

Nous indicadors: Descripció de l'episodi de proliferació d'algues filamentoses ocorregut al Parc Natural de Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter

Bernat Hereu, Eneko Aspillaga, Pol Capdevila, Cristina Linares, Alba Medrano, Marta Pagès, Graciela Rovira

- L'any 2017 s'ha produït un llarg episodi de proliferació d'algues filamentoses mucilaginoses, entre maig i setembre, que ha afectat la major part dels Parcs Naturals de Catalunya.
- El creixement màxim s'ha produït en les zones més assolellades i encalmades, entre 10 i més de 30 metres de fondària.
- Aquest fenomen ha tingut uns efectes importants sobre les espècies i hàbitats bentònics, especialment sobre els organismes filtradors com gorgònies i coralls.
- Els efectes sobre altres organismes com peixos bentònics o algues no s'ha pogut quantificar, tot i que es probable que sigui important

- Totes les tècniques assajades per a eliminar localment aquestes algues han estat infructuosos, inclús perjudicials pels organismes bentònics.
- Les causes d'aquesta proliferació està probablement lligada a les altes temperatures, juntament amb l'elevada concentració de nutrients a l'aigua.
- Tot i que no es pot actuar directament sobre aquestes algues, sí que es podria atenuar el seu creixement evitant l'abocament de nutrients i l'eutrofització de l'aigua del mar.
- Recomanem que en els anys que es detecti aquestes proliferacions s'augmenti el criteri de prudència per a minimitzar els efectes d'altres pertorbacions que poden actuar sinèrgicament.

Aquest capítol ha de ser citat com:

Hereu, B., Aspillaga, E., Capdevila, P., Linares, C., Medrano, A., Pagès, M., Rovira, G. (2018). Descripció de l'episodi de proliferació d'algues filamentoses ocorregut al Parc Natural del Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. *Seguiment del medi marí al Parc Natural de Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Memòria tècnica 2017*. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Polítiques Ambientals i Medi Natural.

Introducció

En aquest capítol es fa una descripció de l'episodi de proliferació d'algues filamentoses ocorregut als Parcs Naturals de Catalunya i a gran part de la costa Catalana durant la primavera i estiu de 2017.

Les proliferacions d'algues filamentoses i substàncies mucilaginoses formant agregats mucosos massius no és un fenomen nou a la Mediterrània (Molin *et al.* 1992), on s'han descrit episodis en diferents localitats i anys en les darreres dècades (Calvo *et al.* 1991; 1995; Innamorati 1991, 1995; Rinaldi *et al.* 1995; Giuliani *et al.* 2005; Schiaparelli *et al.* 2007; Giani *et al.* 2016). Tot i que aquestes agregacions d'algues filamentoses al bentos són relativament freqüents, solen estar limitades a àrees petites, i durant períodes de temps relativament curts, normalment al final del període d'estiu (Lorenti *et al.* 2005).

Aquestes proliferacions massives d'agregats mucilaginosos poden tenir orígens diferents. Per una part, la producció excessiva de fitoplàncton, majoritàriament per diatomees i dinoflagel·lats, a la columna d'aigua produeix una excreció de polisacàrids que acaben cohesionant i caient al fons (Herndl & Peduzzi 1988; Rinaldi *et al.* 1995; Pompei *et al.* 2003). Per altra banda, la proliferació d'algues filamentoses bentòniques pot també acumular gran quantitat de mucilag sobre els fons marins, inclús per sota de la termoclina (Calvo *et al.* 1991; Innamorati 1991, 1995; Rinaldi *et al.* 1995; Giuliani *et al.* 2005), fenomen que també pot estar acompanyat per la proliferació de mucilags pelàgics (e.g. Lorenti *et al.* 2005). Aquesta acumulació d'algues filamentoses està típicament composta per diverses espècies del grup de les crisofícies (*Nematochrysopsis marina*, *Chrysonephos lewisii*) i les ectocarpàcies (*Acinetospora crinita*) (Giuliani *et al.* 2005). En general, les dues primeres constitueixen el principal component d'aquests agregats, i dominen en els primers 20 metres de fondària, mentre que *A. crinita*, tot i que està descrita en ambients fotòfils i calms, pot ser l'alga més abundant a més fondària (Giuliani *et al.* 2005). Aquestes proliferacions típicament apareixen a mitjans o finals d'estiu, tot i que en anys en que constitueixen grans acumulacions el seu desenvolupament és anterior.

Independentment del seu origen, les agregacions de mucilags poden causar greus pertorbacions als ecosistemes marins. L'aparició d'agregats mucilaginosos pelàgics pot interrompre el cicle d'alimentació i reproducció d'espècies pelàgiques, afectant així les pesqueries locals (Rinaldi *et al.* 1995; Lorenti *et al.* 2005). No obstant, quan s'acumulen al fons poden causar greus pertorbacions a les espècies i hàbitats bentònics (Calvo *et al.* 1995). Per una part, l'acumulació sobre la superfície dels organismes impedeix el contacte amb la columna d'aigua ja sigui per alimentar-se o respirar, o creant condicions anòxiques causant la mort d'organismes per ofegament (Rinaldi *et al.* 1995; Pellegrini *et al.* 2003). Per altra banda, l'acumulació de mucilag sobre organismes amb una estructura tridimensional, com gorgònies o algues arborescents, pot augmentar el pes que suporten i la seva resistència a les corrents, de forma que aquests organismes són més fàcilment descalçats (Rinaldi *et al.* 1995; Giuliani *et al.* 2005). Altres organismes mòbils, com crustacis o peixos, especialment bentònics i que interaccionen amb el fons per alimentació o reproducció,

també poden ser afectats per aquest fenomen (Rinaldi *et al.* 1995). Quan aquestes acumulacions són molt denses, també poden cobrir els organismes fotosintètics, podent causar alteracions en el seu creixement o supervivència.

Aquestes proliferacions mucilaginoses s'han associat a períodes extraordinaris en que la temperatura de l'aigua ha estat més elevada, i en períodes d'estabilitat atmosfèrica, com ha estat el cas de les onades de calor dels anys 1993 (Mistri i Ceccherelli 1996), o l'estiu de 2003 (Giani *et al.* 2016) (Mistri & Ceccherelli 1996; Schiaparelli *et al.* 2007). A més, s'ha hipotetitzat que aquests fenòmens poden estar potenciats per un augment de la concentració de nutrients a l'aigua (Calvo *et al.* 1995), tot i que en altres ocasions, no s'ha pogut observar un augment de l'eutrofització associada a aquestes proliferacions (Innamorati *et al.* 2001, Misic *et al.* 2011).

Descripció de l'episodi de proliferació de l'any 2017

L'aparició i creixement d'aquest mucíl·lag es va produir de forma sobtada, en un període de creixement de unes dues setmanes, entre mitjans de maig i principis de juny, i va assolir una cobertura màxima entre juny i juliol de 2017 cobrint grans extensions.

Un cop detectat aquest fenomen, es va procedir a determinar la seva extensió dins dels Parcs Naturals de Catalunya, mitjançant una sèrie d'immersions de prospecció a diferents punts del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, i el Parc Natural de Cap de Creus, amb l'objectiu de determinar la presència d'algues mucilaginoses, la seva extensió batimètrica i el grau de cobertura sobre el fons. A més, es va aprofitar la visita a diverses localitats dins el seguiment d'altres descriptors en les que també es va observar i descriure aquest fenomen (Taula 1, Figura 1 i 2).

