

# ECOQAC

Protocol d'avaluació de l'estat ecològic  
i químic de les aigües costaneres



Generalitat de Catalunya  
**Departament de Territori  
i Sostenibilitat**



**Agència Catalana  
de l'Aigua**

©Agència Catalana de l'Aigua, 2013

Febrer de 2013

Aquest document ha estat elaborat per tècnics de l'Agència Catalana de l'Aigua i investigadors de diferents centres de recerca.

1. La direcció, coordinació i redacció final s'ha dut a terme des de la Unitat de Caracterització d'aigües Costaneres: Mariona de Torres, Cap de la Unitat, Marta Manzanera i María José Cardell. La supervisió ha estat a càrrec d'Antoni Munné, cap del Departament de Control i Millora dels Ecosistemes Aquàtics (Àrea de Gestió del Medi).
2. Els treballs d'investigació i disseny de les metodologies i dels índexs de qualitat han estat a càrrec de diferents grups de recerca d'Universitat i Centres d'Investigació de Catalunya:

**Qualitat fisicoquímica (condicions generals -nutrients) i qualitat del fitoplàncton:**

Jordi Camp, Eva Flo i Esther Garcés. Departament de Biologia Marina i Oceanografia. Institut de Ciències del Mar (CSIC).

**Qualitat macroalgues i macroinvertebrats de fons tous:**

Enric Ballesteros, Susana Pinedo, Xavier Torras, Esther Jordana i Paoletta Satta. Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CSIC).

**Qualitat fanerògames marines (*Posidonia oceanica*):**

Javier Romero, Teresa Alcoverro, Marta Pèrez, Begoña Martínez Crego, Mian Vich, Simone Farina i Guillem Roca. Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona i Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CSIC).

**Estat Químic i Qualitat fisicoquímica (contaminants específics):**

*Compostos orgànics:* Josep Caixach, Mònica Calvo i Arantxa Bartolomé. Institut de Diagnosi Ambiental i Estudis de l'Aigua (CSIC).

*Metalls:* Albert Palanques i Marc Belzunces. Departament de Geociències Marines. Institut de Ciències del Mar (CSIC).

3. La unificació i maquetació del document: Olga Invers (URS Corp. ).

## ÍNDEX

### PRIMERA PART. MANUAL D'APLICACIÓ

<b>1.1. INTRODUCCIÓ.....</b>	<b>4</b>
1.1.1. El context de la Directiva marc de l'aigua .....	4
1.1.2. Àmbit d'aplicació de la Directiva marc de l'aigua .....	5
1.1.3. Tipologia de les aigües costaneres .....	7
1.1.4. Consideracions sobre l'avaluació de l'estat ecològic i químic de les aigües costaneres...	11
1.1.4.1. Estat ecològic .....	11
1.1.4.2. Estat químic.....	13
<b>1.2. AVALUACIÓ DE L'ESTAT ECOLÒGIC .....</b>	<b>14</b>
1.2.1. Elements que intervenen en la valoració de l'estat ecològic.....	14
1.2.1.1. Elements biològics .....	14
1.2.1.2. Elements fisicoquímics .....	25
1.2.2. Obtenció de l'estat ecològic.....	31
<b>1.3. AVALUACIÓ DE L'ESTAT QUÍMIC.....</b>	<b>33</b>
1.3.1. Elements que intervenen en la valoració de l'estat químic .....	33
1.3.2. Obtenció de l'estat químic .....	36

### SEGONA PART. PROTOCOLS D'AVALUACIÓ DE L'ESTAT ECOLÒGIC

<b>2.1. ELEMENTS BIOLÒGICS.....</b>	<b>37</b>
2.1.1. Protocol 1. FITOPLÀNCTON.....	37
2.1.1.1. Material de mostreig .....	37
2.1.1.2. Material de laboratori.....	37
2.1.1.3. Procediment de treball.....	38
2.1.2. Protocol 2. Altra flora aquàtica. MACROALGUES .....	44
2.1.2.1. Material de mostreig .....	44
2.1.2.2. Eines per al tractament de les dades.....	44
2.1.2.3. Procediment de treball.....	45
2.1.3. Protocol 3. Altra flora aquàtica. POSIDONIA OCEANICA .....	50
2.1.3.1. Material de mostreig .....	51
2.1.3.2. Material de laboratori.....	52
2.1.3.3. Procediment de treball.....	54
2.1.4. Protocol 4. MACROINVERTEBRATS .....	71
2.1.4.1. Material de mostreig .....	71
2.1.4.2. Material de laboratori.....	71
2.1.4.3. Procediment de treball.....	73
<b>2.2. ELEMENTS FISICOQUÍMICS.....</b>	<b>81</b>
2.2.1. Protocol 5. CONDICIONS GENERALS (nutrients) .....	81
2.2.1.1. Material de mostreig .....	81

