Això complica més la supervivència de la planta, especialment d'aquelles mates més properes al límit de la praderia i més exposades als impactes, ja que, amb aquest descalçament que les deixa desprotegides, qual-sevol petit temporal pot acabar arrencant-les.

L'alguer de Mataró té milers d'anys d'antiguitat i no hi ha cap evidència que la regressió que ha patit en les últimes dues dècades sigui quelcom que vingués de lluny, al contrari, va ser arran del temporal de 2008 que aquesta es va fer visible. És evident també que durant aquests milers d'anys de vida de l'herbei hi deuen haver hagut desenes, sinó centenars, de temporals similars que l'han colpejat sense que l'hagin fet desaparèixer, ja fos perquè l'impacte no era tan greu o perquè tinguéssin la capacitat més que suficient de recuperar-se. Cal doncs reflexionar i analitzar quines han estat les causes que han pogut provocar un canvi en la situació de la praderia que l'ha portat a una situació de debilitat davant d'aquests fenòmens. Possiblement la gestió del litoral, la deriva del sediment, del moviment de sorres o de la proliferació d'infraestructures costaneres, podria haver provocat un canvi en la dinàmica del sediment que hagi portat a una precarietat de les condicions al voltant de la praderia.

Xarxes socials: Twitter

La reacció del públic al temporal Glòria va ser força diferent per a cadascuna de les dues cerques que vam realitzar a Twitter. Així com la reacció quant als efectes del temporal sobre el delta de l'Ebre va ser molt ràpida, amb força piulades, però sobretot repiulades, amb el temporal encara en marxa (fig. 6A), la reacció de la població pel que fa als efectes del Glòria sobre les plantes marines es va fer esperar a que el temporal remetés del tot (fig. 6B). Possiblement el fet que el delta de l'Ebre i els sistemes relacionats (aiguamolls, arrossars, dunes, platges) siguin emergits i no pas submergits, va permetre aquesta reacció més primerenca. De fet, tres de les cinc piulades amb més difusió (amb més repiulades) referents al delta de l'Ebre mostraven les inundacions del delta vistes des del satèl·lit Sentinel 1 del programa Co-

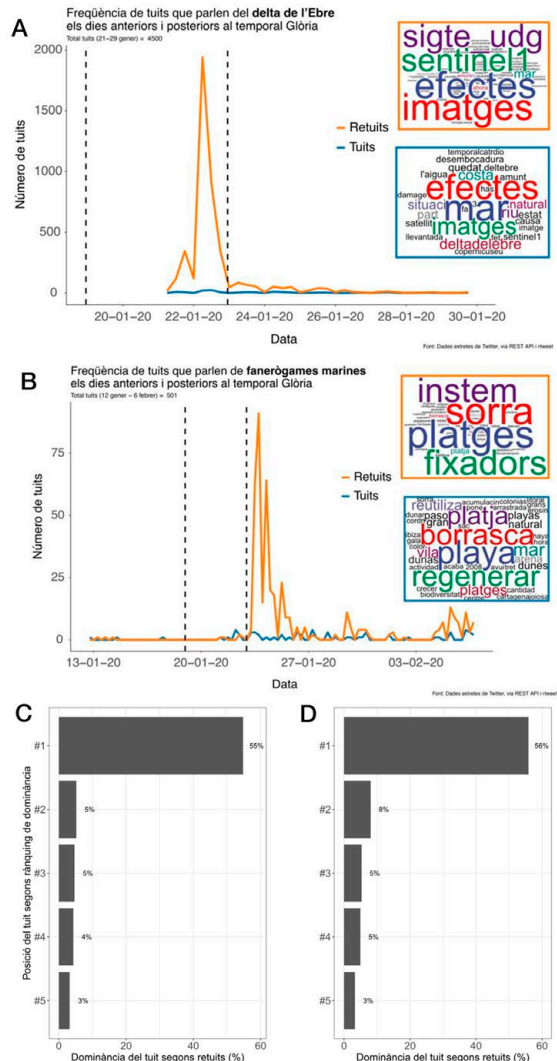


Figura 6. Freqüència de piulades (en blau) i repiulades (en groc) abans i després del temporal (línia de punts). Els requadres indiquen les paraules i missatges més piulats (en blau) i repiulats (en groc) per a cada una de les cerques (A, delta; B, fanerògames).

pernicus. Aquests tres missatges junts van dominar el 63% de la conversa a Twitter durant aquells dies (fig. 6C), per tant, van ser els que van arribar a més gent. Les altres dues piulades (dins el top-5) mostraven imatges aèries captades pels bombers els dies immediatament posteriors al Glòria. Les piulades més transmeses es van fer des de comptes relacionats amb el món de la recerca (en un dels casos d'un investigador en teledetecció), els mitjans de comunicació i els bombers de la Generalitat de Catalunya.