En general, la presència d'algues mucilaginoses va ser molt extensa, presents en tota l'extensió dels Parcs Naturals, i ocupant un rang batimètric de entre 10-15 metres en el seu límit superior, probablement limitat per la hidrodinàmica, que amb onades i corrents impedeix el seu assentament, i un límit inferior entre 25 i més de 30 metres de fondària, on la disponibilitat de llum limitaria el seu creixement (Taula 1, Figura 1 i 2). No obstant, la cobertura no va ser regular, i es va poder observar una major abundància en les zones més assolellades i encalmades, orientades al S, mentre que en les zones orientades al Nord i sota penya-segats, especialment a les illes Medes i al costa del Montgrí, on aquest tipus d'orografia és més comú, la cobertura d'aquestes algues era molt limitada o inclús absent (Taula 1, Figura 1 i 2). En les zones on aquesta proliferació era abundant va arribar a cobrir el 100% de la superfície, incloent organismes estructurals com gorgònies o algues arborescents (Figura 3).

En dues de les zones de màxim creixement i cobertura (roques del Freu de la Meda, i Dofi Sud, Figura 2), es va procedir a quantificar la biomassa d'aquest mucíl·lag mitjançant recol·lecció manual en un quadre de 50x50 cm a una fondària constant de 20 metres, i separant el mucíl·lag d'altres algues i organismes. En cada una de les estacions es varen recol·lectar quatre rèpliques, i es va mesurar el pes fresc (escorregut) i el pes sec mitjançant el previ assecat de les mostres en una estufa a 110° durant 24 hores. En les dues estacions, la cobertura era del 100%, tot i que en termes de biomassa el valor va diferir, havent un valor màxim a la zona del Dofi Sud (Taula 2).

Taula 1. Estacions de control sobre la proliferació d'algues filamentosos de l'any 2017. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Parc	Protecció	Estació	Data observació	Recobriment	Fond. obs. (m)	Limit sup. (m)	Limit inf.(m)
Cap de Creus	RNI	Encalladora	28/09/2017	25-75 %			
	RNP	Farallons	27/09/2017	25-75 %	18		
		Cala Culip	11/07/2017	>75 %		16	20
		El Gat	11/07/2017	>75 %		16	28
	PN	Cala Cativa	10/07/2017	>75 %			
		Cap Gros	27/09/2017	25-75 %	19		
		Portaló	10/07/2017	>75 %		15	30
		Cala Cudera	11/07/2017	>75 %		18	28
		Messina	29/09/2017	25-75 %	25		
		Pta. Figuera	11/07/2017	<25 %		18	28
		Bau del Cap Trencat	28/09/2017	<25 %	21		
Medes i Montgri	RNI	Medallot	15/07/2017	>75 %		10	30
	ZPP	Freu	26/06/2017	>75 %		20	20
	RNP	Salpatxot	06/07/2017	>75 %		10	26
		Pedra de Déu	16/07/2017	<25 %			
		Pota del Llop	05/08/2017	No observat			
		Dofi Sud	06/07/2017	>75 %	20		
		Ferranelles i Tascons	06/07/2017	>75 %		15	30
		Tascó Gros	07/08/2017	>75 %		12	32
		Tascó Petit	07/08/2017	>75 %			
	PN	Punta del Milà	02/08/2017	No observat			
		Baix de Cols	16/04/2017	<25 %			
		Tres Coves	02/08/2017	No observat			
		Cap Castell	02/08/2017	No observat			
		Morisca	01/08/2017	No observat			
		Puig Sardina	08/08/2017	>75 %		15	30
		Utrera	02/08/2017	25-75 %			
		Paieta	01/08/2017	>75 %		15	25
		Punta Salines	03/08/2017	<25 %			

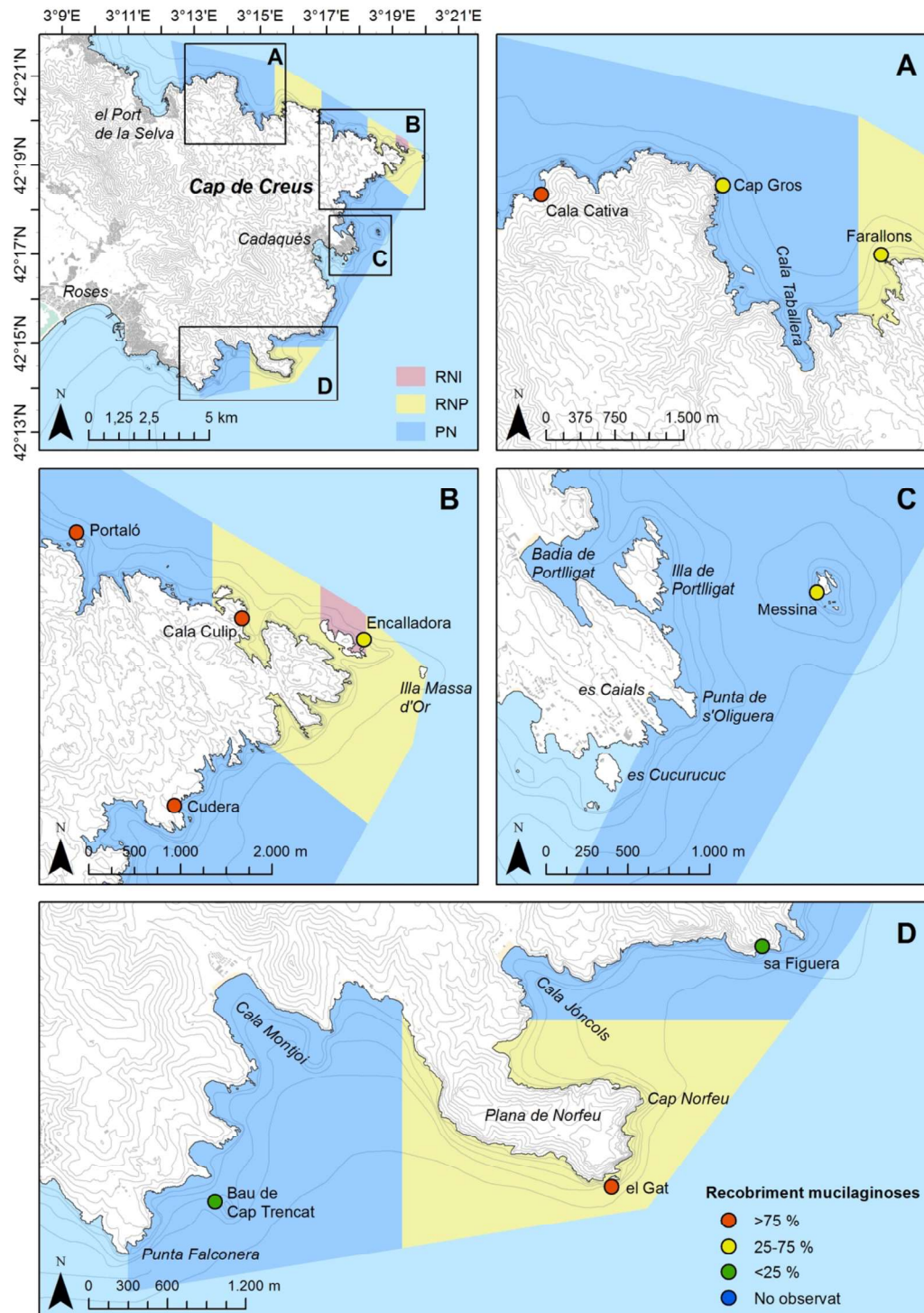


Figura 1. Mapa de les estacions de mostreig d'algues filamentosos al Parc Natural de Cap de Creus de l'any 2017. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

