

alguer de mataró

ESTUDI DE L'ALGUER DE MATARÓ

Campanya 2023



Ajuntament de Mataró



Ajuntament de Badalona

Escola del Mar



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

MUSEU
DE MATARÓ



AUTORS:

Gregori Muñoz-Ramos i Xavier Seglar (Escola del Mar. Ajuntament de Badalona)

ASSESSORAMENT CIENTÍFIC

Javier Romero (Departament d'Ecologia. Universitat de Barcelona).

ANNEX:

Informe 2023 de las actividades realizadas en Mataró por el CEAB-CSIC en el marco del proyecto STORM: “Tormentas de cambio: cómo fenómenos meteorológicos extremos alteran los ecosistemas costeros mediterráneos, sus servicios y su percepción por parte de la sociedad.”

Candela Marco-Méndez i Teresa Alcoverro (Centre d'Estudis Avançats de Blanes CSIC)

PARTICIPANTS

Jaume Alaball	Bernat Montseny
Joel Albert	Víctor Moya
Gerard Artigues	Gregori Muñoz-Ramos
Toni Badia	Nacho Olano
Oriol Borrajo	Angelo Parentini
Cristina Chávez	Marc Peralta
Félix Calonge	Dani Pinyol
Sara Castanheira	Roger Punsola
Anna Maria Claus	Margot Riera
Pilar Díez	Carlos Rodríguez
Quique Domingo	Laura Rodríguez
Antoni Gea	Jonathan Roigé
David Gimeno	Ferran Roure
Omar Jaadouni	Josep Sabater
Candela Marco-Méndez	Eva Salgado
Arnal Masó	Antonio Salgado
Isaac Méndez	Xavier Seglar
Pol Millan	Carla Ulldemolins
Ernesto Mínguez	Max Zuna-Kratky

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	5
2. DESCRIPCIÓ DELS TREBALLS FETS	6
3. RESULTATS.....	10
3.1 DENSITAT	10
3.2 COBERTURA.....	17
3.3 DISTÀNCIA BARRA-POSIDÒNIA	22
3.4 DINÀMICA DEL SEDIMENT.....	30
3.5 FLORACIÓ.....	38
4. CONCLUSIONS	40
ANNEX 1	43

1.INTRODUCCIÓ

Els fenòmens atmosfèrics extrems tenen efectes negatius sobre les comunitats submarines. Va ser el cas del temporal GLÒRIA de gener de 2020 que, tot i el temps que ha passat, encara deixa veure els seus efectes negatius sobre els fons marins de Catalunya. En el cas de Mataró, la praderia de *Posidonia oceanica*, coneguda com l'alguer de Mataró, va rebre de ple la força de les onades que a més d'arrençar directament moltes plantes, va desplaçar una gran quantitat de sediment que va deixar la planta descalçada i molt més exposada i vulnerable, la qual cosa va comportar el trencament de moltes més plantes en els mesos posteriors al temporal. Malauradament, tres anys més tard, no podem constatar la recuperació de l'alguer de Mataró. Nomes una de les 4 estacions es manté estable mentre que les altres tres mostren signes de regressió

L'estudi de l' ALGUER DE MATARÓ és un projecte de ciència ciutadana on la base per obtenir les dades que serveixen per establir el seu estat de conservació és el voluntariat ambiental. Aquest 2023 hem arribat a les 600 persones que individualment han participat en aquest projecte amb unes 2090 hores de feina submarina. Podem assegurar que es el projecte de voluntariat ambiental submarí que porta més anys de seguiment i un nombre més gran de participants a tota la costa Catalana

Seguim amb la col·laboració i participació d'un grup de recerca del Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CSIC) per valorar el impacte que el temporal Glòria ha tingut sobre l'alguer de Mataró i sobre altres zones del litoral mediterrani ja que Mataró formarà part d'un estudi per poder comparar aquests efectes. En aquest informe s'inclou un annex amb el segon any de seguiment

Cal agrair un any més la participació de tot el voluntariat, ja que sense la seva col·laboració aquest projecte no seria possible i valorar molt positivament la qualitat de les dades obtingudes. També agrair a totes les diferents entitats que, d'una manera més o menys contínua, durant 27 anys han donat suport, col·laborat o participat en aquest projecte.

Volem fer un reconeixement al nostre ben estimat Josep Sabater que ens ha deixat aquest 2023. En Josep va col·laborar en aquest projecte des dels seus inicis i sempre estava disponible, fins i tot amb els seus mitjans personals, per ajudar a fer possible aconseguir els objectius d'aquest projecte.

2. DESCRIPCIÓ DELS TREBALLS FETS

MATARÓ I

30/06/2023

Immersion per preparar l'estació per la jornada de voluntariat del diumenge 02/06/2023. S'han repassat totes les barres, s'han netejat les brides i s'han agafat les mesures d'alçada de les barres i la seva distància al límit actual.

Un equip del CEAB també ha agafat les dades de les parcel·les que es van muntar el 2020 per fer el seguiment dels efectes del temporal GLÒRIA sobre les praderies de posidònia. Hem fet 4 barres 1N, 2N 3N i 4N complertes per avançar feines.

Hi han participat: Félix Calonge i Candela Marco del CEAB i Cristina Chaves, Ferran Roure, Josep Sabater, Xavier Seglar, Roger Punsola, Isaac Méndez, Carles Rodríguez i Gregori Muñoz-Ramos

02/07/2023

Immersion amb voluntariat per recollir els paràmetres que ens mostren l'estat de conservació d'aquesta estació. El voluntariat ha estat format per 18 persones. Aquesta estació va quedar fortament afectada pel temporal GLÒRIA i encara es poden observar els seus efectes. Es segueixen observant moltes plantes trencades que descansen sobre el fons i el límit de l'alguer està format per taques de diverses mides que deixen entre elles àrees de mata morta i sorra, tot configurant un límit fragmentat. Hem pogut fer totes les feines previstes. Temperatura de l'aigua de 23,2°, mar tranquil·la i molt bona visibilitat. Hem observat per primera vegada varies taques molt petites de *Cymodocea nodosa*.

22/11/2023

Immersion amb el CEAB per fer el seguiment de l'afectació del temporal GLÒRIA sobre l'alguer de Mataró. Aigua amb molt bona visibilitat i una mica moguda. Hem pogut fer totes les feines previstes. Hem pres una mesura de l'alçada de les barres i la distància al límit actual. Candela Marco Mendez, Marc Peralta i Gregori Muñoz-Ramos

MATARÓ II

27/10/2023

Immersion per preparar l'estació per la jornada de diumenge i per avançar feines ja que hem mesurat les densitats d'algunes barres. Mar en calma tot i que en sortir s'havia aixecat el vent i amb bona visibilitat d'uns 10 m aproximadament. Hi han participat Roger Punsola, Joel Alabert, Ferran Roure, Antoni Gea, Oriol Borrajo, Jaume Alaball, Carlos Rodríguez i Gregori Muñoz-Ramos

29/10/2023

Immersion amb voluntariat per fer el seguiment de l'estació 2. El dia va ser força ventós i amb un mar de fons notables que va comportar alguns problemes, especialment a la zona antiga de l'estació on la visibilitat era molt dolenta, mentre que a la zona nova la situació era força millor, amb una visibilitat al voltant dels 10 metres. Hi van participar 17 persones.

Es van fer la majoria de tasques assignades, bàsicament mesures de cobertura, tot i que, pels problemes esmentats, les assignades a les barres situades més a llevant no es van poder realitzar.

MATARÓ III

14/07/2023

Immersion per agafar les dades d'aquesta estació. Mar arrissada amb vent i una corrent fluixa que ha dificultat una mica la feina però que s'ha pogut vèncer per poder fer totes les feines. Tot i que s'observa que encara hi ha els forats provocats pel temporal GLÒRIA, la planta que ha sobreviscut té una molt bona aparença amb una longitud de fulla molt llarga que ha dificultat tant la presa de dades de densitat com de cobertura. De totes maneres hi ha moltes zones on s'ha perdut planta i les dues barres de les puntes es troben a una certa distància de la primera planta viva. Aigua molt neta però amb una mica de material en suspensió. Hi han participat Roger Punsola, Josep Sabater, Ferran Roure, Daniel Pinyol, David Gimeno, Laura Rodríguez, Arnal Masó, Nacho Olano, Margot Riera, Ferran Roure, Carla Ulldemolins, Gregori Muñoz-Ramos i Carlos Rodríguez. Hem agafat dades de cobertura amb un transecte central de 45 m i 12 mesures de densitat i d'enterrament, així com l'alçada de la barra i la seva distància al límit (4).

PINS MAR (MATARÓ IV)

14/07/2023

Immersion per agafar les dades d'aquesta estació. Mar arrissada amb força vent de garbí que ha impossibilitat que el vaixell de BLAUMAR es pogués fondejar. Ens hem concentrat totes les parelles a la zona de RECICLAUTO i cada parella ha agafat com a mínim una dada de densitat i d'enterrament. Algunes parelles n'han fet dos. Aigua moguda ja que aquesta estació es troba a 5 m de fondària. L'aspecte de la planta segueix sent esplèndid però encara no hi ha creixement lateral que faci augmentar la superfície ocupada per posidònia. Aigua molt neta. Hi han participat Roger Punsola, Josep Sabater, Ferran Roure, Daniel Pinyol, David Gimeno, Laura Rodríguez, Arnal Masó, Nacho Olano, Margot Riera, Ferran Roure, Carla Ulldemolins, Gregori Muñoz-Ramos i Carlos Rodríguez.

REPLANTACIÓ

02/07/2023

Segueix la malla de plàstic que es va posar el novembre de 2021. De 24 feixos n'han sobreviscut 13. Encara s'observen moltes plantes trencades que romanen en el fons de l'estació i moltes altres amb un desenterrament exagerat que sembla indicar que n'hi haurà més amb el pas del temps. Seria interessant poder fer una proposta de metodologia per replantar en cas de temporal que produeixi un trencament massiu de plantes.

La prova que vam fer de plantar individualment feixos al costat de la barra 4N no ha sortit bé i cap ha sobreviscut. Només trobem alguna vareta sola.

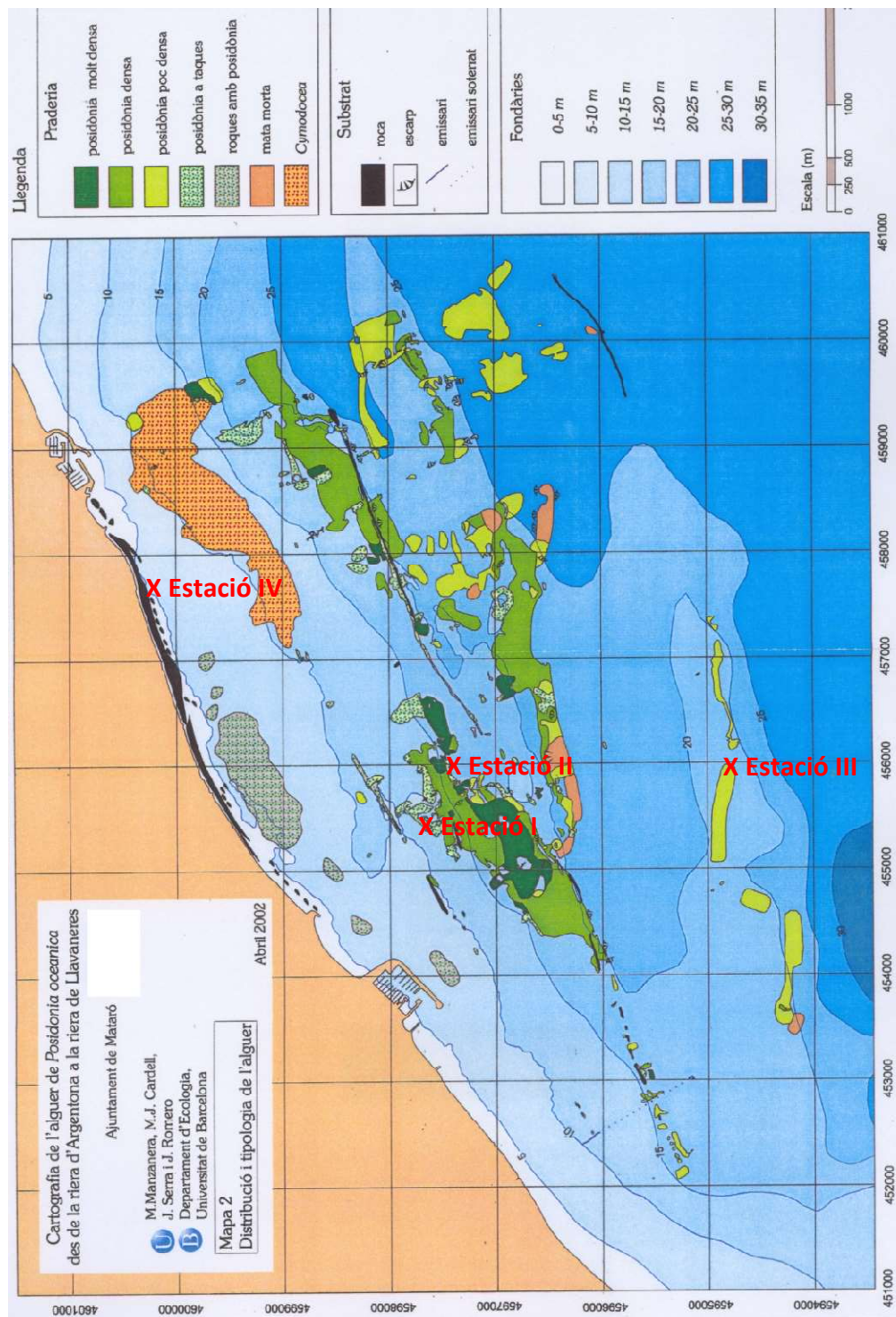


Fig 1 Situació de les estacions a la praderia de Mataró.

3. RESULTATS

En les jornades de mostreig que es realitzen a l'alguer de Mataró són diversos els paràmetres que es mesuren per tal de poder caracteritzar i conèixer el millor possible l'estat de conservació d'aquesta comunitat submarina. A continuació repassarem cadascun d'aquests paràmetres presentant els resultats obtinguts aquest any i posant-los en comú amb els obtinguts en les campanyes anteriors. Ho farem per cadascuna de les quatre estacions de mostreig que tenim i posteriorment farem el seu anàlisi conjunt. També introduïrem les dades de l'estació 4 per aquells paràmetres que es calculin en aquesta estació.

En el mapa de la plana anterior es pot veure el plànol de la cartografia de la praderia feta el 2002 amb una marca a cadascuna de les posicions de les quatre estacions que es mostregen actualment.

3.1 DENSITAT

La densitat és el paràmetre que mesura el número de feixos de planta que hi ha per metre quadrat. És una mesura que ens dona una idea de l'estat de salut de la pròpia planta. De res serveix tenir una praderia amb una gran superfície ocupada per plantes amb pocs feixos. En canvi una superfície, encara que petita, on les plantes estiguin força desenvolupades té més probabilitats de créixer i progressar si no rep cap impacte fora de l'habitual.

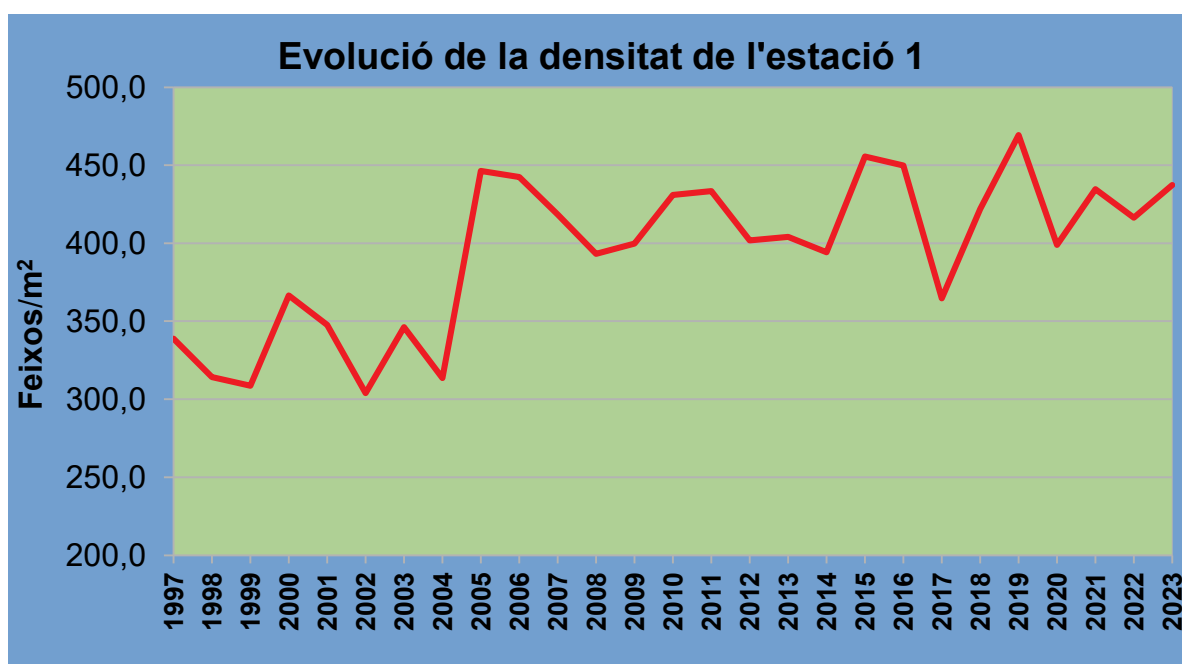
3.1.1 Estació 1

L'estació 1, o de La Trencada es troba aproximadament a uns 12 metres de fondària. És la segona estació menys fonda de les quatre que tenim actualment i molt propera a la zona costanera, sent molt susceptible de rebre els impactes que es produeixen sobre l'espai litoral.