En canvi, el fet que els ecosistemes de plantes marines siguin submarins, fa que les observacions mitjançant teledetecció siguin més difícils d'obtenir, de manera que les reaccions al temporal, en aquest cas, van provenir d'observacions directes de plantes marines acumulades a les

platges. Probablement per aquest motiu, només es van començar a produir missatges relacionats amb plantes marines un cop passada la situació de perill per pluja i estat de la mar, quan la gent es va poder apropar a la costa. Així, quatre de les cinc piulades més transmeses mostraven plantes marines arrencades i dipositades sobre la sorra de les platges. La cinquena mostrava un herbei de posidònia enterrat per una llengua de sorra. El missatge que va dominar més la conversa a Twitter durant aquests dies (56%) (fig. 6D) es va fer des d'un compte d'una associació mediambiental, mentre les altres quatre piulades més transmeses es van fer des de comptes relacionats amb el món de la recerca i des d'una autoritat municipal.

Les paraules més freqüents tant a les piulades com a les repiulades del delta de l'Ebre van ser efectes i imatges. Amb tot, el núvol de paraules dels missatges més difosos fou molt més monotemàtic al voltant de les imatges de satèl·lit que tant es van compartir durant els dies del temporal. De fet, recordem que tres missatges molt semblants amb imatges de satèl·lit van dominar el 63 % de la conversa sobre el Glòria al delta de l'Ebre. En canvi, els textos de les piulades (sense tenir en compte les repiulades) donen idea d'una conversa amb una mica més de profunditat en les causes de les afectacions del Glòria a la zona de delta, i no tracten només dels efectes del temporal. Així, paraules com: mar, costa, natural, riu, desembocadura i aigua; són alguns dels mots més freqüents a les piulades referides al delta.

La comparativa dels textos de piulades i repiulades sobre plantes marines és encara més contrastada. Així, les paraules més freqüents a les repiulades van ser: instem, sorra, platges i fixadors, molt relacionades amb el missatge de la piulada que va dominar clarament la conversa sobre el Glòria i les plantes marines (56% de dominància, fig. 6B, C). Aquest missatge es va fer des del compte d'una associació mediambiental que instava els ajuntaments de la costa a no retirar les restes de *Cymodocea nodosa* de les platges, atesa la seva capacitat de fixació (retenció) de la sorra. En canvi, el contingut dels missatges en general (sense el pes de les repiulades) va ser molt més variat, amb paraules com borrasca, platja, mar, sorra, regenerar, erosió, dunes, biodiversitat, natural i reutilitza. Curiosament, un dels ítems més freqüents a les piulades va ser el número 2008, molt probablement en referència al temporal de Sant Esteve de 2008, que també va tenir uns efectes molt accentuats als ecosistemes litorals de la costa mediterrània de la península Ibèrica.

El fet que la quantitat de piulades relacionades amb el delta de l'Ebre fos molt superior a la de la cerca sobre plantes marines (com a mínim dos ordres de magnitud més grans), podria denotar un nivell de conscienciació vers els sistemes del delta de l'Ebre més gran al de les plantes marines. Això és així, malgrat que no vam posar

cap límit geogràfic a la cerca de plantes marines, mentre que el delta de l'Ebre ocupa una àrea geogràfica restringida respecte del total de l'àrea afectada pel Glòria. De fet, és prou sabut que el nivell de conscienciació de la població general vers els sistemes naturals depèn de la seva proximitat als ecosistemes en qüestió (p. ex. Milfont *et al.*, 2014). En aquest cas, la ironia és ben, interessant: malgrat que per proximitat geogràfica, bona part de la població general té més a prop un herbei de plantes marines que no pas el delta de l'Ebre, el gruix de la població probablement se sent molt més propera i coneix millor els sistemes del delta de l'Ebre que no pas els herbais de posidònia o *Cymodocea*. Probablement aquesta discrepància rau en el fet que mentre els sistemes del delta són majoritàriament emergits, els herbais de plantes marines són submarins. La superfície del mar, tot i que sovint transparent i molt utilitzada per l'esbarjo de la població esdevé una catifa sota la qual s'amaguen ecosistemes sencers que es podrien qualificar d'oblidats (en anglès s'han anomenat paisatges oblidats [*forgotten landscapes*], Mckinley *et al.*, 2020), atès al fet que com que no es veuen, no es coneixen (*out of sight, out of mind*).