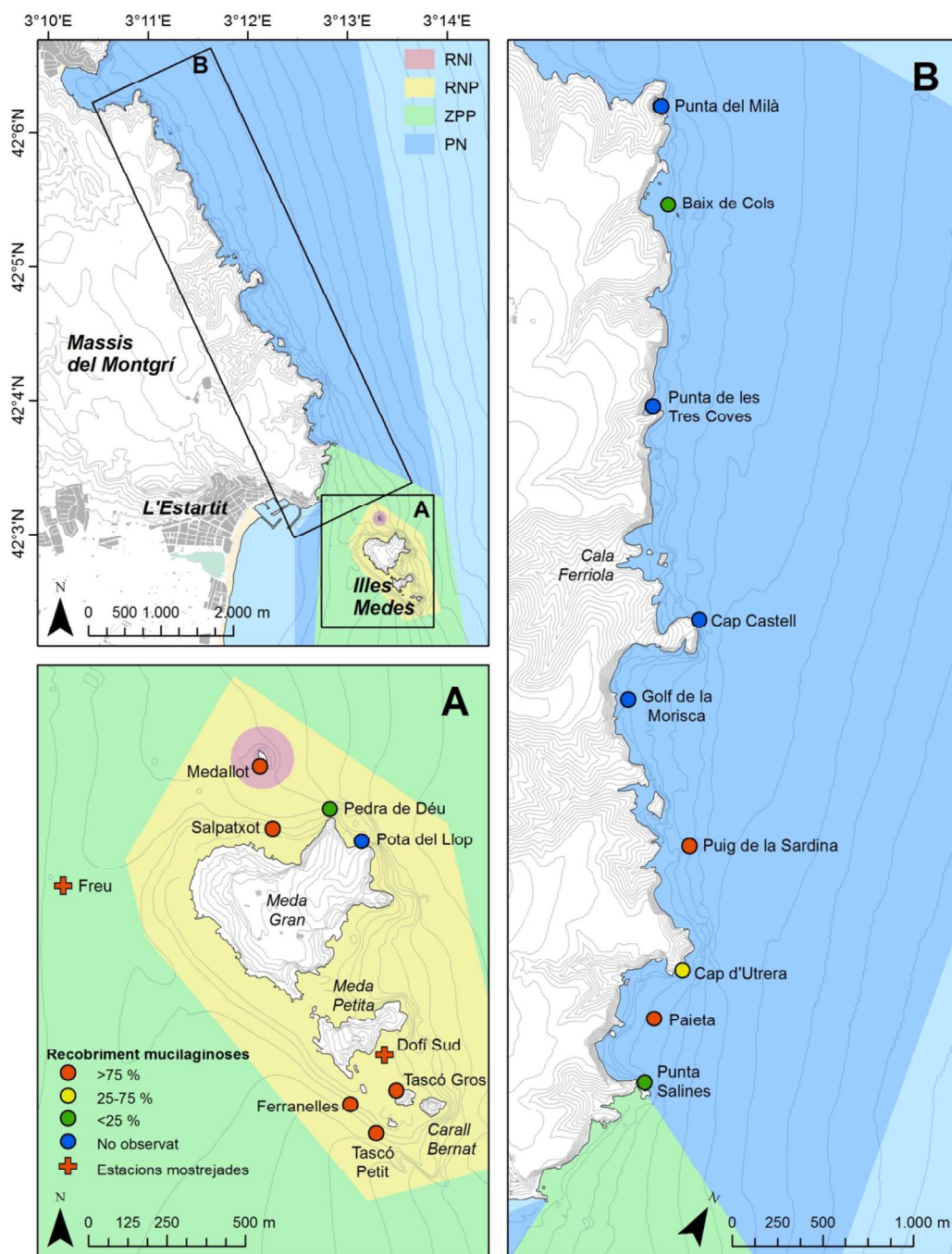


Figura 2. Mapa de les estacions de mostreig d'algues filamentosos del Parc Natural del Montgrí, Illes Medes i Baix Ter, de l'any 2017. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica a la Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

Taula 2. Mesures de biomassa d'algues mucilaginoses en quadrats de 50x50 cm a dues estacions del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter.

Lloc	Data	Quadrat	Pes fresc (g)	Pes sec (g)
El Freu	13/06/2017	1	18,72	2,24
		2	15,42	2,79
		3	32,35	5,94
		4	18,22	2,73
		Mitjana $\pm$ SD	21,18 $\pm$ 7,59	3,43 $\pm$ 1,69
Dofí Sud	14/06/2017	1	62,62	9,61
		2	54,84	8,72
		3	57,88	8,17
		4	35,29	5,12
		Mitjana $\pm$ SD	52,66 $\pm$ 12,01	7,91 $\pm$ 1,95

La duració d'aquest fenomen, comparat amb altres descrits i/o observats ha estat extraordinàriament llarga, ja que va començar a mitjans de maig i principis de juny, i es va estendre fins a finals de setembre, quan encara hi havia restes d'aquest mucíl·lag sobre els organismes arborescents com gorgònies i algues. Altres fenòmens similars solen finalitzar quan hi ha algun temporal de mar que remou la columna d'aigua i resuspèn aquest mucíl·lag, o quan corrents marines l'alliberen del fons i de la superfície dels organismes. La primavera i estiu de 2107 va ser especialment tranquil·la, fet que probablement va afavorir el creixement i duració d'aquestes algues mucilaginoses. No obstant, es va poder observar que el període de creixement d'aquestes algues es va allargar fins a mitjans de juliol, a partir del moment en que varen començar a degradar-se lentament, agafant un aspecte més marronós i a disgregar-se, tot i que es varen mantenir sobre el fons i organismes fins a finals de setembre i principis d'octubre.

Recurrència del fenomen

Un fenomen similar es va poder observar a la primavera i estiu de 2015, quan es va produir una proliferació de macroalgues filamentoses que varen cobrir pràcticament el 100% de la major part dels fons entre 10 i 25 metres de fondària, epifitant les espècies sèssils com els briozous, gorgònies i altres organismes (Hereu *et al.* 2016). Aquesta proliferació de macroalgues filamentoses va ser un esdeveniment generalitzat a tota la conca del Mediterrani Occidental, ja que també es va poder observar en zones més septentrionals, com el Parc Nacional de Port-Cros (França) i la Reserva Marina de Scandola (Còrcega) (Hereu *et al.* 2016). Aquestes macroalgues varen estar un període de temps perllongat, pel que varen afectar a diversos organismes, incloent els briozous, i ja es varen poder observar els primers signes de mortalitat durant la primavera de 2015 (Hereu *et al.* 2016). Creiem que aquesta proliferació d'algues filamentoses va tenir un important efecte sobre la important mortalitat de briozous, entre el 64 i el 96 % de les poblacions estudiades, detectada l'octubre de 2015 (Hereu *et al.* 2016).