La següent taula mostra les dades de densitat de l'estació 1. Per a cada barra es fan tres mesures de densitat en tres punts diferents i se'n fa la mitjana que és el que presentem aquí. Podem veure que la densitat mitjana de l'estació 1 és de 437 feixos/m² amb una desviació estàndard aproximada de 84,7, un valor que reflexa l'heterogeneïtat d'aquesta estació amb valors mitjos que fluctuen des dels 179 feixos/m² de la barra 2B fins als 567 feixos/m² de la 3N.

Barra	1B	2B	3B	4B	5B	5N	4N	3N	2N	1N	MITJANA
Densitat (feixos/m ²)	415	179	428	265	485	408	523	567	563	540	437

En la gràfica següent podem veure quina ha estat l'evolució anual de la densitat a l'estació 1 en els 27 anys de seguiment des de que vam començar els mostrejos el 1997.



S'observa clarament que des del 2005 els valors de densitat en aquesta estació han oscil·lat normalment dins de l'interval limitat pels 400 i 450 feixos/m². Tot i que pot haver sortides puntuals d'aquest canal, el fet que no es mantinguin en el temps indiquen que són més fruit d'alteracions pròpies de les dificultats de mostreig que no pas de variacions reals en la distribució de l'alguer.

Les dades obtingudes durant els darrers quatre anys mostren que a nivell de densitat, per tant de salut de la planta, l'impacte del temporal Glòria no va ser gaire dur, un fet clarament positiu, i els valors s'han mantingut de manera estable dins del canal esmentat.

3.1.2 Estació 2

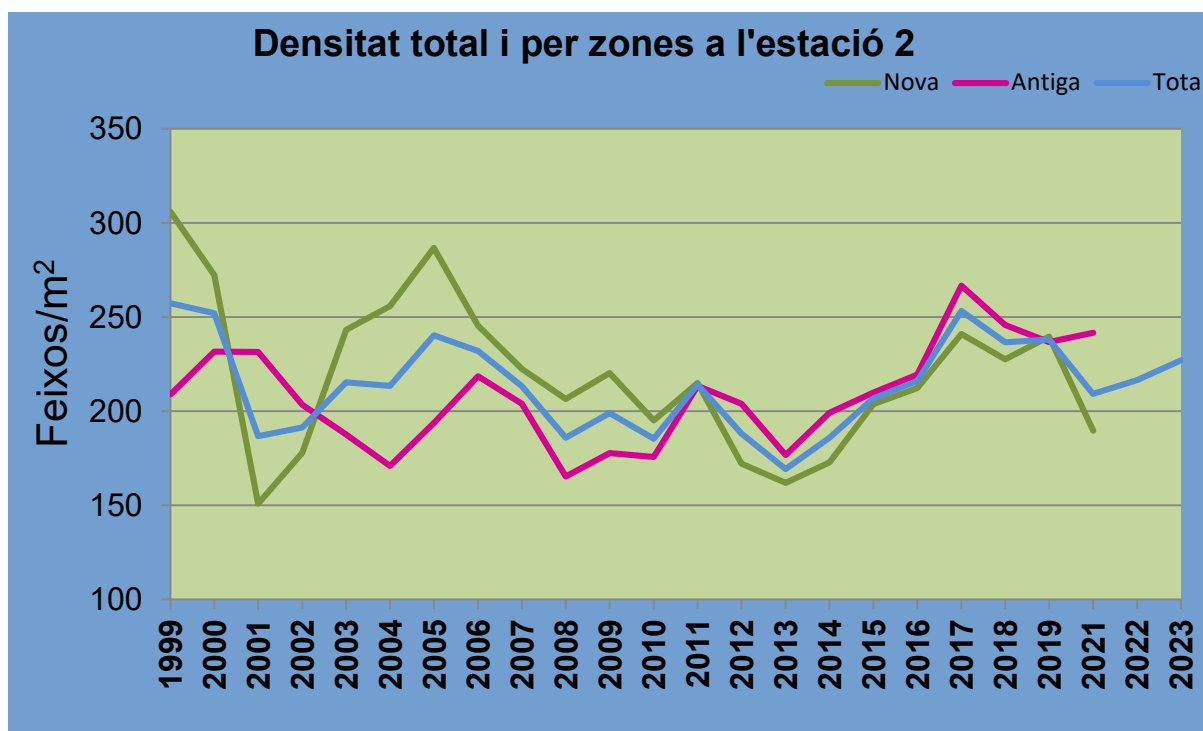
L'estació 2 es troba en una zona més allunyada i més fonda de la praderia, aproximadament entre els 18 i 20 metres de fondària. És l'estació més fonda que tenim i la més sensible a canvis en la transparència de l'aigua, ja que, trobant-se en el límit efectiu en el qual la planta pot fer la fotosíntesi, un empitjorament d'aquest paràmetre podria posar en dificultats la seva supervivència i iniciar un procés de regressió important.

Aquesta estació compta amb el doble de punts de mostreig que l'estació I, amb un total de 20, ja que, als 10 inicials que es varen establir al principi, se'n van afegir 10 més en veure que, adjacent a la zona de mostreig, existia un esglaó erosiu amb un comportament sedimentològic força particular que feia recomanable ampliar l'estació amb 10 nous punts d'estudi. Per aquesta raó també molts cops donarem les dades tant a nivell de tota l'estació com desglossades segons el que anomenem zona antiga i zona nova. Com en el cas de l'estació 1 es fan tres mesures de densitat per punt de mostreig.

La dificultat per mostrejar aquesta estació, donada la seva fondària i el nombre elevat de punts de mostreig que té, ha fet que en els últims anys no hagi estat possible cobrir-la sencera. Per això s'ha decidit disminuir el número de densitats mostrejades. El fet que la densitat de l'estació s'hagi mantingut gairebé de manera constant entre els 170 i els 240 feixos/m² durant els darrers 20 anys permet considerar aquest paràmetre com a "no crític". D'aquesta manera es fa un mostreig de menor magnitud d'aquest paràmetre que actua com a prova de control. Si els resultats obtinguts es mantenen dins de l'interval citat s'acceptarà que tot està dins de la normalitat, mentre que si hi ha una desviació perceptible s'intentaria tornar als protocols originals.

Aquest any s'han fet 18 controls de densitat que han donat un resultat de **227 feixos/m²**, dada que està dins dels marges de confiança acceptats, i que no difereix gaire dels 216 feixos/m² obtinguts en el control fet a 20 punts l'any passat.

La següent gràfica mostra l'evolució de la densitat de l'estació 2 des de que es va començar a mostrejar.



Des de 2005 aproximadament, els valors mitjans de l'estació s'han situat en la franja dels 170 i els 240 feixos/m², tot i que hi ha diferències i fluctuacions segons la zona de la praderia que es mostregi.

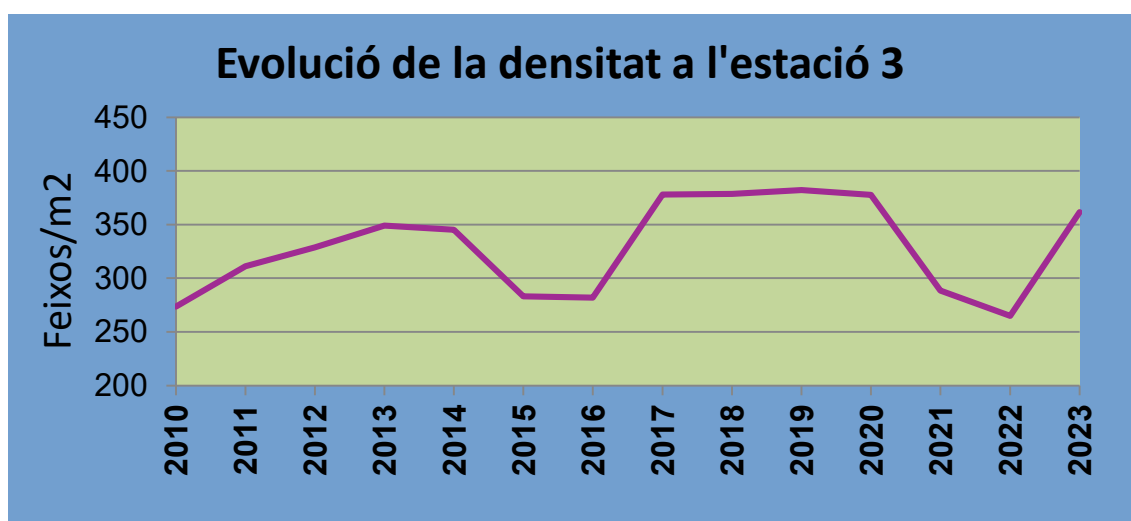
3.1.3 Estació 3

L'estació 3 o de Cap Sa Tira es troba en la zona del mateix nom. És la més allunyada de la costa, en un punt on la fondària, que ja havia superat àmpliament els 20 metres, torna a situar-se per sota d'aquesta cota. En aquesta zona la posidònia no forma una praderia compacta, com passa amb la praderia principal, sinó que es troba molt repartida en taques de diferents dimensions. En una d'aquestes taques, d'aproximadament uns 50 metres de llarg per uns 10 d'ample, hem establert l'estació 3 amb 4 punts de mostreig. En total es fan 12 mesures de densitat.

Barra	1N	1N+5	1N1B	1N1B+5	1B	1B+5	
Densitat (feixos/m²)	450	400	319	488		213	
Barra	1B+10	1B+20	2B+20	2B+10	2B+5	2B	MITJANA
Densitat (feixos/m²)	213	450					362

La mitjana de densitats de l'estació 3 ha estat de 362 feixos/m², un valor bastant alt que fa tornar la sèrie, després de 2 anys força dolents, a valors més habituals per aquesta praderia. Amb tot, el fet que no s'hagin obtingut les dades de la zona 2B i que les dades de cobertura, com veurem més endavant, continuïn sent dolentes, fa que haguem d'esperar al proper any per veure si aquesta dada es consolida.

Això es pot veure en la sèrie històrica que mostrem a continuació, on sembla que el trencament, durant 2021 i 2022, de la tendència positiva que havíem tingut des de 2017 s'ha aconseguit remuntar.



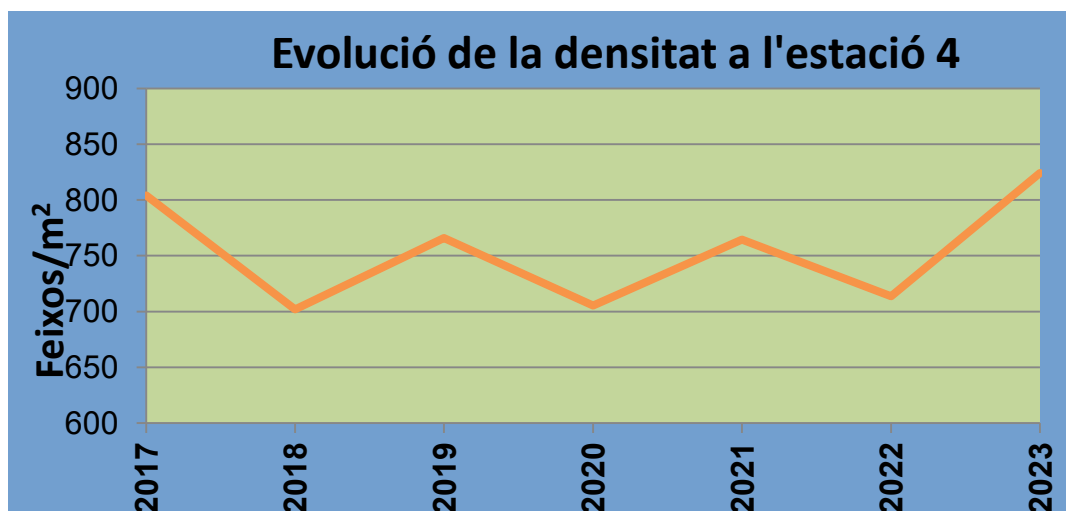
3.1.4 Estació 4

L'estació 4 es troba a la zona de Pins Mar a una fondària que està sobre els 5 metres, una de les fondàries més petites en les que trobem posidònia en el litoral barceloní. És una zona amb les plantes molt disperses, de manera que les trobem bàsicament en zones o taques reduïdes i espaiades entre elles. Fins ara s'han localitzat 4 zones d'unes dimensions suficients com per poder prendre-hi mesures de densitat de manera mínimament fiable.

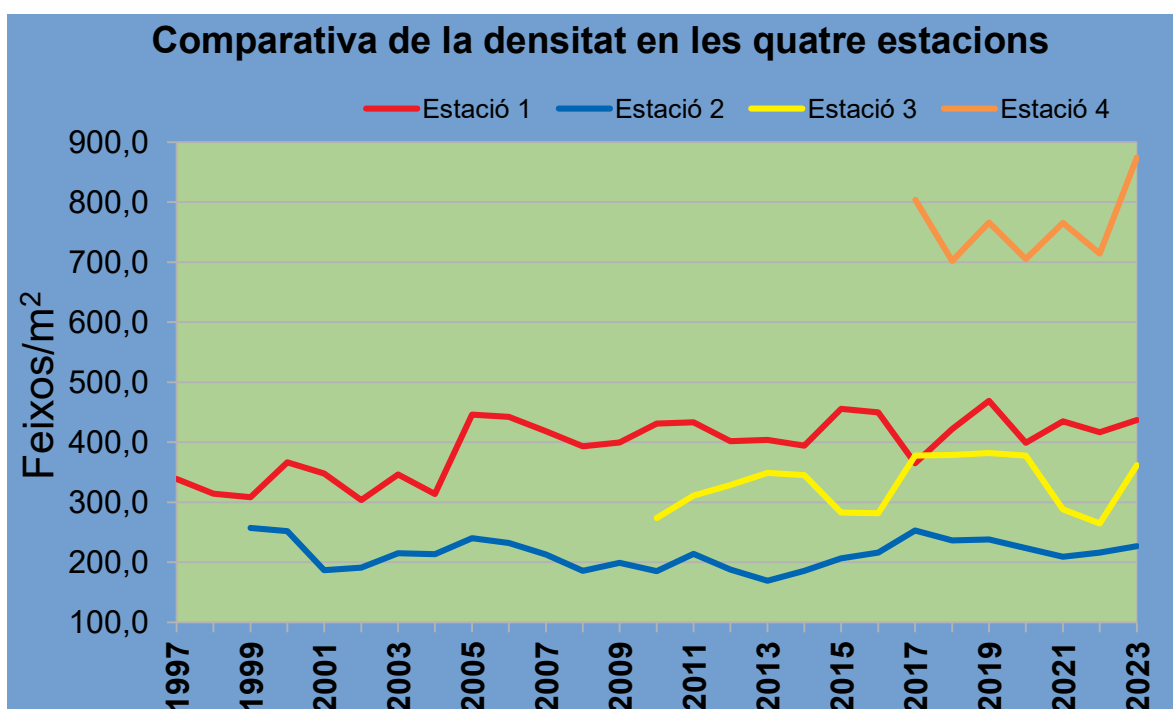
Aquest any es van fer cinc mesures de densitat en dues d'aquestes zones. La mitjana total obtinguda va ser de 824 feixos/m², una xifra molt elevada, especialment si la comparem amb els valors presentats en les altres estacions. És interessant veure i analitzar que una estació tan soma, i que per lògica hauria d'haver patit més severament l'impacte del Glòria, no s'hagi vist pràcticament afectada.

S'estan obtenint dades des de 2017 i, tot i que la morfologia explicada d'aquesta estació és complicada i fa que sigui difícil considerar-la igual que les altres tres per la seva alta dispersió, podem començar a analitzar les dades obtingudes en aquests 7 anys.

Aquestes dades presenten uns valors força elevats i força homogenis com veurem en la següent gràfica. La mitjana obtinguda durant aquests 7 anys ha estat de 754 feixos/m², amb una desviació estàndard de 49, movent-nos entre entre els 702 feixos/m² de 2018 i els 824 d'enguany. Tot plegat és un bon indicador del bon estat de salut de la planta en aquesta zona. Malauradament, com hem comentat, no es tracta d'una praderia contínua ni de taques de grans dimensions, sinó que es troba de manera dispersa i heterogènia i per tant és més sensible a impactes externs, especialment a aquells derivats d'intervencions sobre el litoral.