En resum, aquesta anàlisi ens ha permès constatar els punts febles i els punts forts de la transmissió de missatges a través de les xarxes socials. D'una banda, hem de ser molt conscients que per a cada cerca, la conversa va estar absolutament esbiaixada per un sol missatge, d'un sol compte, que es va escampar per la xarxa com la pólvora. En fer-se tan dominants, aquestes piulades van esmortir la diversitat dels missatges que es van produir, simplificant la conversa en gran mesura. Això demostra el perill de les xarxes socials, on les informacions volen i sovint els matisos de la complexa realitat queden tapats per una acumulació de missatges amplificats. D'altra banda, però, aquesta anàlisi ens ha permès de copsar la conversa i reaccions al temporal d'una manera que seria molt difícil d'aconseguir amb les «converses de carrer». Així, hem pogut captar com la població es va fer ressò dels impactes del temporal al delta de l'Ebre, i de la sorpresa en descobrir uns ecosistemes de plantes marines, normalment amagats a la societat. En aquest sentit, Twitter va amplificar una conscienciació sobre un ecosistema de difícil accés com són les plantes marines. Per tant, potser la conseqüència més inesperada del temporal Glòria va ser que la catifa marina es va aixecar durant uns dies, i les plantes marines sovint amagades als ulls de la població general van anar a parar sobre la sorra, cosa que va evidenciar l'existència d'aquests «ecosistemes oblidats».

Agraïments

Aquest treball s'emmarca dins dels projectes «Efectes del temporal Glòria a les praderies del Mediterrani Occidental (202030E052)» finançat

pel CSIC i «Tempestes de canvi: com fenòmens meteorològics extrems alteren els ecosistemes costaners mediterranis, els seus serveis i la seva percepció per part de la societat» (PID2020-113745RB-I00). 2021-2023. Programa Estatal de R+D+i Orientada als Reptes de la Societat. Volem donar les gràcies a l'SPAS (Societat de Pesca i Activitats Subaquàtiques de Mataró) i a l'Ajuntament de Mataró, que finança des de fa 25 anys el projecte Alguer de Mataró. El nostre agraïment també va dirigit a totes les persones que han participat en els mostrejos i recollida de dades en el marc dels diferents projectes i especialment als precursors i mentors d'aquest treball: Teresa Alcoverro i Javier Romero. Per últim gràcies a tots els voluntaris que han participat al llarg de tots aquests anys en el projecte Alguer de Mataró i al centre de busseig BLAUMAR per fer-ho possible.