Proves d'extracció i minimització

Aquest fenomen va ser motiu de preocupació, especialment pels centres de busseig, pescadors i altres usuaris del litoral marí, fet que es va reflectir inclòs en diversos mitjans de comunicació.

Amb l'objectiu de desenvolupar metodologies per a poder mitigar aquest fenomen, especialment en els hàbitats més sensibles, com les poblacions de gorgònia vermella o els boscos d'algues estructurals, es va dur a terme una sèrie d'iniciatives per a eradicar o netejar els mucíl·lags del fons o de sobre els organismes. Aquestes proves varen consistir en l'eradicació manual, l'ús de mecanismes de succió mitjançant aire comprimit o l'ús de propulsors ("torpedes") submarins per a generar corrent i resuspendre el mucíl·lag.

Cap d'aquestes tècniques va mostrar ser eficient, ja que la gran quantitat de mucíl·lag i la seva fixació al fons, especialment sobre alguns organismes com la gorgònia vermella, que tenen la superfície rugosa i impedeix el seu alliberament, no va permetre la neteja d'aquestes algues. A més, algun d'aquests mètodes, especialment l'ús de torpedes, tenen el risc de malmetre el fons i els organismes, de forma que es podria causar un impacte major intentant atenuar el causat pel mucíl·lag.

Efecte sobre les espècies i hàbitats bentònics

Aquest fenomen ha produït probablement un greu impacte sobre els ecosistemes bentònics.

Per una part, la cobertura dels organismes filtradors, ja sigui gorgònies, esponges o altres, s'han vist fortament afectats. De fet, les elevades mortalitats de gorgònies observades en alguns punts corroboren aquesta observació. Malgrat que no podem determinar si la causa de la mortalitat de les gorgònies ha sigut només per temperatura, només la proliferació d'algues filamentoses o una acció combinada d'ambdues (el més probable), els valors de mortalitat d'enguany són els més elevats que s'han registrat fins ara en tots els anys de seguiment. No obstant, les estacions que enguany han mostrat menys mortalitat de gorgònia vermella, com la Vaca o Pota del Llop, eren estacions que no varen mostrar una cobertura important d'algues filamentoses, fet que fa pensar que aquestes són les responsables de gran part de la mortalitat en la resta d'estacions.

Una altra evidència de mortalitat d'organismes la tenim en l'espècie de corall hermatípic *Cladocora caespitosa*, ja que moltes de les colònies observades a finals d'estiu mostraven signes de mortalitat o d'emblanquiment (veure panell de fotografies). Un altre cop, es difícil diferenciar l'efecte de la temperatura de l'efecte de les algues filamentoses, però el cert és que probablement sí que aquestes hagin contribuït en gran manera a aquesta mortalitat.

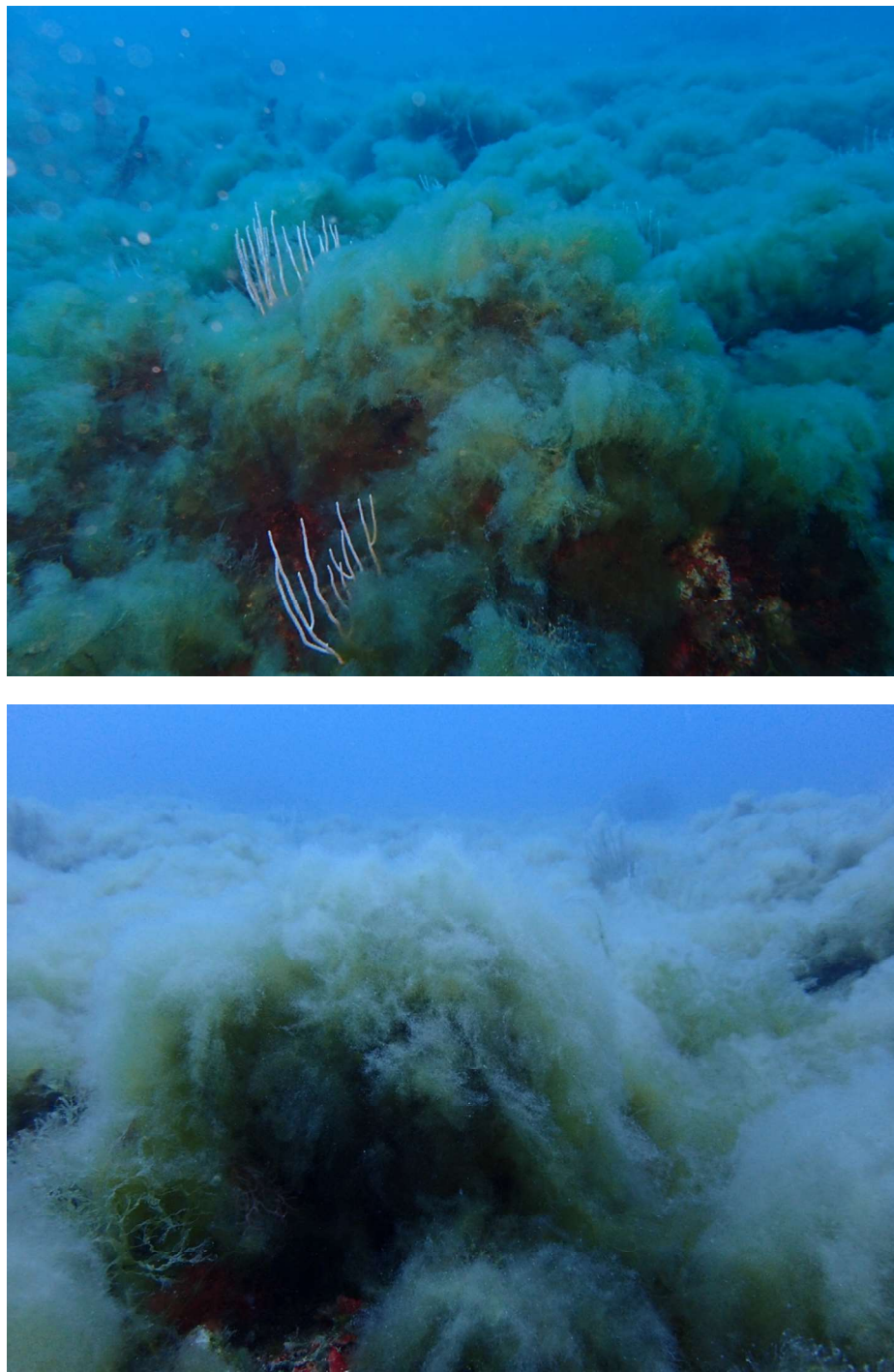


Figura 3. El recobriment d'algues filamentoses va ser del 100% en les zones assolellades i encalmades, cobrint la totalitat dels organismes bentònics (Ferranelles, Maig de 2017).