3.1.5 Anàlisi conjunta



L'anàlisi conjunta de les quatre estacions referma part de les afirmacions que ja hem fet fins ara. En primer lloc observem les claríssimes diferències que hi ha entre l'estació 1 i l'estació 2, fet poc sorprenent donada la major profunditat de la segona estació. Hem de tenir present que posidònia és una planta i com a tal fa la fotosíntesi, procés pel qual és imprescindible la llum. Una major taxa de fotosíntesi implicarà un major creixement foliar i per tant una major densitat de feixos. La llum del sol perd ràpidament intensitat a mesura que guanya fondària de manera que la llum disponible per fer la fotosíntesi a 19 metres és molt menor que la que hi ha als 12 metres de l'estació 1 o als 5 de la 4. Per aquesta raó és lògica aquesta distribució de densitats en funció de la fondària. Això queda també evidenciat amb l'estació 4 i els seus elevadíssims valors de densitat. La poca fondària d'aquesta estació i la conseqüent major il·luminació provoquen aquesta major producció de

la planta, no només en quantitat de feixos sinó en el propi gruix de les fulles, molt més consistent i gruixudes, fet que es nota fàcilment només tocant-les però que no em pogut demostrar rigorosament.

Tot i tenir una fondària més propera a la segona estació, l'estació 3 torna a uns valors propers als de l'estació 1, com havia passat sovint, i que en els últims dos anys hi havien quedat força allunyats. Haurem de veure si en els propers anys això es manté o si l'estació 3 torna a mostrar unes densitats més baixes, semblants a les de la 2.

3.2 COBERTURA

La cobertura és un paràmetre que calcula el tant per cent de praderia que realment està cobert per la planta. És habitual que quan un mira la praderia des de fora, especialment en els mesos de primavera, estiu i principis de tardor, quan les fulles estan més llargues i la frondositat és més exuberant, tingui la sensació de que tota la superfície del fons està coberta per planta. Però quan un fa un examen més proper veu que realment això no és així i hi ha molta zona no ocupada per les plantes on només hi ha sorra o mata morta. La cobertura ens diu quina és la part de la praderia que realment està colonitzada. Si la densitat ens donava una idea de l'estat de salut de la planta donant-nos la quantitat de feixos que té per metre quadrat, la cobertura ens dona un idea de l'estat de salut de la praderia en general. Ambdós paràmetres són complementaris i ens permeten, juntament amb el proper, el de la distància de regressió de la praderia, diagnosticar de manera bastant efectiva l'estat de l'alguer.

La cobertura es mesura en les tres primeres estacions, mentre que en la quarta encara no s'han establert els protocols corresponents.

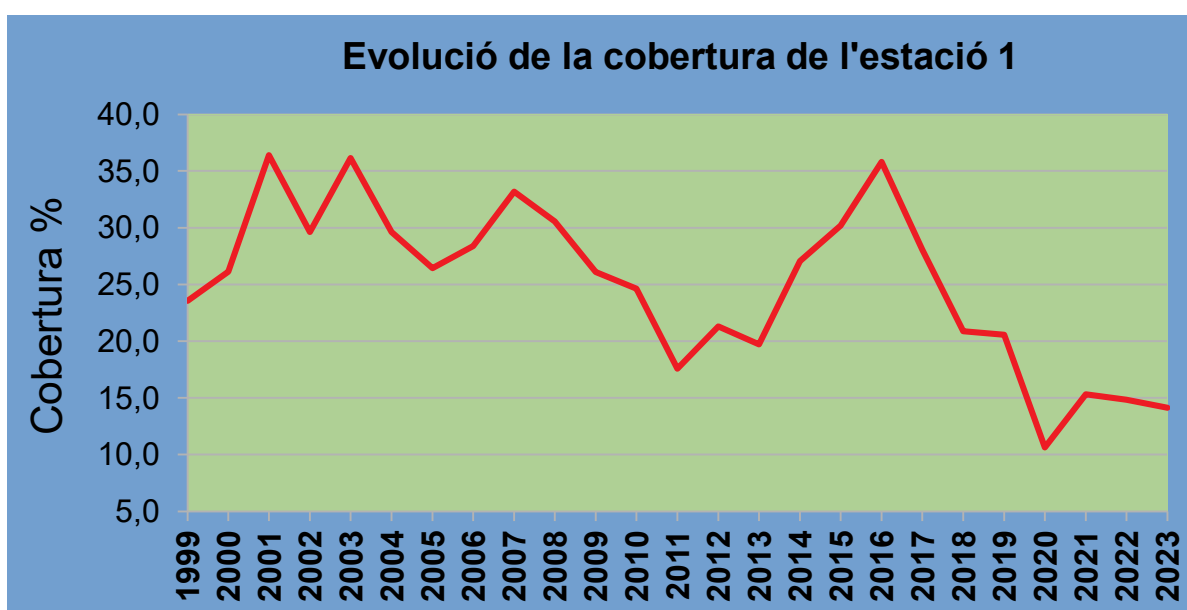
3.2.1 Estació 1

En cadascuna de les 10 barres de l'estació es fa un transecte de 10 metres mesurant la cobertura a cada metre. Cada mostreig consta d'11 punts de mesura i a vegades el transecte es realitza per duplicat.

La següent taula mostra els resultats de les cobertures per l'estació 1. La mitjana resultant és de 14,1% amb una desviació de 2,4, mantenint uns valors estables força baixos que van des dels 22,7 de la barra 4N als 4,2 de la 2N

Barra	1B	2B	3B	4B	5B	5N	4N	3N	2N	1N	MITJANA
Cobertura (%)	18,2			20,9	20,7	4,3	22,7	13,8	4,2	8,2	14,1

La gràfica següent mostra l'evolució de les cobertures durant tot el període de mostrejos.



La gràfica anterior mostra clarament com l'estació 1 és molt vulnerable a les afectacions per temporals severs.

El temporal de Sant Esteve de 2008 es veu clarament reflectit en els descensos continuats de cobertura durant els anys següents. La posterior recuperació entre 2011 i 2016 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 aquesta estació, i, sense temps a recuperar-se, el Glòria ho va acabar de rematar deixant la cobertura a poc més del 10%. Haurem de veure si en els propers anys hi ha una certa recuperació i si aquesta és a costa de continuar perdent praderia com succeí després de 2008.

Ara per ara, pensar en una recuperació veritable és ser poc realista. 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.

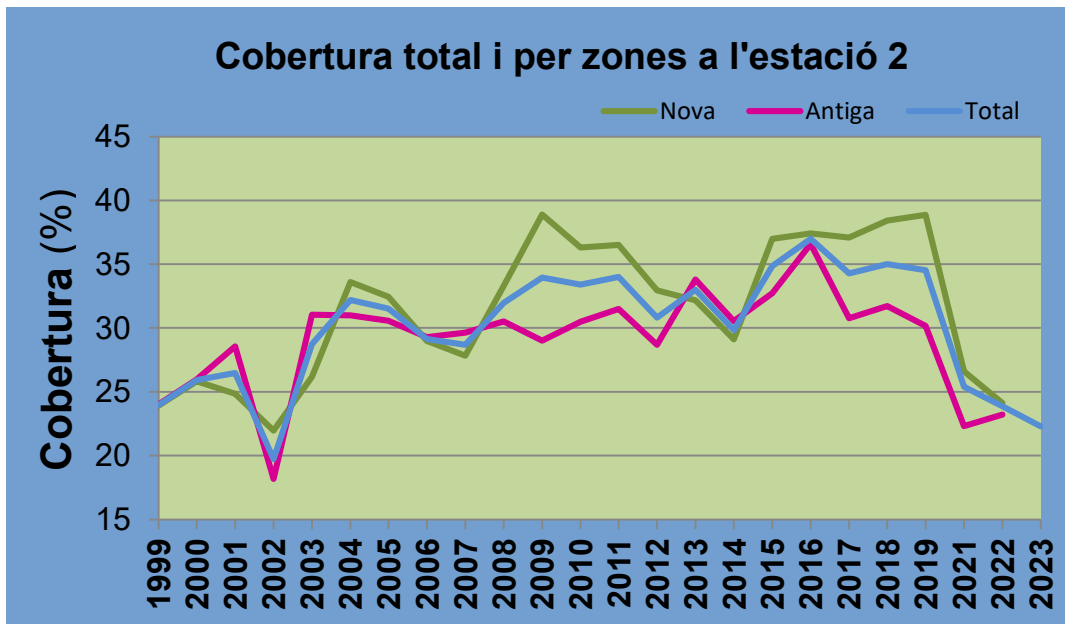
3.2.2 Estació 2

Com s'ha explicat amb la densitat, l'estació 2 té 20 punts de mostreig i la cobertura es mostra seguint el mateix procediment que s'ha especificat per la cobertura de l'estació 1: un transecte de 10 metres amb 11 punts de mostreig.

A continuació presentem les dades de les cobertures que s'han pogut mostrejar aquest any. La mitjana de cobertura total ha estat de 22,3%, 18,7% per la part antiga i 23,6% per la nova.

Barra	1N	2N	3N	4N	5N	5B	4B	3B	2B	1B	MITJANA ANTIGA
Cobertura (%)		16,9		20,2				19,1			18,7
Barra	1B 1N	1B 2N	1B 3N	1B 4N	1B 5N	1N 2B	1N 3B	1N 4B	1N 5B	1N 6B	MITJANA NOVA
Cobertura (%)			8,5	28,1	27,0	33,3	23,5	33,1	17,5	17,8	23,6
						MITJANA TOTAL					22,3

En la següent gràfica es veu el comportament de la cobertura al llarg de tot el període en que s'han fet els mostrejors.



Com podem observar, des de 2004 els valors de cobertura s'havien mostrat força estables mantenint-se de manera gairebé constant entre el 30 i el 35%. Emperò, el Glòria sembla que també va afectar la cobertura d'aquesta estació que ha caigut notablement fins prop del 25%. Els anys 2020 i 2021 vam tenir poques dades i existia el dubte de la seva fiabilitat, però amb el 2022 i el 2023 es confirma aquesta davallada temporal de la cobertura en aquesta estació que s'acosta al 20%.

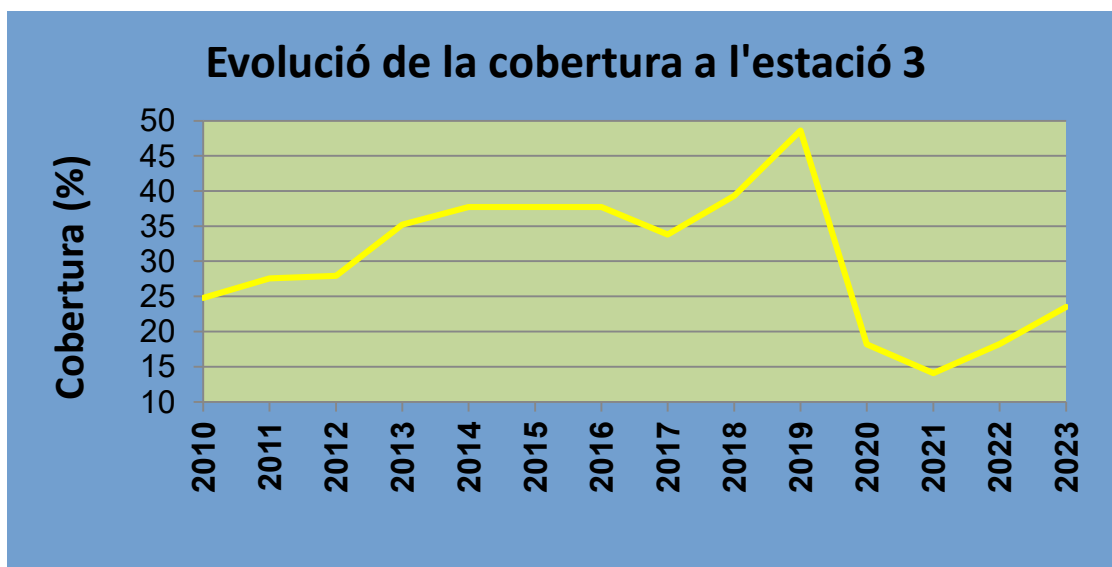
3.2.3 Estació 3

Com ja s'ha explicat abans, l'estació 3 és una estació singular ja que no és una praderia de gran extensió sinó una zona irregular de la que s'ha triat la taca que sembla que té les dimensions més grans. Això implica que els protocols que s'han aplicat per prendre les mesures en aquesta estació, tot i que segueixen el mateix model de mostreig que en la resta d'estacions, s'hagin hagut d'adequar a les circumstàncies d'aquesta zona. En el cas de la cobertura, en lloc de fer mostrejors de 10 metres a partir de cada barra de fita, agafant dades de metre en metre, s'ha fet un transsecte de prop de 50 metres agafant la cobertura a cada metre.

El resultat de la cobertura ha estat del 23,5%, un resultat que, tot i ser força baix, implica una certa millora respecte els resultats obtinguts en els últims anys post Glòria. Aquests baixos valors s'expliquen perquè la meitat de l'estació 3 va quedar molt malmesa després

del temporal, amb valors actuals de cobertura al voltant del 15%, mentre que l'altra meitat se situa en un més òptim entorn del 30%.

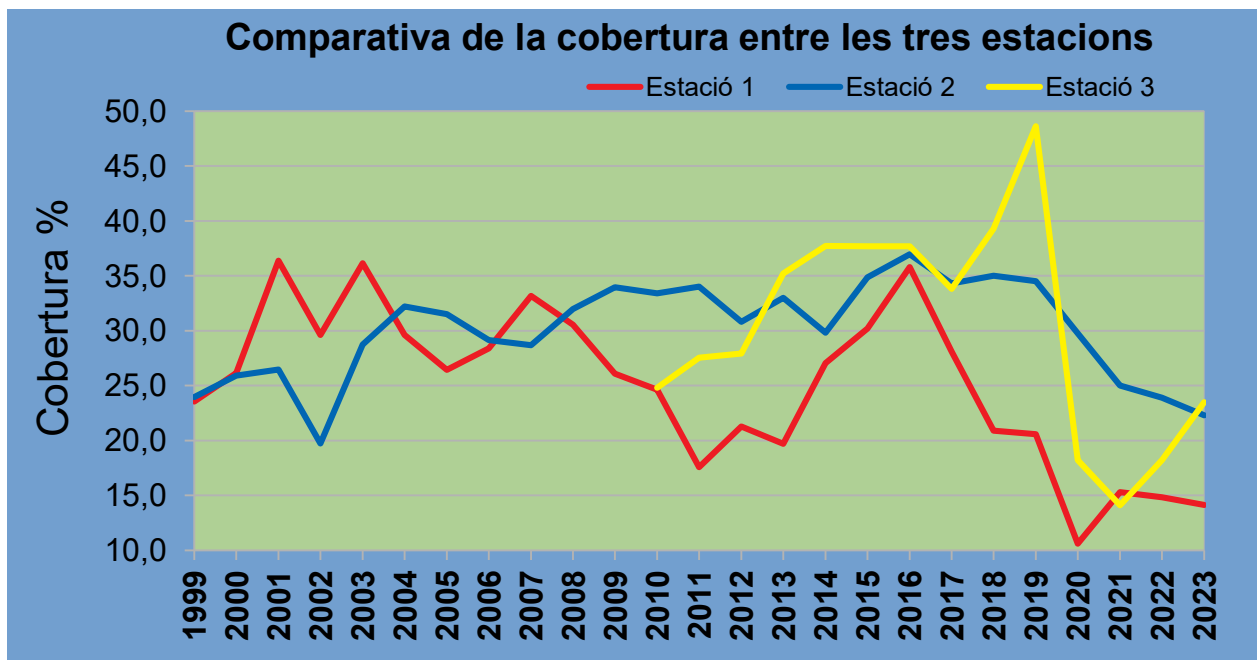
La següent gràfica mostra l'evolució de la cobertura de l'estació 3 des de que es van començar els mostrejos d'aquesta estació el 2010.



Com observem en la gràfica, les dades de cobertura van augmentar entre els anys 2010 i 2013, des del 25% fins el 35%. A partir d'aquell any les cobertures es van mostrar força estables al voltant del 35-40% amb l'única excepció puntual de 2017 on es va baixar molt lleugerament del límit del 35% i de 2019 quan es va superar el 45%. Malauradament, i tot i ser una estació molt allunyada de la costa, la seva poca fondària li ha passat factura amb el Glòria que l'ha deixat molt malmesa i amb un recuperació força complexa. La cobertura ha passat de valors propers al 40% a estar entre el 15 i el 20% fins el 2022. Aquest 2023 ha mostrat una consolidació de la recuperació que vam començar a percebre l'any passat i s'ha superat la cota del 20%, però està encara molt lluny de tornar als seus valors habituals.

Si en els propers anys no tenim cap episodi similar, i tenint en compte que el comportament d'aquesta estació havia estat tradicionalment positiu, és possible que poc a poc es comenci a recuperar. El dubte està en si aquesta recuperació serà suficient o si en canvi serà tant lenta que nous temporals, que de segur han de venir, poden acabar fent-la desaparèixer, al menys la meitat que ha quedat més perjudicada.