Bibliografia

- Airoldi, L., i Beck, M.W. 2007. Loss, status and trends for coastal marine habitats of Europe. *Oceanography and Marine Biology*, 45: 345-405. <https://doi.org/10.1201/9781420050943.CH7>
- Alcoverro, T., Marco-Méndez, C., Minguito, M., Boada, J., Prado, P., Sanmartí, N., Muñoz-Ramos, G., Pagès, J. F., Garcia, M., Pérez, M., Seglar, X., i Romero, J. 2020. Efectes del temporal Gloria en els ecosistemes de *Posidonia oceanica* al llarg de la costa catalana. A: Canals, M. i Miranda, J. (eds.), *Sobre el temporal Gloria (19-23.01.20), els seus efectes sobre el país i el que se'n deriva: Report de Resposta Ràpida (R3)*. Institut d'Estudis Catalans, pp. 93-101. <https://digital.csic.es/handle/10261/226307>
- Barbier, E.B., Hacker, S.D., Kennedy, C., Koch, E.W., Stier, A.C., i Silliman, B.R. 2011. The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*, 81(2): 169-193.
- Berdalet, E., Marrasé, C. i Pelegrí, J.L. 2020. *Resumen sobre la formación y consecuencias de la borrasca Gloria (19-24 enero 2020)*. Institut de Ciències del Mar, CSIC, 20 de Marzo de 2020, 38 pp. <https://doi.org/10.20350/digitalCSIC/12496>
- Boudouresque, C., Perret-Boudouresque, M., Knoepffler-Peguy, M., Boudouresque, C.F., i Knoepffler-Peguy, M. 1984. Inventaire des algues marines benthiques dans les Pyrénées-Orientales (Méditerranée, France). *Vie et Milieu*, 34(1): 41-59. <https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-03019808>
- Cabaço, S., i Santos, R. 2012. Seagrass reproductive effort as an ecological indicator of disturbance. *Ecological Indicators*, 23: 116-122. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2012.03.022>
- Canals M, i Miranda J. 2020. *Sobre el temporal Gloria (19-23.01.20), els seus efectes sobre el país i el que se'n deriva. Report de Resposta Ràpida (R3)*. Institut d'Estudis Catalans. Secció de Ciències i Tecnologia.
- Connolly, R.M., Jackson, E.L., Macreadie, P.I., Maxwell, P.S., i O'Brien, K.R. 2018. Seagrass dynamics and resilience. A: *Seagrasses of Australia: Structure, Ecology and Conservation* pp. 197-212. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71354-0_7
- Cruz-Palacios, V., i Van Tussenbroek, B.I. 2005. Simulation of hurricane-like disturbances on a Caribbean seagrass bed. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 324: 44-60. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2005.04.002>
- Cunha, A.H., Santos, R.P., Gaspar, A.P., i Bairros, M.F. 2005. Seagrass landscape-scale changes in response to disturbance created by the dynamics of barrier-islands: A case study from Ria Formosa (Southern Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 64(4): 636-644. <https://doi.org/10.1016/J.ECSS.2005.03.018>
- de Alfonso, M., Lin-ye, J., García-Valdecasas, J.M., Pérez-Rubio, S., Luna, M.Y., Santos-Muñoz, D., Ruiz, M.I., Pérez-Gómez, B., i Álvarez-Fanjul, E. 2021. Storm Gloria: Sea State Evolution Based on in situ Measurements and Modeled Data and Its Impact on Extreme Values. *Frontiers in Marine Science*, 8: 646873. <https://doi.org/10.3389/FMARS.2021.646873>
- Duarte, C.M. 1994. Growth response of the seagrass *Cymodocea nodosa* to experimental burial and erosion. *Marine Ecology Progress Series*, 107: 307-311. <https://doi.org/10.3354/meps107307>
- Duarte, C.M., Terrados, J., Agawin, N.S.R., Fortes, M.D., Bach, S., i Kenworthy, W.J. 1997. Response of a mixed Philippine seagrass meadow to experimental burial. *Marine Ecology Progress Series*, 147(1-3): 285-294. <https://doi.org/10.3354/MEPS147285>
- Duarte, C.M., Middelburg, J.J., i Caraco, N. 2005. Major role of marine vegetation on the oceanic carbon cycle. *Biogeosciences*, 2: 1-8. www.biogeosciences.net/bg/2/1/
- Frederiksen, M., Krause-Jensen, D., Holmer, M., i Laursen, J.S. 2004. Spatial and temporal variation in eelgrass (*Zostera marina*) landscapes: Influence of physical setting. *Aquatic Botany*, 78(2): 147-165. <https://doi.org/10.1016/J.AQUABOT.2003.10.003>
- Gera, A., Pagès, J.F., Arthur, R., Farina, S., Roca, G., Romero, J., i Alcoverro, T. 2014. The effect of a centenary storm on the long-lived seagrass *Posidonia oceanica*. *Limnology and Oceanography*, 59(6): 1910-1918. <https://doi.org/10.4319/lo.2014.59.6.1910>
- Gómez Cantero, J. 2016. Análisis geográfico de las tormentas severas en el litoral mediterráneo español. A: *Clima, sociedad, riesgos y ordenación del territorio*, pp. 515-523. Servicio de Publicaciones de la UA. <https://doi.org/10.14198/xcongresoaealicante2016-48>
- Hughes, T.P. 1994. Catastrophes, Phase Shifts, and Large-Scale Degradation of a Caribbean Coral Reef. *Science*, 265(5178): 1547-1551. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.265.5178.1547>
- Kearney, M.W. 2019. *rtweet*: Collecting and analyzing Twitter data. *Journal of Open Source Software*, 4(42): 1829. <https://doi.org/10.21105/joss.01829>
- Manzanera, M., Pérez, M., i Romero, J. 1998. Seagrass mortality due to oversedimentation: an experimental approach. *Journal of Coastal Conservation*, 4: 67-70.
- Marba, N., i Duarte C.M. 1994. Growth response of the seagrass *Cymodocea nodosa* to experimental burial and erosion. *Marine Ecology Progress Series*, 107: 307-311. <https://doi.org/10.3354/meps107307>
- Marba, N., i Duarte, C.M. 1995. Coupling of seagrass (*Cymodocea nodosa*) patch dynamics to subaqueous dune migration. *Journal of Ecology*, 83: 381-389. <https://doi.org/10.2307/2261592>
- Mateo, M.A. i Garcia-Rubies, A. (coord.). 2012. *Assessment of the ecological impact of the extreme storm of Sant Esteve's Day (26 December 2008) on the littoral ecosystems of the north Mediterranean Spanish coasts. Final Report (PIEC 200430E599)*. Centro de Estudios Avanzados de Blanes, CSIC, Blanes, Spain, 318 pp.
- Mateo, M.A., Romero, J., Pérez, M., Littler, M.M., Littler, D.S. 1997. Dynamics of millenary organic deposits resulting from the growth of *Posidonia oceanica*. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 44: 103-110. <https://doi.org/10.1006/ecss.1996.0116>
- McKinley, E., Pagès, J.F., Ballinger, R.C., i Beaumont, N.