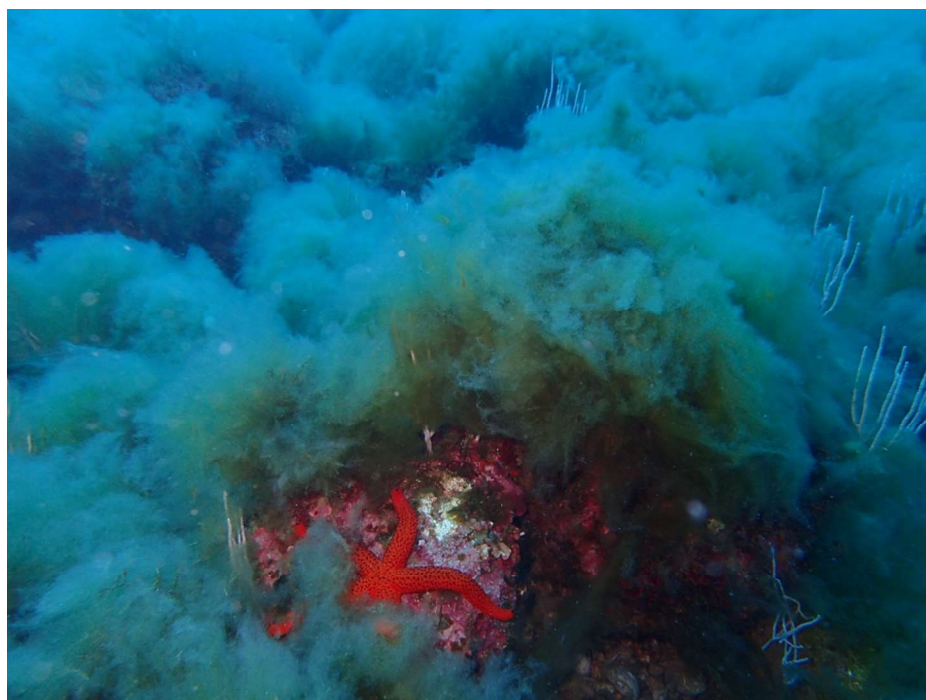


Figura 3 (cont). Peus de *Cystoseira zosteroides* (a dalt) i colònies de la gorgònia blanca *Eunicella singularis*, esponges, algues calcàries i organismes vàgils, com l'estrella de mar *Echinaster sepositus* varen quedar totalment coberts per les algues filamentosos.



Figura 3 (cont). Les colònies de la gorgònia vermella *Paramuricea clavata* de les zones afectades es varen cobrir totalment per algues filamentoses (Puig de la Sardina, Agost de 2017), i hi varen estar enganxades fins a mitjans d'octubre (a baix, Medallot).

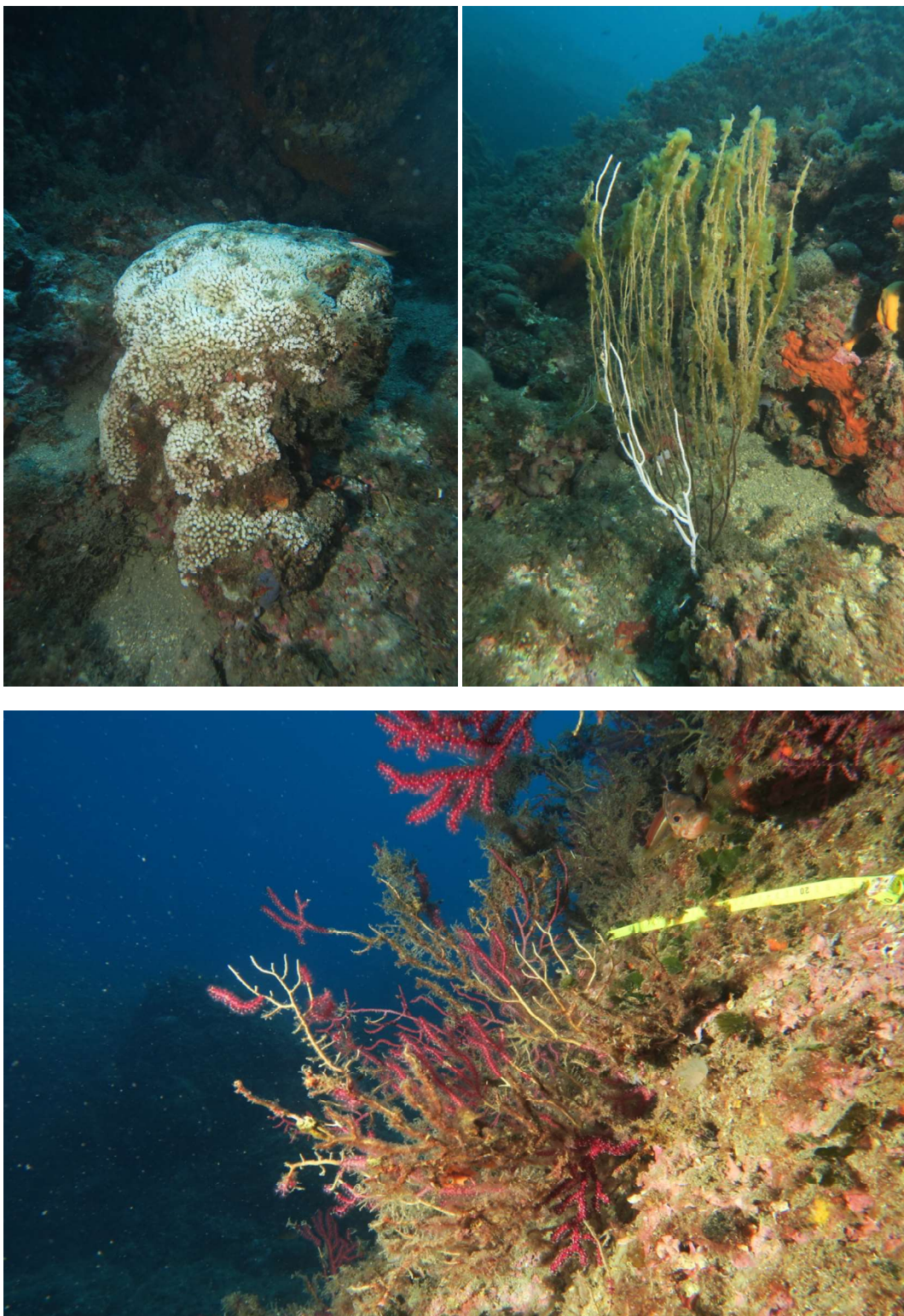


Figura 3 (cont). La proliferació d'algues filamentoses probablement ha contribuït a l'elevada mortalitat d'organismes sèssils detectada a finals d'estiu. A dalt, gran colònia de *Cladocora caespitosa* amb un elevat percentatge de superfície emblanquinada i morta (esquerra), i colònia de gorgònia blanca *Eunicella singularis* amb una gran superfície morta (dreta). A baix, colònies de gorgònia vermella *Paramuricea clavata* amb un alt percentatge de superfície morta i epifitada. El Guix, Octubre de 2017.

De la mateixa forma, aquest any també hem pogut observar mortalitat d'algues calcàries incrustants, fenomen ja observat en anys anteriors, i que possiblement també hagi estat magnificat per l'efecte de cobriment d'aquestes algues filamentoses. No obstant això no deixa de ser una hipòtesis que haurem de seguir investigant en un futur.