3.2.4 Anàlisi conjunta



L'estació 2 i 3 havien tingut tradicionalment un comportament força més estable que la 1, que s'havia vist molt més afectada pels temporals que les altres dues. Emperò el Glòria ha afectat a les tres de manera notable com es pot veure en les davallades dels últims tres anys. Amb tot, l'efecte no ha tingut la mateixa magnitud, i mentre que l'estació 2 sembla que és la que millor ha pogut aturar el cop, la 1 i, especialment, la 3 han rebut un impacte molt més sever.

Respecte a l'estació 4, sent una zona de taques disperses i amb densitats molt altes, és difícil poder-ne calcular valors de cobertura que siguin significatius.

3.3 DISTÀNCIA BARRA-POSIDÒNIA

Quan es fita per primer cop una estació per ser mostrejada, el primer que es fa és marcar els punts de mostreig amb barres de ferro que se situen just en el perímetre de les estacions coincidint amb la transició entre sorra i praderia. Com ja s'ha comentat es van col·locar 10 barres a l'estació 1, 20 a la 2 i 4 a la 3. Degut a que aquest límit no és estàtic sinó que varia amb el temps (mentre que hi ha zones de la praderia que retrocedeixen n'hi ha d'altres que progressen) es mesura la distància que hi ha des de la barra que fita el punt de mostreig, i límit original de la praderia, fins la planta viva més propera que trobem en l'actualitat.

Tot i que la mesura ideal d'aquesta distància seria la que separa la barra i el límit de la praderia, això no sempre és possible ja que hi ha zones, especialment a l'estació 1, en que aquest límit és difús, irregular i difícil d'establir, de manera que el protocol estableix que la distància mesurada és la que hi ha des de la barra a la planta viva més propera. Això és així quan el que hi ha és una regressió del límit de la praderia. Quan el que s'observa és una progressió, el límit sí que ha de ser evident de manera que la distància és la que separa la barra de la planta més propera d'aquest límit.

Per qüestions pràctiques, les distàncies es donen en valor positiu quan el límit ha reculat i en negatiu quan hi ha hagut un avanç.

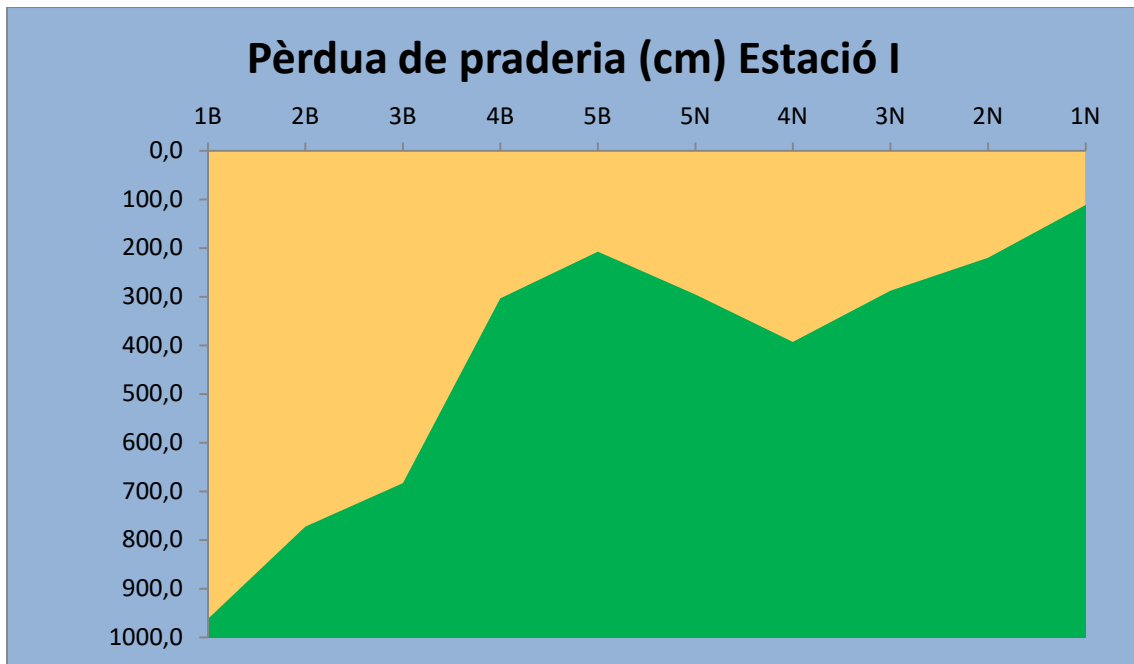
3.3.1 Estació 1

La següent taula mostra les distàncies per cada una de les 10 barres de l'estació 1 així com la variació que hi ha hagut respecte l'any passat.

Barra	1B	2B	3B	4B	5B	5N	4N	3N	2N	1N	MITJANA
Distància (cm)	962	773	683	304	208	296	393	288	220	112	423,7
Variació anual (cm)	0	-7	18	32	29	111	0	-10	15	14	20,1

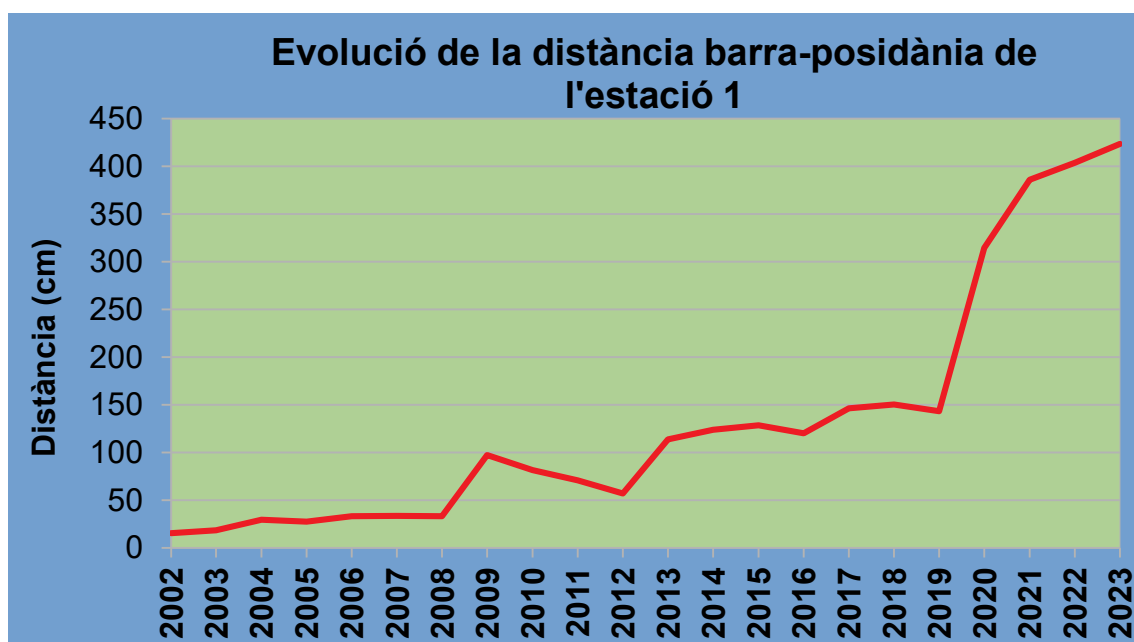
La distància mitjana que s'ha perdut de praderia per a cada barra en aquests més de 20 anys és de 424 cm. Si multipliquem aquest valor pels 90 metres de praderia que mostregem ens dona una pèrdua de més de 380 m² només en aquest petit espai. La pèrdua aquest any s'ha moderat fins als 20 cm, un valor semblant a la pèrdua de l'any passat i molt inferior als casi 120 cm de l'any 2021.

Es pot observar que hi ha una gran fluctuació en el comportament del perímetre de la praderia segons la zona. Per veure d'una manera més visual com es distribueixen aquest moviments del límit, en la gràfica següent es pot observar aquesta dada. La línia del 0 representa el límit inicial ideal de la praderia, mentre que la zona verda representa la seva posició actual i la zona marró que hi ha entre la línia del 0 i la zona verda dona idea de tot el que s'ha perdut i ara està ocupat només per sorra.



Es pot veure clarament com algunes zones, especialment la zona central de la praderia no s'ha vist tant afectada com la zona de les brides blanques que ha tingut pèrdues de molts metres. També cal comentar que la pèrdua de les barres 1N i 2N fa que hi hagi una possible subestimació de la distància perduda en aquests punts, que probablement fou major.

La següent gràfica ens indica la pèrdua mitjana de praderia per any en tota l'estació des de que vam començar a mesurar aquest paràmetre.



Es pot observar clarament que, tot i que a resultes dels temporals de Sant Esteve de 2007 i gener de 2017 ja hi va haver pèrdues importants de praderia, el temporal Glòria ha estat molt més greu pel que fa a aquest paràmetre, gairebé triplicant el que s'havia perdut en els 20 anys previs.

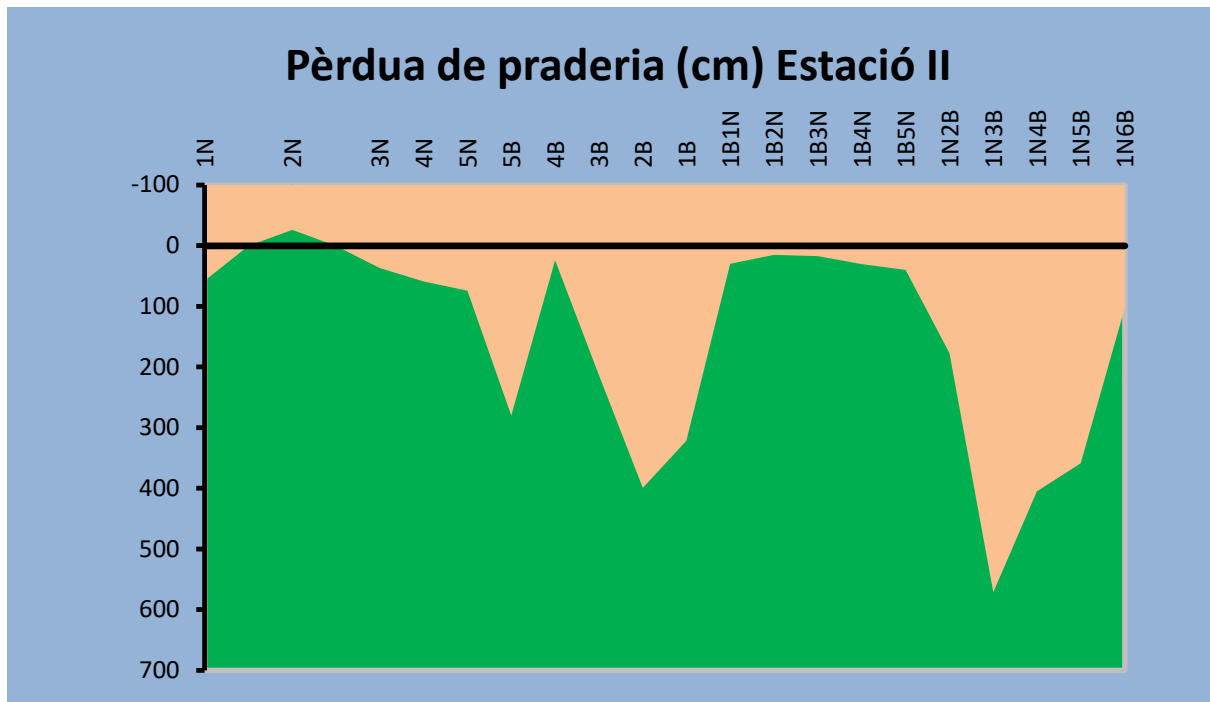
3.3.2 Estació 2

La següent taula mostra les distàncies per cada una de les 20 barres de l'estació 2 així com la variació que hi ha hagut respecte l'any passat.

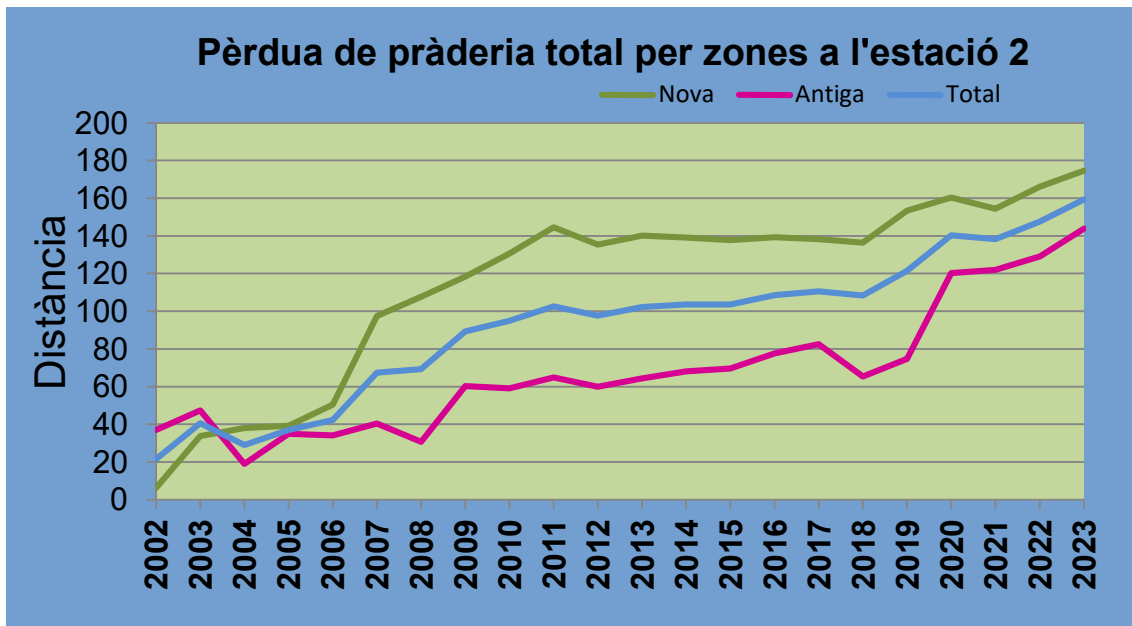
Barra	1N	2N	3N	4N	5N	5B	4B	3B	2B	1B	MITJANA ANTIGA	
Distància (cm)	58	-26	37	59	74	280	24	214	399	322	144	
Variació anual (cm)	-1	41	2	-5	-5	7	-1	64	34	15	15	
Barra	1B 1N	1B 2N	1B 3N	1B 4N	1B 5N	1N 2B	1N 3B	1N 4B	1N 5B	1N 6B	MITJANA NOVA	
Distància (cm)	30	15	18	31	40	177	571	405	359	102	175	
Variació anual (cm)	-9	-2	-7	13	-1	104	45	0	-74	16	9	
Total											MITJANA TOTAL (cm)	159
											Variació anual (cm)	12

Com podem observar, la pèrdua de praderia aquest any ha estat de 12 cm i el total ja supera el metre i mig des de que van començar els mostrejos. Tot i ser una pèrdua molt més minsa que a l'estació 1, tenint en compte la fondària a la que es troba l'estació 2 es pot considerar que ha estat important.

Com hem fet amb l'estació 1, presentarem una gràfica que permet visualitzar quina és la situació actual de cascuna de les 20 barres respecte de la seva posició inicial. Com ja succeïa en aquella estació, hi ha un alt grau d'heterogeneïtat, amb zones on la pèrdua ja supera els cinc metres i mig i zones on, fins i tot, hi ha un cert avanç.



Respecte a l'evolució anual d'aquesta pèrdua de praderia, la gràfica que presentem a continuació és força reveladora. Es pot veure que en les fases inicials, fins el 2006, el comportament de les dues zones va ser força estable i la pèrdua no va ser excessiva. És en el període següent, el que va de 2006 a 2011, quan aquesta pèrdua s'accentuà, especialment per la forta regressió que experimentà la zona nova, on l'esglaió erosiu provoca despreniments de mates en el límit de la praderia, que perdé prop d'un metre en només 5 anys. Des de llavors i fins 2018 es veu clarament com les gràfiques es van estabilitzar i presentaren un perfil força més horitzontal. En els darrers anys sembla que la regressió s'ha tornat a accelerar en les dues zones.



Sembla evident que l'estació 2 està patint també una regressió important. Fins fa uns anys aquesta regressió era més accentuada a la zona nova, però en els últims anys la zona antiga també s'està veient força afectada, coincidint no només amb el Glòria sinó amb una incipient extensió de l'esglaió erosiu cap aquesta zona que s'haurà de confirmar en els propers anys.