2.2.1.2.	Material de laboratori.....	81
2.2.1.3.	Procediment de treball.....	84
2.2.2.	<b>Protocol 6. CONTAMINANTS ESPECÍFICS ORGÀNICS.....</b>	<b>88</b>
2.2.2.1.	Material de mostreig .....	88
2.2.2.2.	Material de laboratori.....	88
2.2.2.3.	Procediment de treball.....	90
2.2.3.	<b>Protocol 7. CONTAMINANTS ESPECÍFICS METALLS .....</b>	<b>96</b>
2.2.3.1.	Material de mostreig .....	96
2.2.3.2.	Material de laboratori.....	96
2.2.3.3.	Procediment de treball.....	98

## TERCERA PART. PROTOCOLS D'AVALUACIÓ DE L'ESTAT QUÍMIC

<b>3.1. ESTAT QUÍMIC .....</b>	<b>106</b>
3.1.1. Protocol 8. CONTAMINANTS ORGÀNICS .....	106
3.1.1.1. Material de mostreig .....	106
3.1.1.2. Material de laboratori.....	107
3.1.1.3. Procediment de treball.....	109
3.1.2. Protocol 9. METALLS PESANTS .....	116
3.1.2.1. Material de mostreig .....	116
3.1.2.2. Material de laboratori.....	116
3.1.2.3. Procediment de treball.....	118

## QUARTA PART. ANNEXOS DELS PROTOCOLS

<b>4.1. ELEMENTS BIOLÒGICS .....</b>	<b>125</b>
4.1.1. Protocol 1. FITOPLÀNCTON.....	125
4.1.1.1. Llímits entre categories de qualitat: mitjana de clorofil·la-a.....	125
4.1.1.2. Llímits entre categories de qualitat: percentil-90 de clorofil·la-a.....	126
4.1.2. Protocol 2. Altra flora aquàtica MACROALGUES .....	127
4.1.2.1. Nivells de sensibilitat de les comunitats.....	127
4.1.2.2. Classificació de situacions ambientals segons el tipus de costa.....	128
4.1.2.3. Qualitat ambiental de referència per a cada situació ambiental .....	128
4.1.2.4. Mostreig de les comunitats litorals.....	128
4.1.3. Protocol 4. MACROINVERTEBRATS. ....	131
4.1.3.1. Grup ecològic assignat a les espècies de macroinvertebrats .....	131
4.1.3.2. Tècniques complementàries per a la determinació dels nivells de qualitat .....	148
<b>4.2. ELEMENTS FÍSICOQUÍMICS .....</b>	<b>149</b>
4.2.1. Protocols 5, 6 i 7: CONDICIONS GENERALS I CONTAMINANTS ESPECÍFICS .....	149
4.2.1.1. Nutrients: límits de detecció, rangs i precisió de les anàlisis. ....	149
4.2.1.2. Valors límits per als nutrients fixats pel Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.....	149
4.2.1.3. Límits de quantificació per als contaminants específics orgànics .....	150

4.2.1.4.	Objectius de qualitat per als contaminants específics en aigües: orgànics i metalls .....	151
4.2.1.5.	Límits de quantificació per als contaminants específics metalls .....	151
4.2.1.6.	Descriptors complementaris del sediment: granulometria i matèria orgànica.....	152
4.2.1.7.	Determinació del carboni orgànic total en sediments.....	155
<b>4.3.</b>	<b>ESTAT QUÍMIC .....</b>	<b>158</b>
4.3.1.	Protocols 8 i 9: CONTAMINANTS ORGÀNICS I METALLS PESANTS .....	158
4.3.1.1.	Contaminants orgànics controlats i límits de quantificació: aigües i sediments.....	158
4.3.1.2.	Normes de qualitat ambiental per als contaminants orgànics en aigües.....	159
4.3.1.3.	Límits de quantificació per als metalls: aigües i sediments.....	160
4.3.1.4.	Normes de qualitat ambiental per als metalls en aigües .....	160

## CINQUENA PART. FULLS DE CAMP I DE LABORATORI

<b>5.1.</b>	<b>ESTAT ECOLÒGIC .....</b>	<b>162</b>
5.1.1.	Protocol 1. FITOPLÀNCTON.....	162
5.1.2.	Protocol 2. Altra flora aquàtica. MACROALGUES .....	164
5.1.3.	Protocol 3. Altra flora aquàtica. POSIDONIA OCEANICA .....	165
5.1.4.	Protocol 4. MACROINVERTEBRATS .....	170
5.1.5.	Protocol 5. CONDICIONS GENERALS (nutrients) .....	171