Aquesta proliferació probablement també haurà tingut altres efectes sobre organismes mòbils com peixos. Cal recordar que, per una part, molts dels peixos bentònics que poblen els fons marins litorals són omnívors que s'alimenten d'organismes del fons, i que el fet que gran part dels fons estiguin coberts per aquest mucíl·lag de ben segur que els haurà limitat la seva alimentació. Per altra banda, moltes espècies de peixos bentònics, com la majoria de làbrids, es reproduïxen fent nius i/o posant els ous sobre el fons, precisament dels ambients on aquestes algues filamentoses han proliferat, de forma que probablement també haurà afectat la reproducció d'aquests organismes. No obstant, una vegada més no tenim prou evidències per a determinar aquest hipotètic efecte, de forma que només es podrà determinar amb una recerca futura.

Relació del fenomen amb les condicions ambientals

El registre de temperatures realitzat per Josep Pascual (Estació Meteorològica de l'Estartit) indica que l'any 2017 va ser un any en que la temperatura de l'aigua va estar per sobre de la mitjana històrica durant pràcticament tot l'any fins a finals d'octubre, especialment durant el mesos de primavera i principis d'estiu (Figura 4).

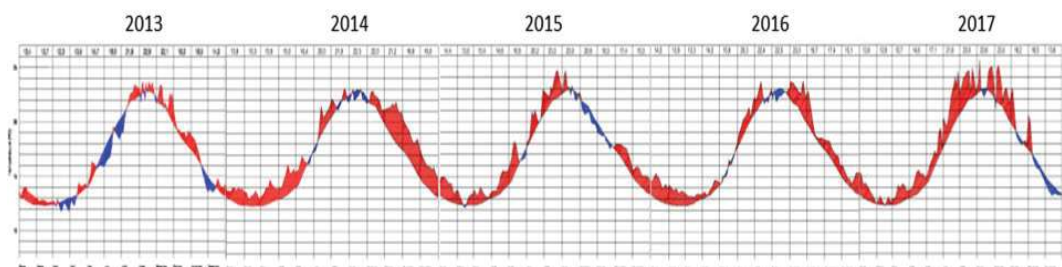
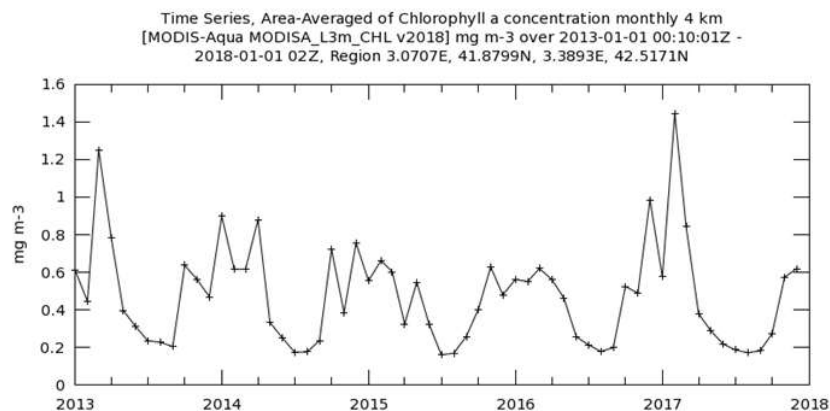


Figura 4. Temperatura de l'aigua de mar (°C) en superfície a l'Estartit (lat. 42°03' N, long. 3° 15' 15'' E), en els anys 2013-2017. Es representa la temperatura mitjana mensual de cada any, comparada amb la mitjana climàtica (1973-2012), on el color vermell indica els valors per sobre la mitjana climàtica, i el color blau els valors per sota.

Per a obtenir una estima de la disponibilitat de nutrients, hem utilitzat les dades de concentració de clorofil·la a través de les mesures del satèl·lit MODIS-Aqua que ens indica que l'any 2017 es va produir un pic important de productivitat a la zona costanera entre el Nord de cap de Creus i el gols de Pals (Figura 5).



- Selected date range was 2013-01-31 - 2017-12-31. Title reflects the date range of the granules that went into making this result.

Figura 5. Valors mensuals mitjans de concentració de Clorofil·la a (mg/m³) a la zona costanera compresa entre el N de Cap de Creus i el golf de Pals i 10 milles mar enfora, segons les observacions del satèl·lit i models Modis-Aqua (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>).

Comparant els diferents anys de la sèrie, veiem que els anys 2015 i 2017, la temperatura mitjana va ser més elevada durant els mesos de proliferació d'algues filamentoses. L'any 2015 la temperatura es va normalitzar a partir de l'agost, mentre que l'any 2017 es va mantenir molt per sobre la mitjana fins a finals d'estiu. Aquest perfil tèrmic podria explicar el fet que la proliferació d'algues del 2015 va ser menys important i va durar menys que l'observat el 2017. A més, si tenim en compte els valors de producció (Figura 5), observem que l'any 2017 hi ha un pic de producció. Així doncs, durant l'any 2017 va coincidir una alta temperatura durant la primavera i estiu i un elevat pic de productivitat (associat a una major concentració de nutrients), fet que sembla corroborar que la combinació d'aquests dos factors pot explicar la magnitud del fenomen de creixement d'algues filamentoses d'aquest any.

Conclusions

L'any 2017 s'ha produït un llarg episodi de proliferació d'algues filamentoses mucilaginoses, que ha durat entre mitjans de maig i finals de setembre i que ha afectat una gran extensió, ocupant pràcticament la totalitat dels Parcs Naturals de Catalunya i moltes parts de la mediterrània occidental.

Aquestes algues filamentoses s'han distribuït principalment en les zones més assolellades i més encalmades, ocupant un ample rang batimètric, des de 10 metres fins a fondàries màximes de 32 metres.

Tot i que la proliferació d'algues filamentoses és un fenomen comú a la Mediterrània, i ja es va detectar un episodi semblant el 2015, l'episodi detectat el 2017 ha estat el més important en aquesta zona en els anys de seguiment.

Aquesta proliferació d'algues filamentoses ha tingut uns efectes importants sobre les espècies i hàbitats bentònics, especialment sobre els organismes filtradors com gorgònies i coralls, als que ha causat necrosis importants degut a l'efecte d'ofegament.

Aquest efecte ha estat probablement simultani, o sinèrgic, a l'efecte propi de l'elevada temperatura sobre els organismes. Els efectes sobre altres organismes com peixos bentònics o algues no s'ha pogut quantificar, tot i que es probable que sigui important.

Les causes d'aquesta proliferació està probablement lligada a les altes temperatures, juntament amb l'elevada concentració de nutrients a l'aigua.

Totes les tècniques assajades per a eliminar localment aquestes algues han estat infructuosos, inclús perjudicials pels organismes bentònics. Tot i que no es pot actuar directament sobre aquestes algues, sí que es podria atenuar el seu creixement evitant l'abocament de nutrients i l'eutrofització de l'aigua del mar, que sembla un dels detonants d'aquestes proliferacions.

Pel que fa a les espècies bentòniques afectades, tot i que no es recomana fer cap actuació, sí que es recomana disminuir qualsevol altre impacte que, associat a la proliferació d'aquestes algues, podria actuar de forma sinèrgica causant impactes més greus sobre els organismes. Així doncs, recomanem que en els anys que es detecti aquestes proliferacions es segueixi un criteri de prudència més elevat per a minimitzar els seus efectes sobre les espècies i hàbitats bentònics.