3.3.3 Estació 3

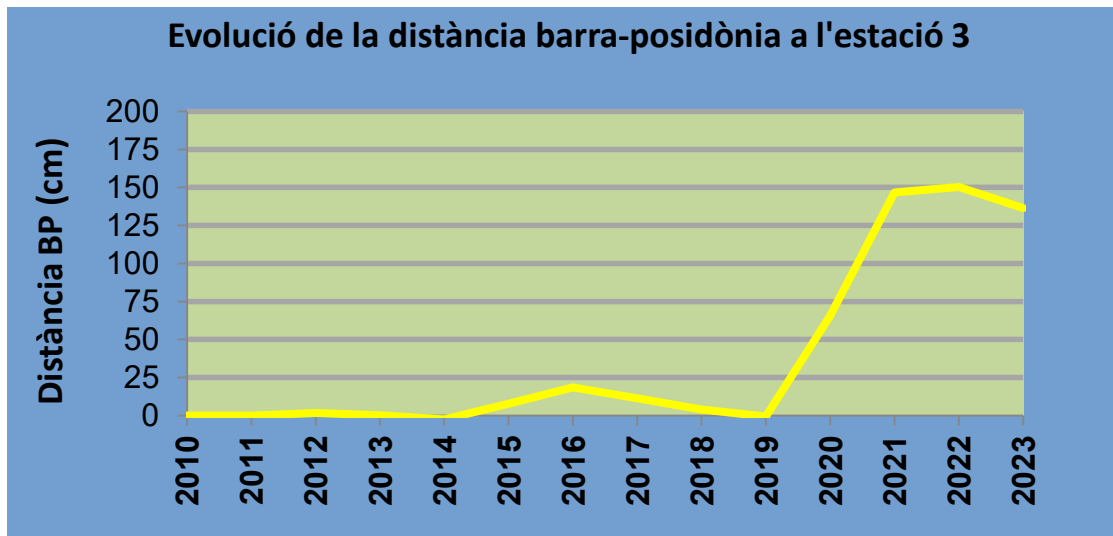
L'estació 3 només té 4 barres i han donat els següents resultats.

Barra	1N	1N1B	1B	2B	MITJANA
Distància (cm)	45	350	92	59	136,5
Variació anual (cm)	-75	0	19	0	-14

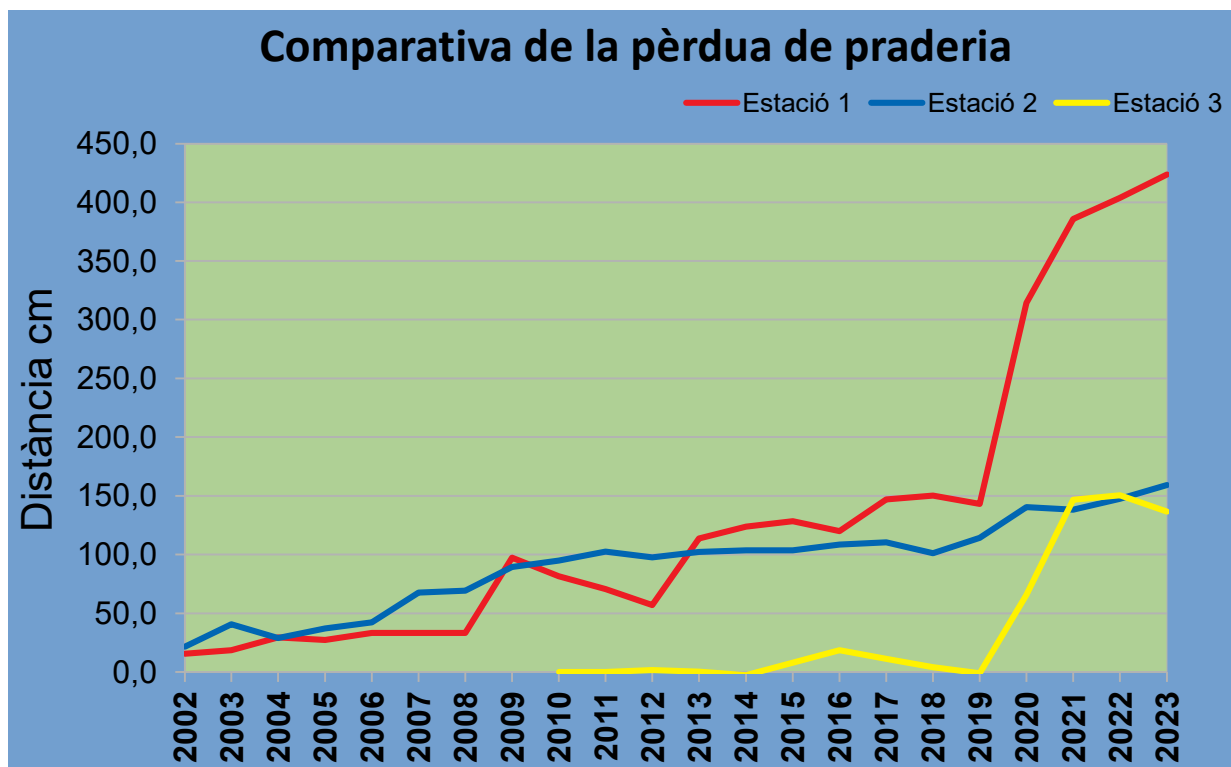
Sembla que després de dos anys després del Glòria molt dolents, 2022 i 2023 han aconseguit atenuar l'impacte del temporal i poc a poc aquesta estació es comença a recuperar pel que fa referència a la regressió del límit.

La gràfica següent mostra el comportament durant aquests últims anys. Es pot percebre com, tot i haver alguna minsa fluctuació, la regressió havia estat casi imperceptible i mai havia superat els 20 cm. Fins el 2020, amb el temporal Glòria, en que la situació va començar a empitjorar considerablement. Aquesta regressió va parella amb la pèrdua de

cobertura que ja s'ha explicat anteriorment, fet que deixa aquesta estació en una situació molt delicada.



3.3.4 Anàlisi conjunta



La gràfica conjunta de les tres estacions mostra algunes dades molt interessants. Per una banda cal remarcar que les dades comencen el 2002, i no a l'inici dels mostrejos. Això és degut al fet que les pèrdues inicials no foren prou significatives com per tenir-les en

compte. Quan la situació de regressió va començar a ser més evident es va decidir afegir aquesta mesura al protocol de mostreig i és per això que l'inici és al 2002 i no al 1998.

S'observa també que, tot i un començament parell, l'estació 2 va presentar un comportament bastant pitjor que la 1 des de 2004 fins el 2012 degut principalment, com ja s'ha comentat, a l'esglaó erosiu de la part nova de l'estació. Només en el 2009 va canviar puntualment aquesta tònica fruit del sotrac que va representar el temporal de Sant Esteve de 2008, però immediatament la situació es va revertir i tornà a ser l'estació més fonda la que tenia els pitjors resultats.

La fase d'estabilitat de la segona estació iniciada el 2011 ha provocat que finalment l'estació 1 l'hagi superat de manera definitiva, ja que mentre que en el tram 2011-2019 la 2 gairebé no s'ha mogut, la 1 ha passat d'una regressió d'uns 70 cm a més de 140 i per tant ha més que doblat la seva pèrdua. Des de 2013 aquesta pèrdua ha sigut superior a la de l'estació 2.

Òbviament cal comentar el comportament de la zona de cap Sa Tira, que des de 2010 havia mostrat una estabilitat excepcional, amb dades molt bones i molt millors que les de les altres dues.

Malauradament l'impacte del Glòria ha trasbalsat totes aquestes dades. L'estació 1 ha patit un retrocés molt greu, mentre que la 3 ha trencat una estabilitat que ja durava 10 anys, perdent en dos anys més d'un metre i mig de praderia. L'estació 2 és la que ha mostrat millor resiliència a l'impacte, probablement per ser la més fonda, però també està notant una progressiva pèrdua.

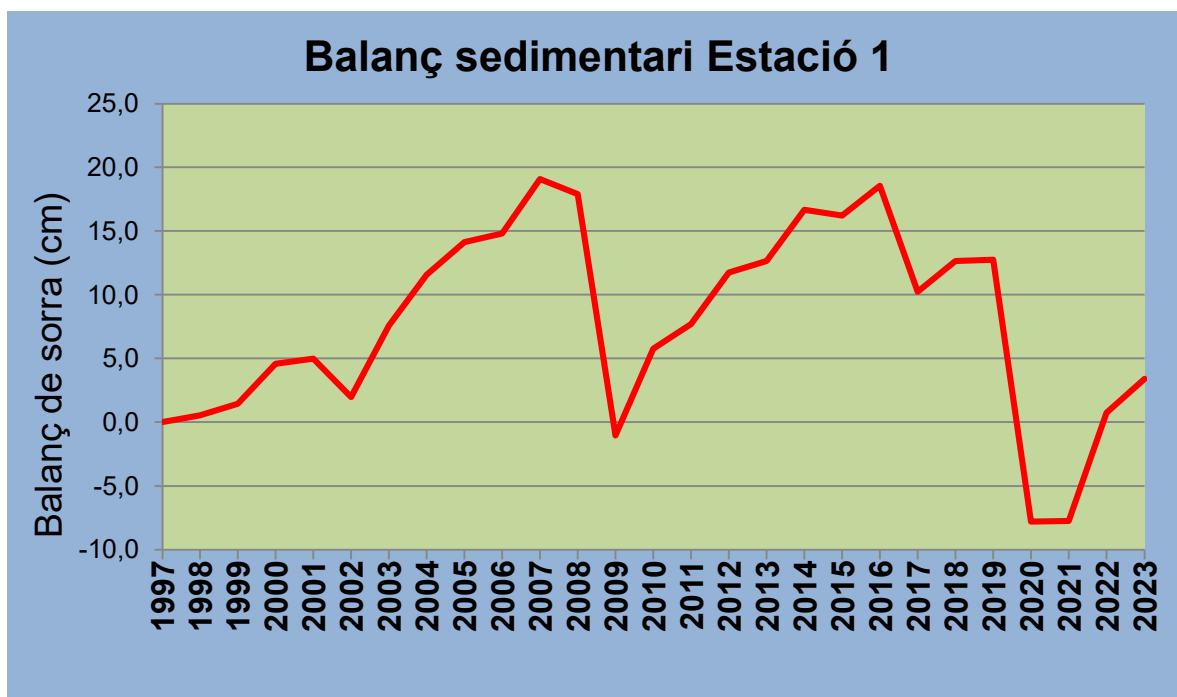
3.4 DINÀMICA DEL SEDIMENT

Les mesures que es prenen durant els mostrejos permeten fer també un seguiment de la dinàmica del sediment. Per una banda es pot veure quin és el balanç sedimentari al llarg dels anys, és a dir, el guany o pèrdua de sorra. Per altra banda també es pot veure si existeix o no una relació entre aquest moviment de sorres i l'enterrament de la planta.

Cal tenir present que l'enterrament de la planta, que és defineix com la distància que hi ha des de la sorra fins a la lígula de la planta, té una gran influència en la seva supervivència. Un excés de sorra pot provocar una necrosi de les fulles que podria dificultar la seva viabilitat, mentre que un fort desenterrament descalça la planta i la fa vulnerable a que qualsevol temporal la pugui arrancar.

3.4.1 Estació 1

En la gràfica següent es pot veure quin ha estat el balanç sedimentari acumulat durant tots els anys de mostreig a l'estació 1.



S'aprecia clarament com a l'estació 1 aquest balanç 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 major 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.

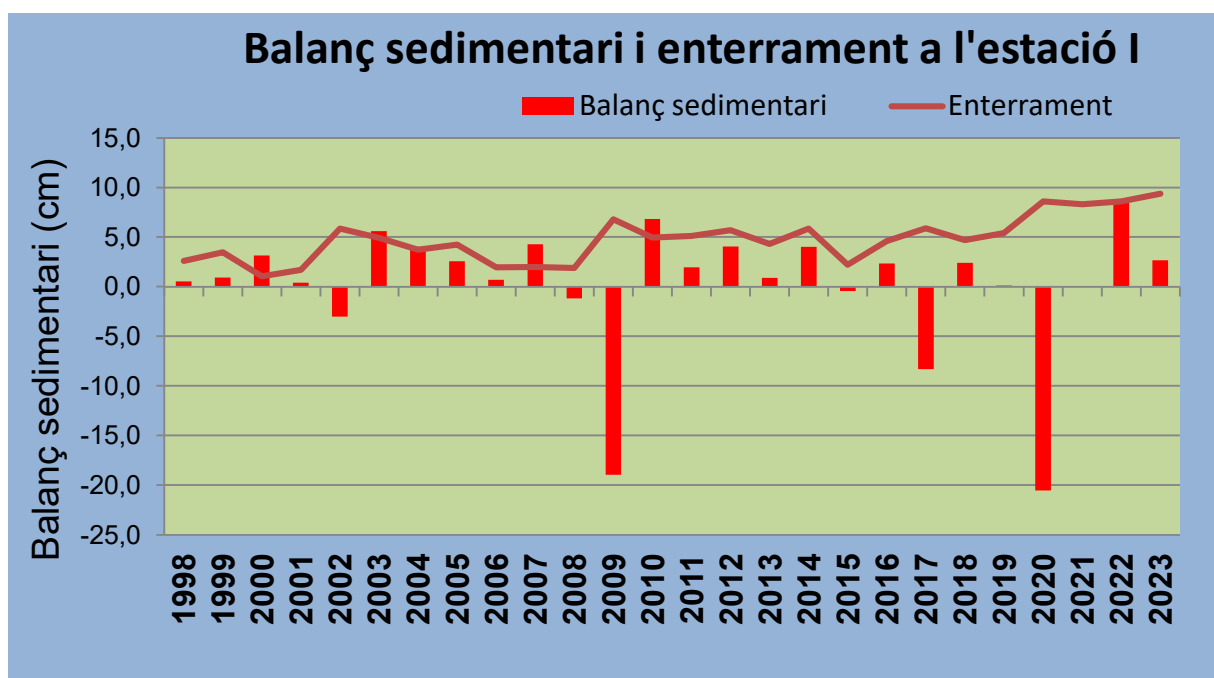
Aquests cicles semblen bastant evidents si observem el període 1998-2009. Entre 1998 i 2008 hi ha un guany d'uns 17 cm de sorra, amb només dos anys dels 11 totals, 2002 i 2008, amb pèrdua de sorra. Després del duríssim temporal de Sant Esteve de 2008 es veu clarament com tots aquests 17 cm de sorra es perden d'una sola atacada: 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 major 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. En el 2021 això no passà i el balanç sedimentari fou nul, però als anys 2022 i 2023 sembla que la sorra hagi tornat i de manera notable, produint-se una entrada de més de 8 cm al 2022 i de prop de 3 al 2023, i deixant el balanç sedimentari global durant els últims 25 anys novament en positiu (3,4 cm).

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 més descalçades. Com en tots els cicles que tenen períodes de retorn de molts anys és difícil fer prediccions i només el pas dels propers 5 -7 anys ens donarà una resposta que sigui prou robusta.

També és interessant veure si hi ha una correlació entre aquest balanç sedimentari i l'enterrament de la planta. La següent gràfica mostra quin ha estat el guany o pèrdua de sorra cada any juntament amb l'enterrament de la planta.



No hi ha una correlació evident entre ambdós paràmetres excepte quan el moviment de sorra ha estat important. En són exemples l'any 2002, 2009, 2017 i 2020 on, coincidint amb els temporals esmentats, hi ha una pèrdua notable de sorra que es correspon amb un desenterrament important de la planta. També es veu l'efecte contrari. Quan ha estat l'entrada de sorra la que ha destacat, com poden ser els anys 2003 i 2010, es produeix un major enterrament de la planta. Sembla també que després de cada temporal i el consegüent desenterrament de la planta, es produeix un reequilibri de l'enterrament l'any següent.

En canvi, els anys en que els moviments de sorra són més tímids no hi ha correlació de cap tipus amb l'enterrament.