## SISENA PART. BIBLIOGRAFIA

<b>6.1.</b>	<b>MANUAL D'APLICACIÓ.....</b>	<b>173</b>
<b>6.2.</b>	<b>PROTOCOLS D'AVAUACIÓ DE L'ESTAT ECOLÒGIC .....</b>	<b>178</b>
6.2.1.	Elements biològics.....	178
6.2.2.	Elements fisicoquímics .....	180
<b>6.3.</b>	<b>PROTOCOLS D'AVAUACIÓ DE L'ESTAT QUÍMIC .....</b>	<b>180</b>
<b>6.4.</b>	<b>ANNEXOS DELS PROTOCOLS.....</b>	<b>181</b>





**PRIMERA PART**  
**Manual d'aplicació**





## 1.1. Introducció



### 1.1.1. El context de la Directiva marc de l'aigua

La Directiva marc de l'aigua, 2000/60/CE (d'ara en endavant DMA) suposa un canvi important en el concepte de l'aigua: aquesta ja no es considera només des del punt de vista del recurs, sinó que es concep l'aigua com a part estructural i funcional del medi natural (Munné, 2003), on es desenvolupen tota una sèrie d'ecosistemes; així, la DMA es basa en la preservació d'aquests ecosistemes per tal de garantir la qualitat i l'accés al recurs. És en aquest sentit que la DMA requereix que les masses d'aigua (MA) s'avaluïn segons el seu *estat ecològic* i el seu *estat químic*, i que arribin al *bon estat ecològic i químic* l'any 2015.

La DMA defineix l'estat ecològic com l'expressió de la qualitat dels ecosistemes aquàtics basada en la seva estructura i funcionament, i el bon estat ecològic com aquell estat en el què els elements biològics i fisicoquímics del sistema tenen característiques properes a les que tindrien en condicions naturals. La DMA estableix quins grups d'elements biològics han d'intervenir en el càlcul de l'estat ecològic, però no estableix metodologies o protocols específics en els què es determinin mètriques i/o índexs per a l'ús d'aquests elements com a indicadors de la qualitat de l'aigua.

A Catalunya, els controls de qualitat en el medi marí s'iniciaren l'any 1984, amb els controls sanitaris de les aigües de bany, vinculats a la Directiva d'aigües de bany, 76/60/CEE. L'any 1990, però, amb la creació de la Direcció General de Medi Ambient, i del Departament de medi Ambient el 1991, es va ser ja conscient que el control del medi marí havia d'anar més enllà, i que havia d'incloure un seguiment de tipus fisicoquímic, així com l'estudi d'alguns elements biològics com a integradors de l'estat del medi. És per això que l'any 1994, conjuntament amb els controls fisicoquímics endegats el 1990, es van iniciar els controls en els què es mesurava la concentració de la clorofil·la *a* (en relació amb la biomassa fitoplanctònica) i l'any 1999, s'iniciaren els primers controls amb macroalgues litorals. La publicació de la DMA l'any 2000 feu que, en aquesta mateixa línia, el mateix any es comencés de forma rutinària la vigilància de proliferacions algals nocives o PANs, i que l'any 2002 es comencessin els primers treballs amb fanerògames marines (*Posidonia oceanica*) i macroinvertebrats de fons tous. Gràcies a tot aquest conjunt de treballs s'han pogut desenvolupar les metodologies que es descriuen en aquests protocols que, a hores d'ara, es poden aplicar a d'altres zones de la Mediterrània, sempre i quan es realitzin els ajustos adequats.

Totes aquestes metodologies per avaluar indicadors biològics i fisicoquímics s'han anat elaborant en estreta col·laboració amb diferents centres de recerca, que es detallen a continuació: Institut de Ciències del Mar (ICM, CSIC), Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB, CSIC), i Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona (UB).

Paral·lelament al desenvolupament d'aquestes metodologies, es col·labora amb grups de treball europeus d'intercanvi de treball. L'objectiu d'aquests grups de treball, que es varen iniciar l'any 2005, és el de fer més comparables les valoracions obtingudes a partir de les diverses metodologies proposades per a la

valoració de l'estat ecològic basant-se en els elements biològics. Des de l'Agència Catalana de l'Aigua (en endavant ACA) s'ha participat activament en aquests exercicis i, en aquest sentit, es pot afirmar que les metodologies aquí descrites han tingut una projecció, no només a nivell del litoral català, sinó a nivell de l'estat espanyol i de la conca mediterrània.