Bibliografia

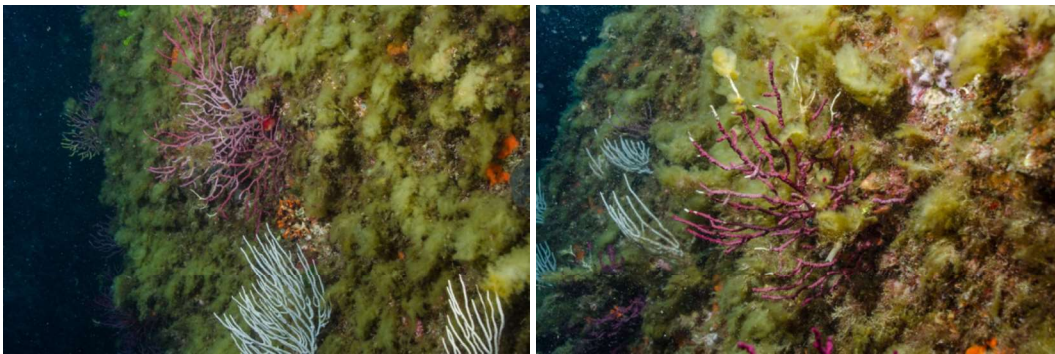
- Calvo, S., Barone, R., Naselli Flores, L. (1991) Prime osservazioni sulla presenza di aggregati mucosi lungo le coste siciliane. *Ambiente 2000*, 5, 18–19.
- Calvo, S., Barone, R., Naselli Flores, L. (1995). Observations on mucus aggregates along Sicilian coasts during 1991-1992. *Science of The Total Environment*, 165: 23-31.
- Giani, M., Sartoni, G., Nuccio, C., Berto, D., Ferrari, C.R., Najdek, M., Sist, P., Urbani, R. (2016). Organic aggregates formed by benthopleustophyte brown alga *Acinetospora crinita* (Acinetosporaceae, Ectocarpales). *Journal of Phycology*, 52(4), 550-563.
- Giuliani, S., Virno Lamberti, C., Sonni, C., Pellegrini, D. (2005) Mucilage impact on gorgonians in the Tyrrhenian sea. *Science of the Total Environment*, 353, 340–349.
- Herndl, G.J., Peduzzi, P. (1988) The ecology of amorphous aggregations (marine snow) in the northern Adriatic Sea. *Marine Ecology*, 9, 79–90.
- Hereu, B., Pagès, M., Atienza, I., Aspillaga, E., Capdevila, P., Montero, I. (2016). Estudi de la dinàmica de la població de l'espècie de briozou *Pentapora fascialis* de la Reserva Marina de les Illes Medes. Informe tècnic per al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter.
- Innamorati, M. (1991) Primi risultati ottenuti dai sopralluoghi in mare per il rilevamento della presenza della cosiddetta mucillagine nell'alto Tirreno Toscano. Relazione alla Regione Toscana, Università di Firenze, 1–37.

- Innamorati, M. (1995) Hyperproduction of mucilages by micro and macro algae in the Tyrrhenian Sea. *Science of The Total Environment*, 165, 65–81.
- Innamorati, M., Nuccio, C., Massi, L., Mori, G., Melley, A. (2001). Mucilages and climatic changes in the Tyrrhenian Sea. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 11(4), pp. 289-298.
- Kersting, D.K., Linares, C. (2006). Mortandad de *Paramuricea clavata* asociada a un evento de macroagregados mucilaginosos ("llepó") durante el verano de 2004 en las Islas Columbretes. XIV SIEBM.
- Lorenti, M., Buia, M.C., Di Martino, V., Modigh, M. (2005). Occurrence of mucous aggregates and their impact on *Posidonia oceanica* beds. *Science of the Total Environment*, 353, 369-379.
- Misic, C., Schiaparelli, S., Harriague, A.C. (2011). Organic matter recycling during a mucilage event and its influence on the surrounding environment (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Continental Shelf Research*, 31(6), 631-643.
- Mistri, M., Ceccherelli, V.U. (1996). Effects of a mucilage event on the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. I-Short term impacts at the population and colony levels. *Italian Journal of Zoology*, 63(3), 221-230.
- Molin, D., Guidoboni, E., Lodovisi, A. (1992). Mucilage and the phenomena of algae in the history of the Adriatic: Periodization and the anthropic context (17th-20th centuries). In: R.A. Vollenweider, R. Marchetti & R. Viviani (eds), *Marine coastal eutrophication*. Elsevier, Amsterdam, pp. 511-524.
- Rinaldi, A., Vollenweider, R.A., Montanari, G., Ferrari, C.R., Ghetti, A. (1995). Mucilages in Italian seas: the Adriatic and Tyrrhenian Seas, 1988–1991. *Science of the Total Environment*, 165, 165-183.
- Schiaparelli, S., Castellano, M., Povero, P., Sartoni, G., Cattaneo-Vietti, R. (2007). A benthic mucilage event in North-Western Mediterranean Sea and its possible relationships with the summer 2003 European heatwave: short term effects on littoral rocky assemblages. *Marine Ecology*, 28(3), 341-353.

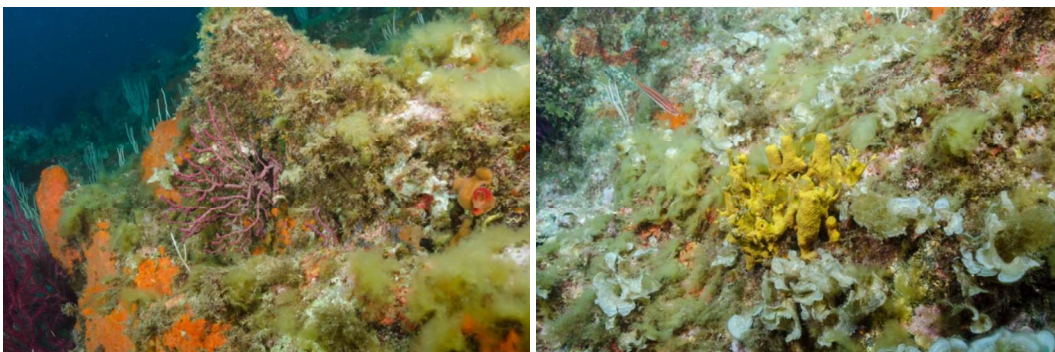
Annex



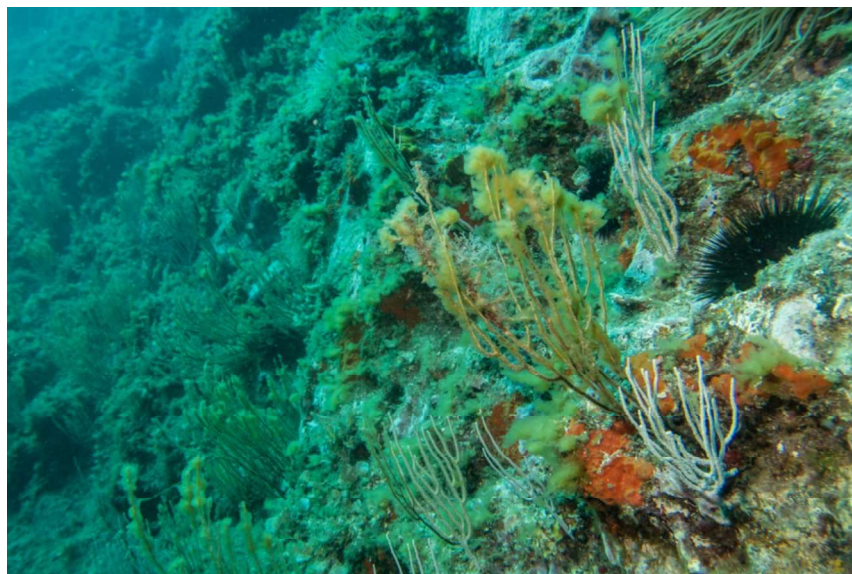
Parc Natural de Cap de Creus- Cala Cativa, juliol de 2017