El 2020 aquesta relació fou molt evident. La pèrdua de més de 20 cm de sorra portà a un desenterrament de la planta de més de 8 cm. Aquesta és una dada preocupant, ja que indica que la planta ha quedat molt descalçada i per tant susceptible de ser arrancada per nous temporals. A més cal esmentar que aquests 8 cm són de mitjana i és evident que hi ha zones on els descalçaments són encara majors, havent trobat dades amb valors de

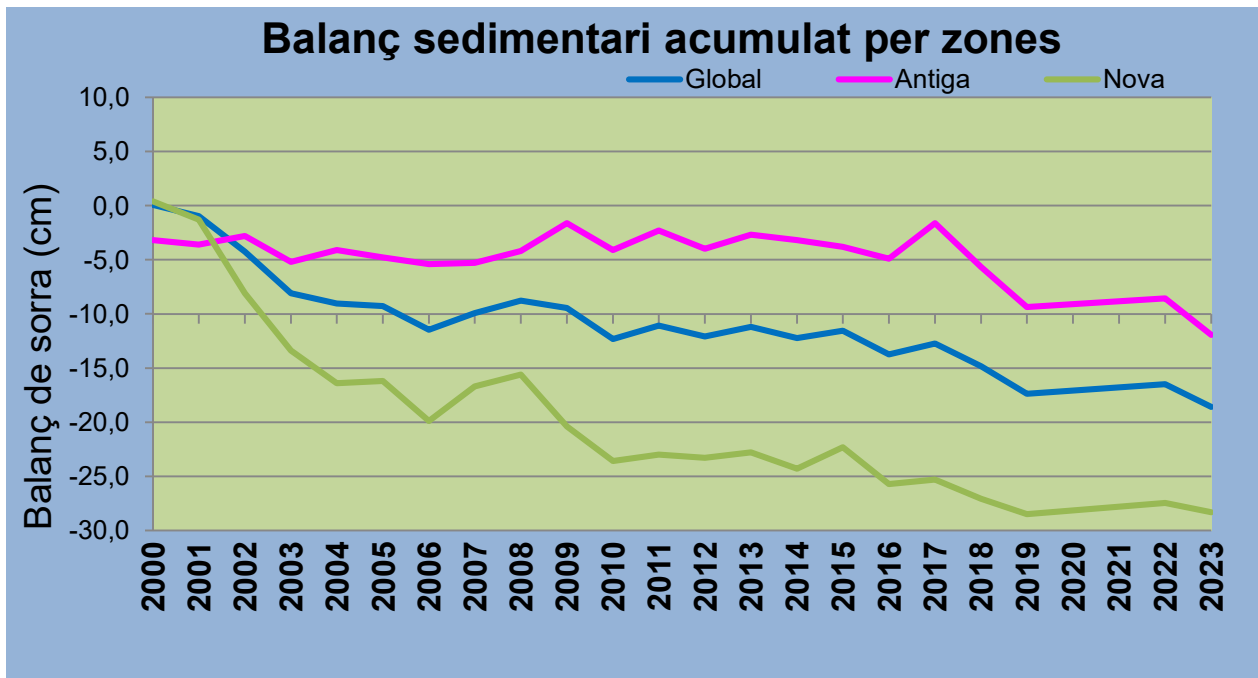
desenterrament per sobre dels 20 cm. Amb valors com aquests, la viabilitat de les plantes que els presenten és gairebé nul·la. El principal problema és que, al contrari del que solia passar, 2021 no va compensar aquesta pèrdua de 2020: el nivell de la sorra no va variar i la planta continuà amb un desenterrament de més de 8 cm de mitjana.

Pitjor ha estat el que ha passat el 2022 i 2023, quan hi ha hagut una entrada notable de sorra, però el desenterrament de la planta pràcticament no s'ha vist compensat. Això sembla contradictori, ja que una entrada de sorra de més de 11 cm hauria d'haver fet disminuir el desenterrament de la planta, cosa que no ha passat. Això només s'explica pel fet de que el grau de descalçament de les mates era tal que el desenterrament de la lígula era molt més gran de 8 cm, i la sorra que ha entrat només ha omplert la zona de les arrels que estaven exposades i ha disminuït parcialment el descalçament de la planta, però la dada d'enterrament no se n'ha vist afectada.

Això encara 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, qualsevol petit temporal pot acabar arrancant-les.

3.4.2 Estació 2

Tenint en compte que l'estació 2 se situa al voltant dels 18-20 metres de fondària, en contrast amb els 11-12 de la 1, i que la dinàmica de la sorra es deu principalment als efectes de l'onatge, sembla evident que el balanç sedimentari en aquesta estació serà de magnitud molt menor al que hem vist a l'anterior estació. En la següent gràfica es reflecteix això mateix.



Si ens fixem en la línia de la zona antiga sembla que es confirma allò que acabem de predir, ja que el balanç fins el 2017 amb prou feines superà els 5 cm en cap moment, mentre que a l'estació 1 teníem valors que superaven els 20 cm. Sorprenentment però, en aquests últims anys això ha canviat i a la zona antiga s'han perdut més de 10 cm de sorra. Mirant atentament les dades s'ha vist que casi tota aquesta variació s'ha produït a la barra 1B, justament l'última de la zona antiga i a partir d'on comença la zona nova. Això pot fer sospitar que l'esglaó erosiu s'estigui expandint i comenci a afectar també a la zona antiga, quelcom que el 2020 es va començar a intuir visualment però que de moment les dades no han consolidat.

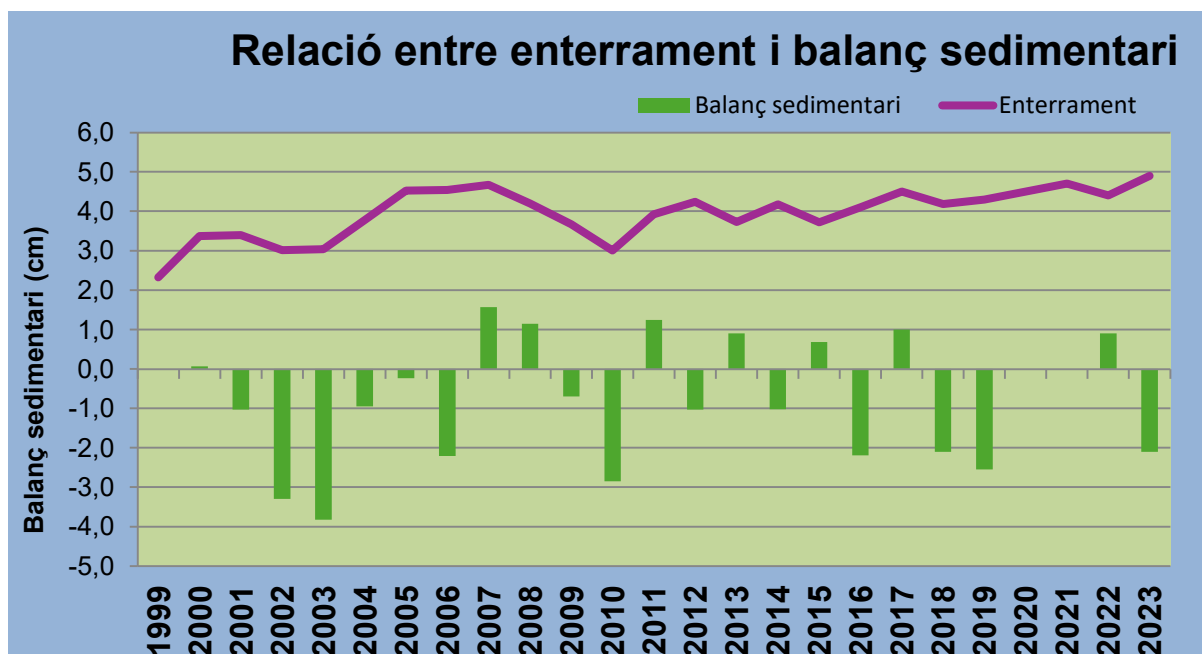
En canvi en la zona nova, especialment on aquest graó erosiu és més evident, la pèrdua de sorra ha estat molt important amb valors que superen amb escreix els trobats a l'estació 1.

Ens trobem doncs en aquesta estació amb dues zones ben delimitades: una on la dinàmica del sediment és molt limitada d'acord amb el que s'esperaria en aquesta fondària i una altra on l'esglaó erosiu genera un comportament molt més agressiu. En tot cas, el que si s'observa és que en ambdues zones la tendència global en el temps és a perdre sorra, al contrari del que passa a l'estació més soma.

Podem doncs, després d'aquests més de 20 anys de mostreig, establir un patró sedimentari en la praderia de Mataró segons el qual hi ha una entrada gradual de sorra a la

zona menys fonda de l'herbassar, tot i que els temporals més violents puguin provocar disrupcions en aquesta tendència, i una pèrdua a la zona de major profunditat.

Respecte a la correlació entre balanç de sediment i enterrament a l'estació 2, en la següent gràfica es pot veure que és gairebé inexistent.



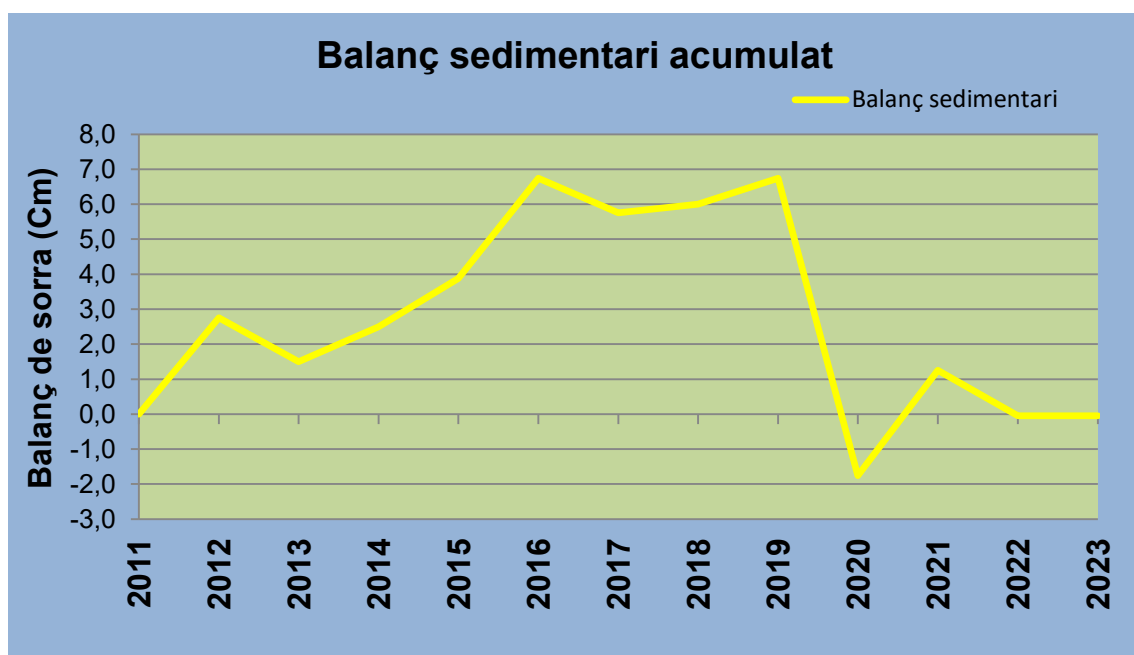
Com hem comentat, la correlació que en certs casos es veia a l'estació 1 aquí no es pot apreciar. Això semblaria normal a la zona antiga de l'estació on hem vist que el moviment de sorres és molt més petit que a l'estació 1 i, com ja hem explicat en aquella estació, la correlació entre balanç sedimentari i enterrament només es dona quan el moviment de sorres és important. No obstant, aplicant el mateix raonament, a la zona nova, on hem notat que la dinàmica de sorres era d'una magnitud fins i tot superior a la de l'estació 1, si que s'hauria de percebre aquesta correlació amb l'enterrament, i en canvi això no és així, ni tan sols en els anys com el 2002 i el 2003 en els que la pèrdua de sorra fou notable. La raó de que aquesta correlació no existeixi és el propi esglaió erosiu. En aquesta zona s'ha perdut tanta sorra (segurament durant moltes dècades) que el nivell del sediment es troba molt per sota de la planta i ha deixat al descobert una fracció molt important de la mata morta de la praderia sobre la que es sustenta la planta viva. Tenint en compte que en aquesta zona l'enterrament es pren des de la lígula fins el límit superior d'aquesta mata morta, la pèrdua o guany de sorra no té absolutament cap efecte sobre aquest enterrament

ja que el nivell de la sorra ha quedat molt per sota, en alguns casos fins més de mig metre per sota de la planta viva.

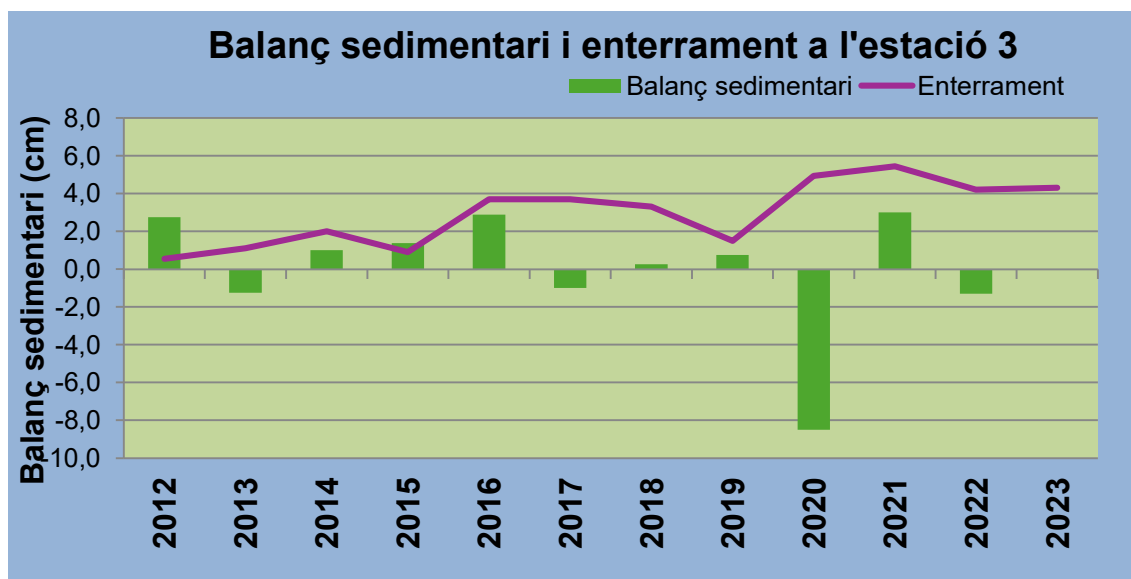
Aquesta és també la raó per la qual, cada cert temps, hi ha despreniments de grans blocs de mata, ja que el propi pes de la mata, i la falta d'un substrat sobre el que subjectar-se i fixar-se, fa que col·lapsi i acabi arrossegant també planta viva. La conseqüència d'aquests despreniments és l'acusada regressió del límit de la praderia que s'observa en aquesta zona.

3.4.3 Estació 3

Com veurem en la gràfica següent, l'estació 3 de cap Sa Tira presenta un comportament bastant diferent al de l'estació 2 tot i estar en fondàries semblants. En l'estació anterior s'ha vist com hi havia una pèrdua de sediment, tímida en la zona antiga i molt més evident en la nova, mentre que en aquest cas s'observa una tendència al guany de sorra que des de 2012 fins 2019 havia acumulat més de 6 cm. Amb el Glòria la pèrdua de sediment fou notable, tenint en compte la fondària en que ens trobem, superant els 8 cm. L'any 2021 hi hagué una certa recuperació i els dos últims anys el balanç sedimentari ha estat gairebé nul, deixant un balanç global des del 2011 de pràcticament 0, és a dir, el nivell de la sorra es manté, des de l'any passat, a on estava el 2011.

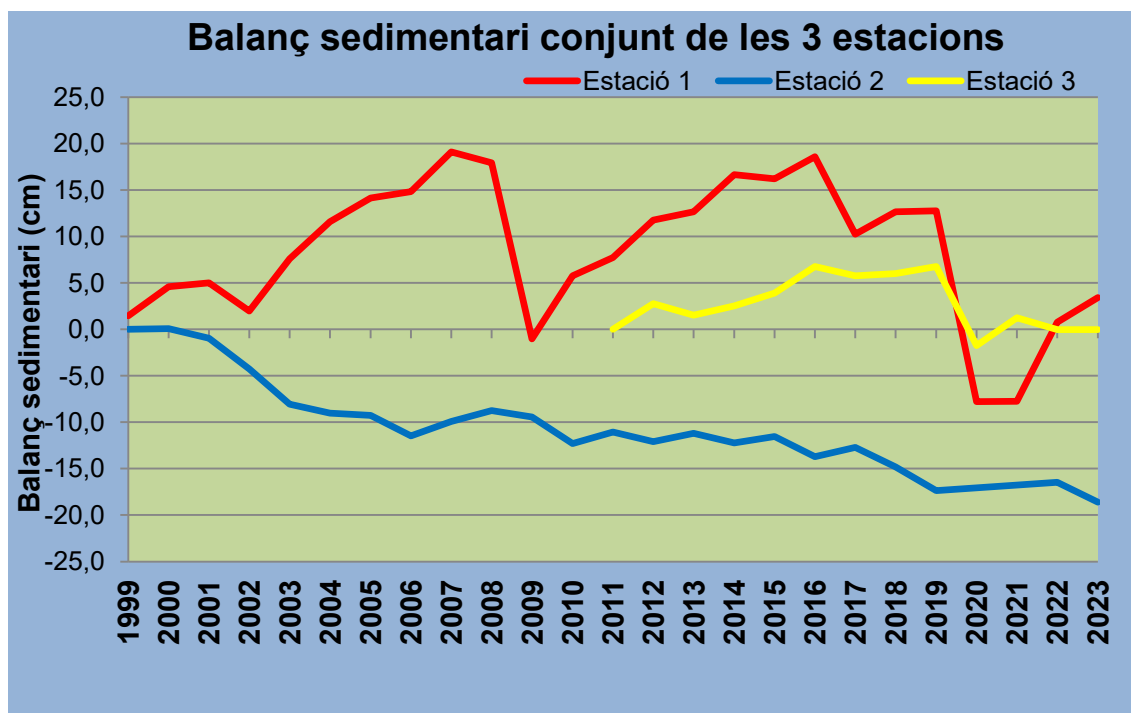


Respecte a la relació entre enterrament i dinàmica de sediment es pot aplicar el que ja s'ha dit a l'estació 2, i és que, amb fluctuacions tan minses del balanç sedimentari, els efectes que es poden percebre en l'enterrament no guarden cap tipus de correlació evident. Sembla doncs que les variacions de l'enterrament són fruit més de factors intrínsecs de la planta i l'herbassar que no pas del moviment de la sorra. Emperò, si algun fenomen puntual, com el glòria en el 2020, genera un moviment de sorra notable (una pèrdua de 8 cm) veiem com l'enterrament llavors si que respon i la planta ràpidament es desenterra.