2020. Forgotten landscapes: Public attitudes and perceptions of coastal saltmarshes. *Ocean and Coastal Management*, 187: 105117. <https://doi.org/10.1016/J.OCECOAMAN.2020.105117>
- Miglietta, M.M., Moscatello, A., Conte, D., Mannarini, G., Lacorata, G., i Rotunno, R. 2011. Numerical analysis of a Mediterranean “hurricane” over south-eastern Italy: Sensitivity experiments to sea surface temperature. *Atmospheric Research*, 101(1–2): 412–426. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2011.04.006>
- Miglietta, M.M., Laviola, S., Malvaldi, A., Conte, D., Levizani, V., i Price, C. 2013. Analysis of tropical-like cyclones over the Mediterranean Sea through a combined modeling and satellite approach. *Geophysical Research Letters*, 40(10), 2400–2405. <https://doi.org/10.1002/GRL.50432>
- Milfont, T.L., Evans, L., Sibley, C.G., Ries, J., i Cunningham, A. 2014. Proximity to Coast Is Linked to Climate Change Belief. *PLOS One*, 9(7): e103180. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0103180>
- Mills, K.E., i Fonseca, M.S. 2003. Mortality and productivity of eelgrass *Zostera marina* under conditions of experimental burial with two sediment types. *Marine Ecology Progress Series*, 255: 127–134. <https://doi.org/10.3354/meps255127>
- R Core Team. 2021. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.r-project.org/>
- Romero, J., Pérez, M., Manzanera, M., Renom, P., Invers, O., i Mateo M.A. 1997. Estado biológico de la pradera de *Posidonia oceanica* de las Islas Medas. Informe de 1997. A: *Seguiment temporal de la reserva marina de les Illes Medes. Informe Anual. Any 1997*. Direcció General de Medi Natural - Departament d'Ecologia UB, pp. 11–23.
- Saunders, M.I., Leon, J., Phinn, S.R., Callaghan, D.P., O'Brien, K.R., Roelfsema, C.M., Lovelock, C.E., Lyons, M.B., i Mumby, P.J. 2013. Coastal retreat and improved water quality mitigate losses of seagrass from sea level rise. *Global Change Biology*, 19(8): 2569–2583. <https://doi.org/10.1111/GCB.12218>
- Seglar, X., Muñoz-Ramos, G., i Romero, J. 2021. *Informe Alguer de Mataró 2021*. Societat de Pesca i Activitats Subaquàtiques de Mataró (SPAS), Escola del Mar de Badalona i Ajuntament de Mataró.
- Silge, J., i Robinson, D. 2016. *tidytext*: Text Mining and Analysis Using Tidy Data Principles in R. *Journal of Open Source Software*, 1(3): 37. <https://doi.org/10.21105/joss.00037>
- Sotillo, M.G., Mourre, B., Mestres, M., Lorente, P., Aznar, R., García-León, M., Liste, M., Santana, A., Espino, M., i Álvarez, E. 2021. Evaluation of the Operational CMEMS and Coastal Downstream Ocean Forecasting Services During the Storm Gloria (January 2020). *Frontiers in Marine Science*, 8: 300. <https://doi.org/10.3389/FMARS.2021.644525/BIBTEX>
- Venables, W.N., i Ripley, B.D. 2002. *Modern applied statistics with S (Fourth.)*. NewYork: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-21706-2>
- Zuur, A., Ieno, E.N., Walker, N., Saveliev, A.A., i Smith, G. M. 2009. Mixed effects models and extensions in ecology with R. *Springer Science & Business Media*.