Parc Natural de Cap de Creus- Cap Gros, setembre de 2017



Parc Natural de Cap de Creus- Farallons, setembre de 2017



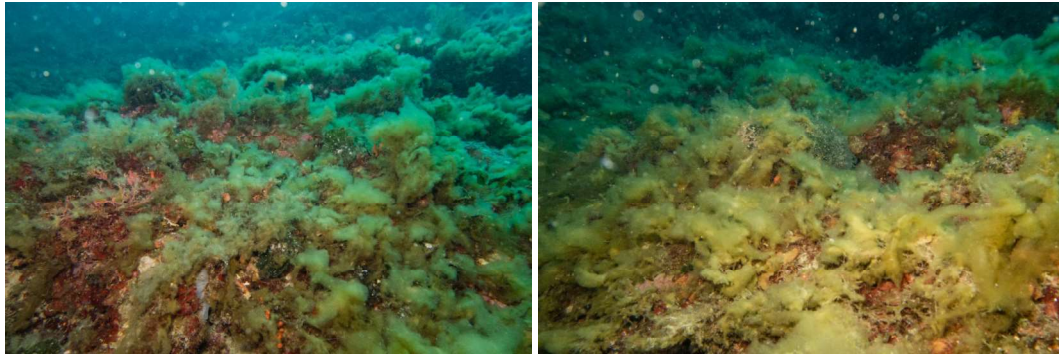
Parc Natural de Cap de Creus- Portaló, Setembre de 2017



Parc Natural de Cap de Creus- Cala Culip, Juliol de 2017



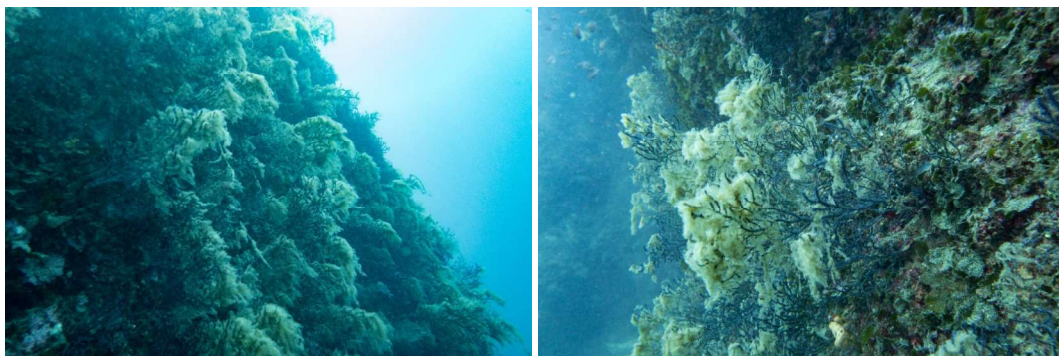
Parc Natural de Cap de Creus- Encalladora, Setembre de 2017



Parc Natural de Cap de Creus- Cudera, setembre de 2017



Parc Natural de Cap de Creus- Punta figuera, setembre de 2017



Parc Natural de Cap de Creus- El Gat, Cap Norfeu, juliol de 2017



Parc Natural del Montgrí, les Illes medes i el Baix Ter- Baix de Cols, Juliol de 2017



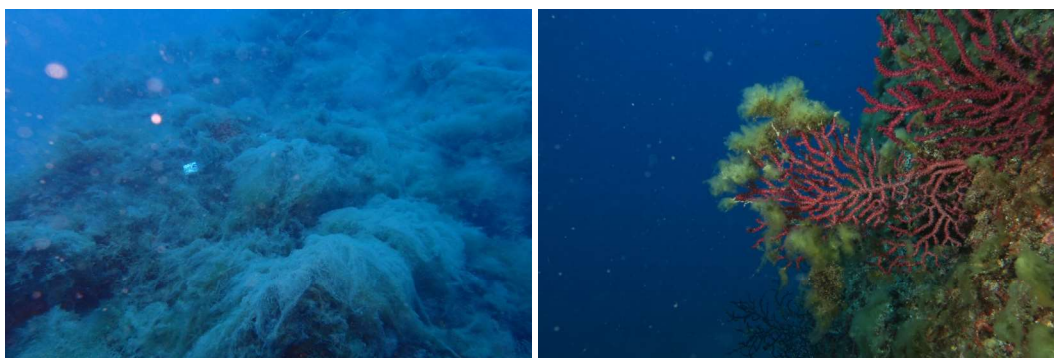
Parc Natural del Montgrí, les Illes medes i el Baix Ter- Paieta, Setembre de 2017



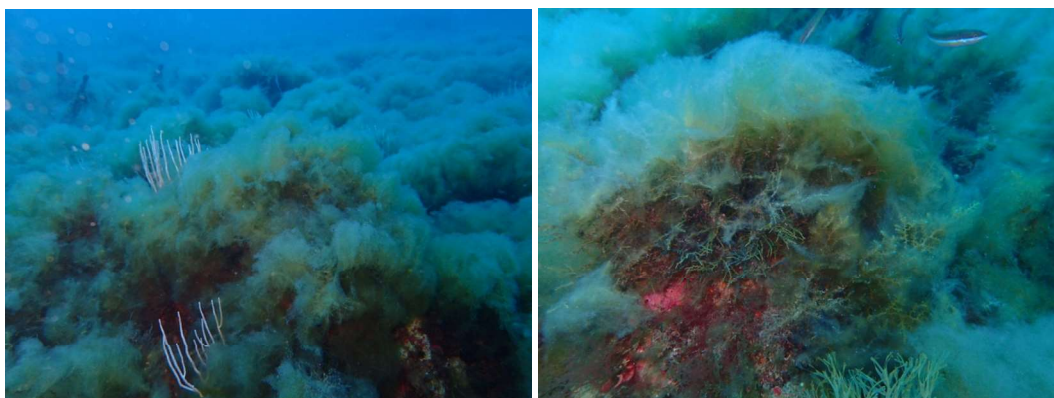
Parc Natural del Montgrí, les Illes medes i el Baix Ter- Puig de la Sardina, Agost de 2017



Parc Natural del Montgrí, les Illes medes i el Baix Ter- Cap d'Utrera, Agost de 2017



Parc Natural del Montgrí, les Illes medes i el Baix Ter- Medallot, Setembre de 2017



Parc Natural del Montgrí, les Illes medes i el Baix Ter- Ferranelles, Maig de 2017.



Parc Natural del Montgrí, les Illes medes i el Baix Ter- Tascons, Maig de 2017.