3.4.4 Anàlisi conjunta

Si posem en comú les gràfiques de moviment de sorres a les tres estacions veurem la gran disparitat de comportament en cadascuna d'elles.



Es fa palès com la dinàmica de sediment és completament antagònica en l'estació 1 i la 2, amb una tendència a l'entrada de sorra, amb disruptions sobtades i puntuals d'aquesta tònica, a la menys fonda, i una pèrdua bastant constant a la segona. Malgrat tot, aquesta tendència a l'estació 1 podria canviar en funció de la dinàmica de temporals excepcionals que tinguem en els pròxims anys.

L'estació 3, tot i estar a una fondària similar a la 2, mostra una situació intermèdia, amb un guany de sorra molt més minso que a l'estació 1, interromput per una pèrdua sobtada arrel del temporal Glòria.

3.5 FLORACIÓ

Sembla que el fenomen de la floració és mes comú del que es pensava, ja que s'ha observat de manera significativa en 16 dels 27 anys d'estudi. A l'estació 2 els anys 2001, 2004, 2021 i 2022, i a l'estació 1 el 2003, 2005, 2010, 2011, 2012, 2013, 2020 i 2023. L'any 2006, 2009, 2015, 2017 han estat els únics casos en que hem observat la floració en les dues estacions. Al 2017 també es va observar a la nova estació Mataró 4 a Pins Mar, mentre que a l'estació 3 no se n'han vist mai.

L'única vegada que s'han observat fruits, tot i que en un estat incipient, va ser el 2011 i el 2013.

Aquest any s'ha observat floració només a l'estació I. Cal tenir present però que el fet que en un any no s'observi floració o només s'observi en una estació no vol dir que a les altres no n'hi hagi hagut. La pròpia dinàmica dels mostrejos, la planificació que requereix cada un i la limitació en el número de sortides que es poden fer cada any sovint limiten tenir un control acurat d'aquest fenomen limitat en el temps en totes les estacions i és un dels elements que s'hauria d'intentar millorar de cara al futur.

Els anys en que s'han vist flors s'han fet alguns mostrejos per determinar d'una manera aproximada quina concentració de flors hi ha. Les dades que s'han obtingut han estat:

Estació 1: 6 flors/m²

Estació 2: 9 flors/m²

Estació 4: 64 flors/m²

Fora de les estacions de seguiment cal destacar que l'any 2021 es va observar una floració massiva a algunes zones de l'alguer properes als punts d'immersió habituals del centre d'immersió BLAUMAR de Mataró. Aquest és un indicador que s'ha aconseguit millorar la percepció dels submarinistes esportius en relació a la importància de la conservació de l'alguer, ja que aquestes observacions es van donar pels mateixos submarinistes que anaven a fer una immersió de caràcter lúdic.

4. CONCLUSIONS

De l'anàlisi dels 27 anys de recollida de dades podem concloure:

ASPECTES NEGATIUS

1. Hi ha una regressió continuada del límit de tres estacions que fa que s'acumulin molts metres quadrats de praderia perduda en els últims 20 anys. Aquest fet s'ha accentuat molt especialment aquests últims anys, arran del temporal Glòria, a les estacions 1 i 3, fent-se també cada cop més palès a la 2.
2. La cobertura de l'estació I ha quedat també molt minvada a conseqüència del Glòria. Tot i haver-se recuperat lleugerament respecte 2020, no sembla que aquesta recuperació hagi de tenir prou força per recuperar valors passats i podria no ser més que un efecte rebot, lògic, donat els desastrosos resultats de 2020.
3. També l'estació 3 ha patit un cop duríssim pel que fa a la cobertura, i el fet que en aquesta zona no tinguem una gran superfície de praderia sinó taques de menor mida fa que la pervivència d'aquesta zona s'hagi complicat. Queda l'esperança de que, sent un indret tan allunyat de la costa, es pugui recuperar si no hi ha nous impactes i torni la tendència anterior d'estabilitat. Afortunadament sembla que la baixada de la densitat durant els anys 2021 i 2022 ha estat puntual, però hem d'estar atents a l'evolució d'aquesta zona tan singular en els propers anys.

ASPECTES POSITIUS

1. La densitat de plantes observada a Pins Mar, on estem establint l'estació 4 durant els últims anys ha estat espectacular. Evidentment estem en les etapes inicials de l'estació i els mostrejos encara són escassos, però es referma per setè any consecutiu el que ja vam definir com una grata sorpresa.
2. La densitat de les estacions 1 i 2 se situen també dins d'uns marges òptims, fet que permet intuir que l'estat de salut de la planta és bo i que en una situació

d'òptimes condicions es podria recuperar. No obstant, aquest bon estat de la planta no podrà compensar els danys estructurals rebuts per la praderia, ja que, si la regressió del límit persisteix i la cobertura es manté tan baixa, no serà suficient per permetre la recuperació de la praderia.

La diagnosi d'aquest any per les estacions 1, 2 i 3 és de **REGRESSIÓ**, especialment pel que fa a l'endarreriment continu del límit i la pèrdua de cobertura, fet que implica que estiguem perdent superfície de praderia a un ritme que no s'havia vist mai en els més de 25 anys que portem de projecte. Aquesta fragilitat és especialment preocupant a l'estació 1, on l'impacte continuat dels temporals no està donant cap treva per una possible recuperació.

Dona la sensació que l'estat de salut de les plantes és bo i que la qualitat de les mateixes es manté any rere any, però en el perímetre de la praderia les circumstàncies canvien i pateix una situació de fragilitat preocupant que implica una contínua pèrdua de superfície. Són preocupants els efectes que sobre la praderia, especialment a les zones més somes, tenen els temporals més forts que es produeixen a les nostres costes i que fins ara presentaven un període de retorn d'entre 7 i 10 anys. Malauradament, tant la irrupció del Glòria com els avisos i advertències que fan les experts en canvi climàtic i en fenòmens litorals, fan témer que la periodicitat d'aquests episodis pugui ser cada cop menor i major la seva intensitat, generant consegüentment impactes de major magnitud.

Per a l'estació 4, en canvi, creiem que la diagnosi ha de ser d'**ESTABILITAT** donats els valors tan alts de densitat observats. Emperò, aquesta estació ha de ser vigilada de prop, ja que l'escassa fondària a la que es troba juga en la seva contra i la fa especialment vulnerable a qualsevol acció o impacte que es produeixi sobre la façana costanera. Per això creiem que s'hauria d'incloure dins de l'espai protegit de la Xarxa Natura 2000 ja que possiblement sigui la única zona de la província de Barcelona amb una densitat així de posidònia a només 5 metres de fondària. Igualment s'haurà d'estar molt pendent davant del projecte de modificació de l'escullera de protecció de la via fèrria ja que les obres corresponents podrien tenir un efecte molt negatiu sobre aquesta zona.

Tant els nostres resultats, com els obtingut pel CEAB CSIC, indiquen que l'alguer de Mataró mostra signes **D'UNA ALTA FRAGILITAT I VULNERABILITAT** tant a fenòmens naturals com l'onatge o la dinàmica litoral, com a fenòmens antropogènics com la regeneració de platges, la modificació de la línia de costa o el sistema de sanejament. Per tot plegat es del tot imprescindible seguir obtenint dades de l'estat de l'alguer de Mataró i cal ser molt curosos sobre qualsevol actuació a nivell de costa que es vulgui dur a terme per que no s'incrementi l'efecte regressiu que es produeix actualment, sobretot a la part més propera a la costa.

ANNEX 1

Candela Marco-Méndez
Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CEAB-CSIC)
c.marco@ceab.csic.es



Informe de las actividades realizadas durante el 2023 por el CEAB-CSIC en el marco del proyecto STORM:
“Tormentas de cambio: cómo fenómenos meteorológicos extremos alteran los ecosistemas costeros mediterráneos, sus servicios y su percepción por parte de la sociedad.”

Personal del CEAB involucrado en los muestreos realizados en Mataró en 2023: Candela Marco-Méndez (coordinadora; investigadora postdoctoral), Felix Calonge (voluntario), Marc Peralta (voluntario) y Gregori Muñoz-Ramos (Escola del Mar de Badalona).

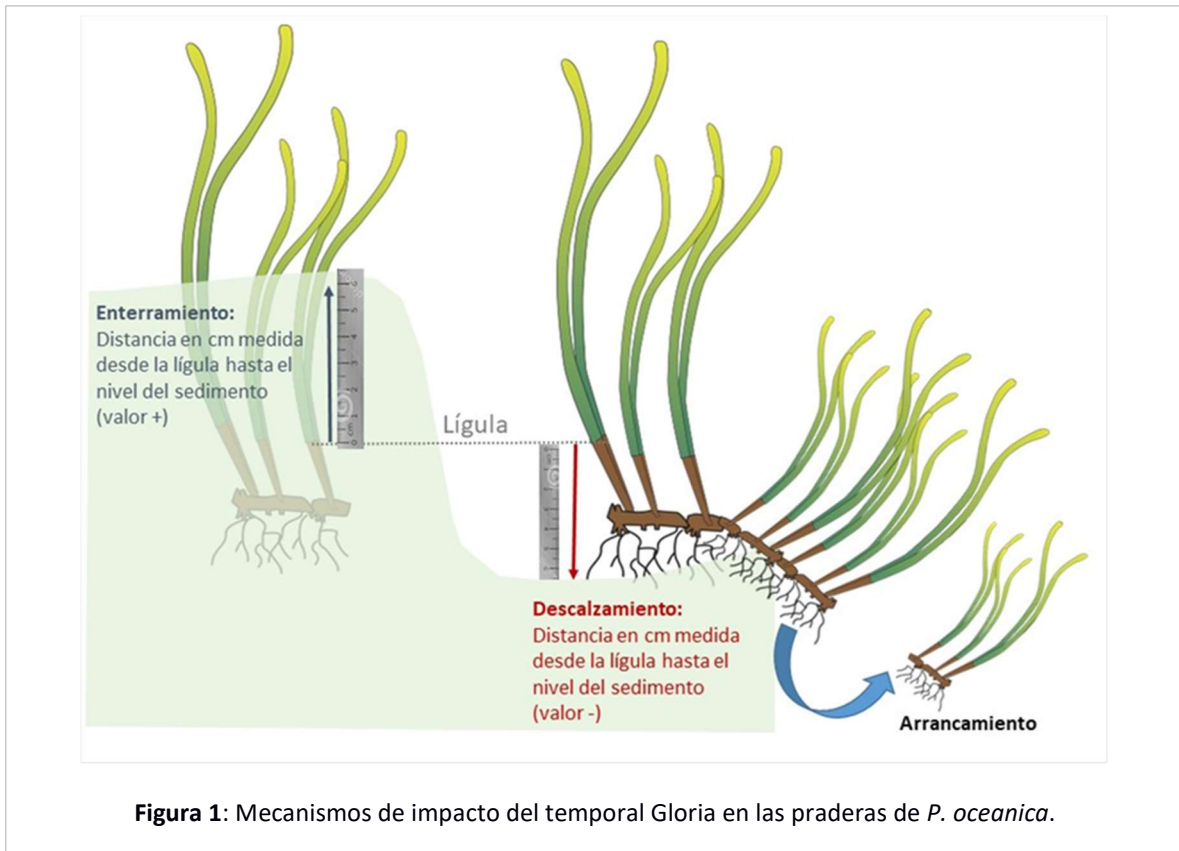
1. Introducción

En las dos últimas décadas, el norte-oeste del Mediterráneo se ha enfrentado al menos a dos temporales de bajo período de retorno (del orden de 100 años o más), y de alta intensidad, el de San Esteban, 2008, y el Gloria, 2020. Estos temporales afectan negativamente a las praderas de *Posidonia oceanica* a través de la movilización del sedimento (acreción y erosión), la reducción de la transparencia del agua y la erosión directa. En estas praderas se ha observado que las tormentas pueden producir una mortalidad directa a través de tres mecanismos principales: el enterramiento, el descalzamiento y el arrancamiento de los haces. El enterramiento tiene unos umbrales claros que son específicos de la especie, por ejemplo, *Posidonia oceanica* pueden soportar un enterramiento de 6-7 cm de sedimento antes de que la mayoría de los haces mueran (Gera et al. 2014). Por otra parte, las tormentas también pueden ser erosivas, retirando gran cantidad de sedimento. Esta erosión puede favorecer el descalzamiento de los haces y su arrancamiento por el impacto del oleaje u otros (Marco-Méndez et al. 2023). La intensidad del temporal, su duración y su trayectoria son predictores relativamente buenos del impacto de la tormenta. Los efectos en el ecosistema estarán relacionados con las características intrínsecas de cada pradera, la profundidad, la distancia de la costa, la exposición, el tipo de sedimento y probablemente el estado ecológico del ecosistema y sus mecanismos de resiliencia.

La tormenta Gloria tuvo lugar durante enero de 2020 y fue considerada uno de los eventos climáticos más extraordinarios de las últimas décadas en el Mediterráneo por su intensidad y duración. A lo largo del año 2020 el equipo del centro de estudios avanzados de Blanes (CEAB) coordinó en colaboración con varias entidades e instituciones (Universidad de Barcelona, Escola de mar de Badalona, IRTA, Instituto de Ecología litoral de Alicante, Universidad de Alicante, IEO Murcia y IMEDEA de Mallorca) una serie de muestreos a lo largo del litoral Mediterráneo con el fin de evaluar los efectos del temporal Gloria en las praderas de *Posidonia oceanica*. Este estudio tuvo como objetivo principal identificar la extensión y el tipo de impacto (enterramiento, descalzamiento y arrancamiento; Figura 1) en 42 praderas de *Posidonia oceanica*, un ecosistema particularmente clave.

Actualmente en el marco del proyecto STORM se pretende seguir estudiando el efecto de los temporales en las praderas de fanerógamas marinas a medio y largo plazo, y continuar con algunos de los experimentos iniciados en el 2020. Los objetivos principales de este proyecto son:

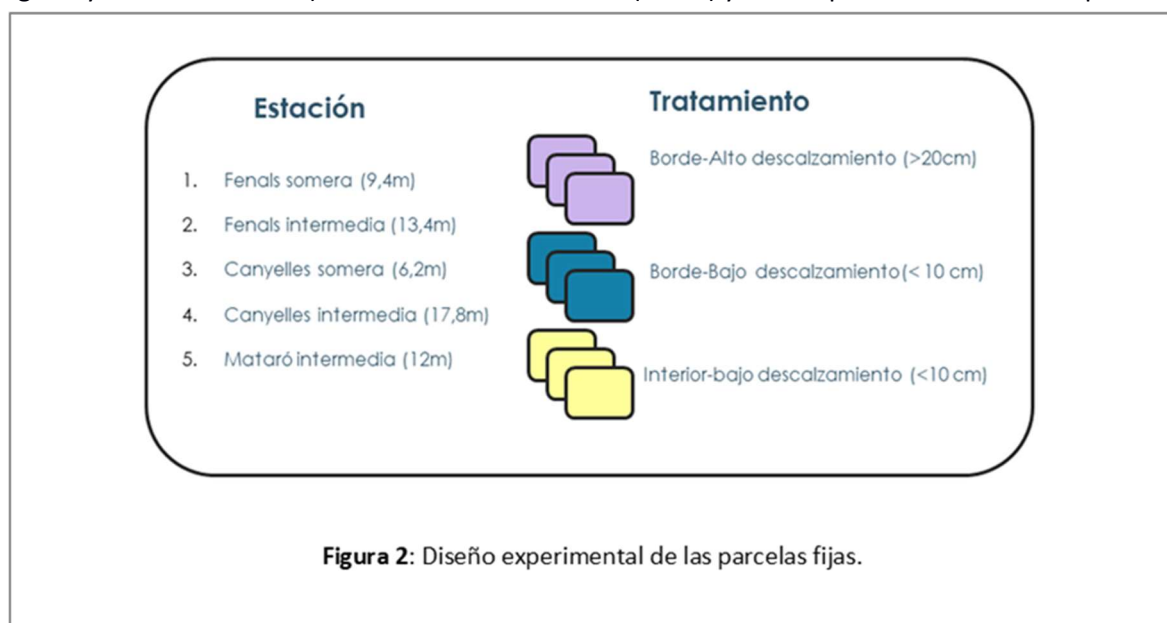
- Documentar los impactos de tormentas extremas en las praderas de *Posidonia oceanica*.
- Evaluar los mecanismos de impacto (inmediato y a largo plazo) en las praderas de *Posidonia oceanica*.
- Evaluar como los efectos de estas tormentas influyen en la vulnerabilidad y la resiliencia de estas praderas.



2. Tareas realizadas en el 2023

2.1. Experimento de parcelas fijas

Dos de los efectos más significativos que caracterizaron al temporal Gloria del 2020 fueron el descalzamiento y arrancamiento de haces, especialmente en las praderas de Fenals y Canyelles (Girona) y Mataró I (Barcelona). El objetivo del experimento de parcelas fijas es el de estudiar la evolución a largo plazo de las praderas más afectadas por el descalzamiento, los mecanismos implicados en su resiliencia (división de haces, reclutamiento) e investigar los umbrales de mortalidad asociados a este impacto. El experimento consiste en seis parcelas cuadradas (50 cm x 50 cm) delimitadas con 4 barras de hierro (1 m de longitud y 1cm de diámetro) clavadas en el sedimento (0.5 m) y unidas por un cabo. En cada pradera hay seis



parcelas colocadas en el borde de la pradera (zona más afectada, dos niveles: alto descalzamiento (n=3) y bajo descalzamiento (n=3) y **tres en el interior** de la pradera (zona menos afectada, bajo descalzamiento (Figuras 2 y 3). Este tratamiento no se llevó a cabo en Mataró por el alto grado de fragmentación de la pradera. En mayo 2022 se realizó el primer muestreo del año con los voluntarios y coordinadores del programa de seguimiento del *Alguer de Mataró*. El equipo CSIC se encargó de visitar las parcelas fijas instaladas en 2020 tras el temporal Gloria para tareas de mantenimiento (marcaje de boyas, estado de las barras, cabo etc...) y las mediciones de: i) nivel de descalzamiento, ii) la densidad de haces vivos y muertos y iii) conteo de haces ortótropos y plagiotropos divididos.

2.2. Experimento de plaquetas

Este experimento pretende evaluar la capacidad de retención y estabilización del sedimento que tienen las praderas de *Posidonia oceanica* en función de sus características estructurales (praderas continuas, fragmentadas o con alta presencia de zonas de mata muerta), su grado de exposición al oleaje y su estado ecológico. Este experimento consiste en pequeñas plaquetas de metacrilato de 10 cm² unidas por un cabo de unos 10 cm de largo a una pequeña boya. Las plaquetas se introducen en el sedimento en posición horizontal quedando enterradas a unos 7-10 cm de profundidad y dejando visible el cabo y la boyita que permitirán identificarlas. Las mediciones se realizan con una regla midiendo la distancia desde la plaqueta a la superficie de sedimento que queda por encima. Estas plaquetas se han instalado en varias praderas del Cap de Creus, Fenals, Canyelles, Mataró y Delta del Ebro con el fin de comparar praderas continuas, fragmentadas, expuestas y protegidas. En cada pradera se colocaron en los límites o bordes de la pradera o de las manchas, en zonas de mata muerta y zonas donde únicamente hay arena (Figura 3). Actualmente el experimento se encuentra en su última fase y pronto podremos aportar algunos resultados.

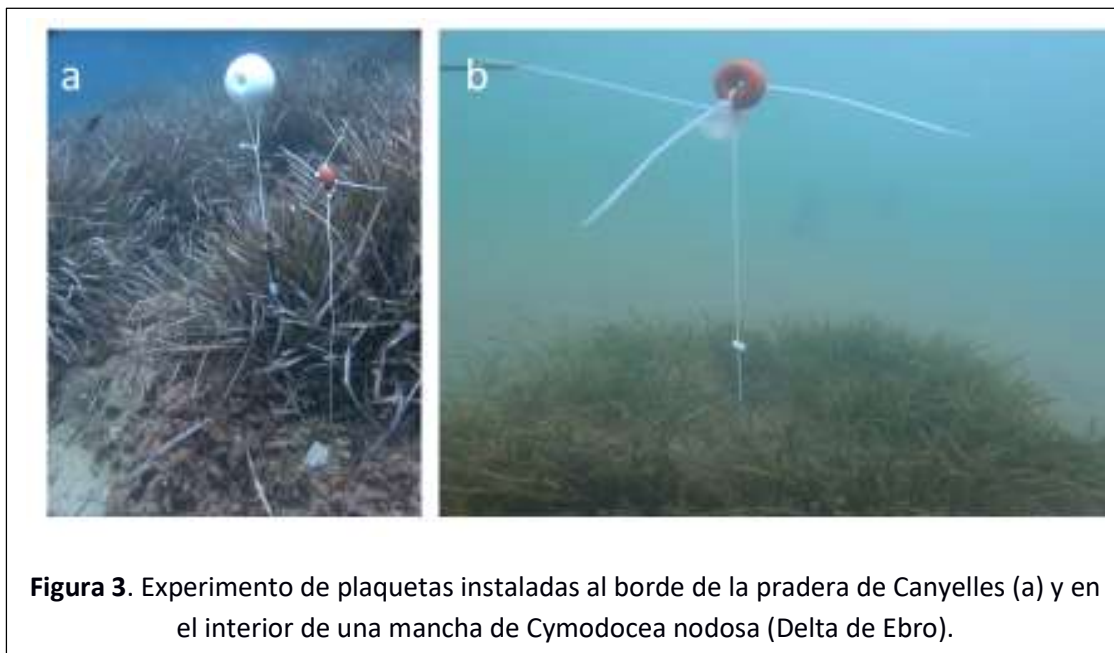


Figura 3. Experimento de plaquetas instaladas al borde de la pradera de Canyelles (a) y en el interior de una mancha de *Cymodocea nodosa* (Delta de Ebro).

3.1. Resultados del impacto Global (Marco-Méndez et al. 2023a y b)

En general, el mayor impacto del temporal Gloria se concentró en las praderas de la costa norte catalana. El principal mecanismo de impacto en las praderas de *P. oceanica* fue a través del descalzamiento de sus haces. Esto sugiere que el temporal Gloria fue un fenómeno de carácter erosivo en términos de dinámica sedimentaria. Algunas praderas mostraron más del 70% de su cobertura descalzada (con niveles superiores a -10 cm, entre ellas la estación de Mataró II situada a 19 m de profundidad). El nivel de descalzamiento (cm) varió entre localidades, pero se llegaron a observar valores superiores a -40 cm, como en Cala Giverola o Mataró I (Figura 4). Este impacto podría comprometer seriamente la supervivencia de los haces y la continuidad estructural de estas praderas a largo plazo. Los principales factores que determinaron la intensidad del impacto de enterramiento y descalzamiento de *P. oceanica* estuvieron relacionados con la intensidad de la tormenta, pero también con la exposición de la pradera y el nivel de fragmentación de la misma. Nuestros resultados preliminares apuntan a que las praderas del norte fueron las más afectadas debido a una combinación de características geomorfológicas y estructurales inherentes a estas praderas (orientación a la tormenta, exposición y fragmentación), que las hace altamente vulnerables.

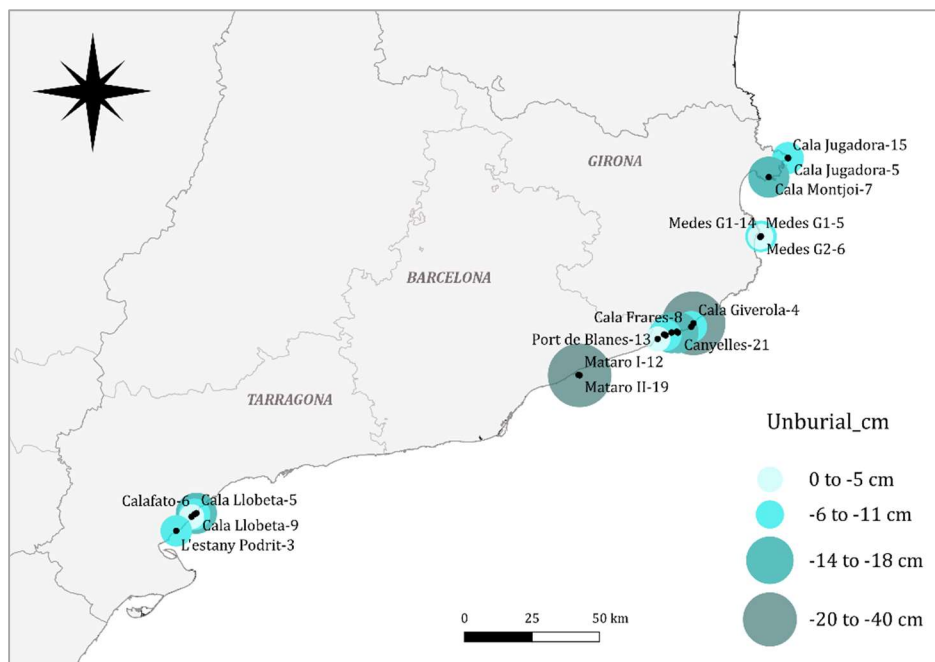


Figura 4. Intensidad del impacto por descalzamiento en la costa catalana

3.2. Efectos del descalzamiento a medio y largo plazo en Matar: Evolución temporal (Marco-Méndez et al. 2024 in prep.)

Los primeros resultados trascurrido un año (2021) mostraron que los niveles medidos en cada tratamiento se mantuvieron similares a los del 2020. Cabe destacar el cambio en la dinámica sedimentaria detectado a partir del 2022 algunas parcelas empiezan a mostrar cambios en los niveles de sedimento (2022 y verano del 2023), reduciéndose el descalzamiento en algunas. Destaca el enterramiento de la parcela 4 situada en el límite de la pradera (noviembre 2023) (Figura 5 superior). Esto pone en evidencia el elevado dinamismo de la pradera y la distribución irregular del sedimento en la misma, lo que podría comprometer zonas especialmente vulnerables, con densidades bajas y poco éxito de reclutamiento.

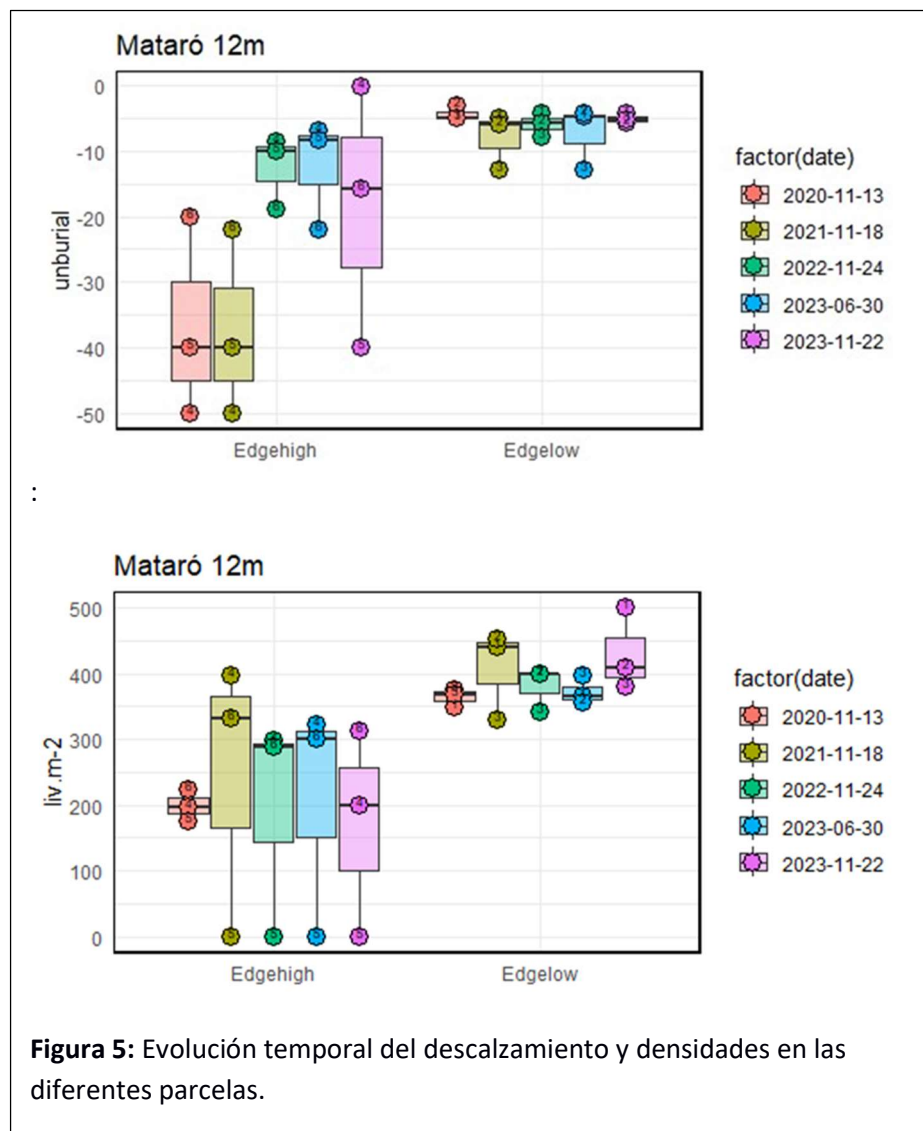


Figura 5: Evolución temporal del descalzamiento y densidades en las diferentes parcelas.

Los resultados del 2021 parecen indicar un ligero aumento de las densidades en las parcelas más descalzadas (Figura 5 inferior y tabla 1), mientras que en las parcelas "control" los valores se mantienen estables. Esto podría estar relacionado con algunos procesos que se empezaron a observar a partir de

ese año en casi todas las parcelas descalzadas: alta división de haces y formación de haces horizontales (plagiotropos) extendiéndose por fuera de la parcela (colonización). Este tipo de mecanismos se han descrito como posibles mecanismos de compensación que emplean algunas especies como estrategia de supervivencia tras un eventual impacto. Es importante señalar que estas respuestas y el éxito de las mismas distan de ser un proceso inmediato, especialmente en el caso de especies de crecimiento lento como *Posidonia oceanica* (Duarte, 1995; Collier and Waycott, 2009). En nuestras observaciones apreciamos una alta fragilidad en los haces y falta de arraigo en el sedimento pues se disponían en forma de abanicos colgantes por encima de los límites o escalones de la parcela (Figura 6, izquierda). Con el fin de monitorear este mecanismo, decidimos integrar en nuestras mediciones el conteo de haces divididos y haces plagiotropos dentro de las parcelas. Hasta la fecha seguimos observando arrancamiento de haces y formación de estos “abanicos de plagiotropos colgantes”. En el año 2022 destacó un evento de floración extensivo a todo el Mediterráneo, posiblemente debido a las elevadas temperaturas registradas ese año. En el 2023 se han observado flores puntualmente pero no dentro de las parcelas.

Nuestros resultados indican que la pradera de Mataró I aún sigue mostrando signos de afección debidos al Gloria (elevado descalzamiento y mortalidad en algunas parcelas), mostrando aún su alta fragilidad y vulnerabilidad frente al oleaje, procesos sedimentarios de acreción o erosión que puedan acontecer tras pequeñas tormentas o temporales, sin despreciar otros potenciales impactos de carácter antropogénico.



Tabla 1: Densidades (haces/m²) y valores de descalzamiento (cm) medidos durante el experimento

Nov_2020			May_2021	
Parcela	cm	haces/m ²	cm	haces/m ²
1	-5	348	-5	440
2	-3	376	-6	452
3	-5	368	-13	328
4	-50	196	-50	396
5	-40	176	-40	0
6	-20	224	-22	332
Nov_2022			jun_2023	
Parcela	cm	haces/m ²	cm	haces/m ²
1	-4	400	-5	364
2	-6	400	-4	364
3	-8	340	-13	356
4	-9	297	-7	323
5	-10	0	-8	0
6	-19	289	-22	300
Nov_2023				
Parcela	cm	haces/m ²		
1	-4	500		
2	-6	408		
3	-5	380		
4	0	200		
5	-40	0		
6	-16	312		

Bibliografia:

Marco-Méndez, C., Pagès JF, Seglar X, Muñoz-Ramos G, 2023a. Efectes dels temporals extrems als herbeis de Posidonia oceanica i a la consciència mediambiental col·lectiva. Atzavara, L' 33, 87-98

Candela Marco-Méndez, Núria Marbà, Ángel Amores, Javier Romero, Mario Minguito-Frutos, María García, Jordi F. Pagès, ... Teresa Alcoverro, 2023b. Evaluating the extent and impact of the extreme Storm Gloria on Posidonia oceanica seagrass meadows. Science of The Total Environment, Volume 908, 2024, ISSN 0048-6977. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168404>.

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>.

C. Collier, M. Waycott. 2009. Drivers of Change to Seagrass Distributions and Communities on the Great Barrier Reef: Literature Review and Gaps Analysis Reef and Rainforest Research centre (2009)

C.M. Duarte, 1995. Submerged aquatic vegetation in relation to different nutrient regimes
Ophelia, 41 (1) (1995), pp. 87-112