Tot i això, es vol posar de manifest que, malgrat que en aquests últims anys s'ha realitzat un esforç molt important en l'ús d'indicadors biològics en aigües costaneres, aquests treballs són relativament recents si es comparen amb els realitzats en aigües superficials continentals, que tenen una tradició de més de 30 anys d'investigació i aplicació a Catalunya. És per això que la resposta de les comunitats marines enfront dels canvis ambientals segueix sent encara força desconeguda i caldrà acabar d'afinar aquestes metodologies en els propers anys, especialment pel que fa als valors de referència i als límits definits com a punt de tall entre les categories de qualitat. A mesura que, amb els anys, es vagin obtenint sèries més llargues de dades, les metodologies aniran millorant i permetran ser més precises, discriminar millor les qualitats i avaluar amb més coneixement de causa els diferents elements de qualitat.

Pel que fa a l'estat químic, la DMA defineix que una MA presenta un bon estat químic quan es compleixen les normes de qualitat ambiental (NCAs) establertes per la pròpia DMA o per altres normatives comunitàries. Aquests objectius, ara per ara, han estat proposats en aigües per a les substàncies de l'annex I de la Directiva 2008/105/CE. Pel que fa als sediments, la DMA i la resta de normatives vigents no proposen, de moment, nivells de qualitat en el medi per a les substàncies prioritàries, i es regeixen tan sols pel principi de *no deteriorament*. Pel que fa a la biota, la Dir. 2008/105/CE estableix NCAs per tres substàncies prioritàries: hexaclorobencè, hexaclorobutadiè i mercuri.

El seguiment de contaminants en el medi marí es duu a terme a Catalunya des dels anys 90, inicialment en aigües, amb la col.laboració de la Facultat de Químiques de la Universitat de Barcelona i del Centre d'Investigació i Desenvolupament (CID,CSIC), i a partir de l'any 2000, amb un major èmfasi als sediments dels fons litorals més propers a les desembocadures dels rius. En aquest camp cal encara efectuar molts treballs adreçats a poder fixar uns nivells de referència, o nivells "naturals", en els sediments marins, que serveixin de base per a una acurada avaluació de la contaminació química en el litoral català.

Les temàtiques vinculades a l'estat químic s'han desenvolupat en estreta col.laboració amb l'Institut de Diagnosi Ambiental i Estudis de l'Aigua (IDAEA, CSIC), el CEAB, CSIC i l'CM, CSIC.

### **1.1.2. Àmbit d'aplicació de la Directiva marc de l'aigua**

Les aigües costaneres, segons la definició de la DMA, són aquelles "aigües superficials situades cap a terra des d'una línia que té la totalitat dels seus punts situats a una distància d'una milla nàutica mar endins des del punt més proper a la línia base que serveix per mesurar l'amplada de les aigües territorials (jurisdiccionals) i que s'estén, en el seu cas, fins al límit exterior de les aigües de transició", incloent les aigües marines anomenades interiors. A Catalunya, donat que la línia base se separa considerablement de la línia de costa aproximadament en el 50% del litoral, el límit exterior de les aigües

costaneres es troba a distàncies que varien des de les 4 milles (al nord del Cap de Creus, Maresme Sud, Barcelonès i Alcanar), a les 10 milles (a la Badia de Roses) i a les 12 milles (al sud del Cap de Salou) (Mapa 1.1).



**Mapa 1.1.** Localització de l'àmbit d'aigües superficials costaneres a Catalunya. Es mostra també la línia base a partir de la qual es defineixen les aigües territorials i que delimita les aigües interiors (entre la línia de costa i la línia base).

Pel que fa a l'estat ecològic, la major part dels controls biològics es duen a terme en la franja batimètrica que va dels 0 als 25 m, aproximadament. Aquesta fondària es troba a distàncies variables de la costa depenent de la distribució batimètrica i, per tant, no es pot parlar d'una distància fixa de presa de mostres. En general, a la majoria de MA el control biològic queda inclòs dins l'àmbit definit per la Directiva tot i que, en alguns casos en els que la línia base coincideix amb la línia de costa i el pendent costaner és molt suau, alguns elements s'han de controlar per força fora de la línia estricta de delimitació.

Pel que fa a la contaminació química, en els casos en què es consideri necessari i atenent a la disposició de les línies batimètriques, els controls es poden estendre fora dels límits definits per la DMA (Art. 2 de la

DMA 2000, *European Commission*, 2003a) fins a 12 milles mar endins a partir de la línia base, límit establert per a les aigües territorials.

### 1.1.3. Tipologia de les aigües costaneres

Les aigües costaneres de Catalunya es diferencien en set tipus (Mapa 1.3 i Taula 1.2), segons els següents factors: la composició mitjana del substrat, el pendent del fons i la influència continental.

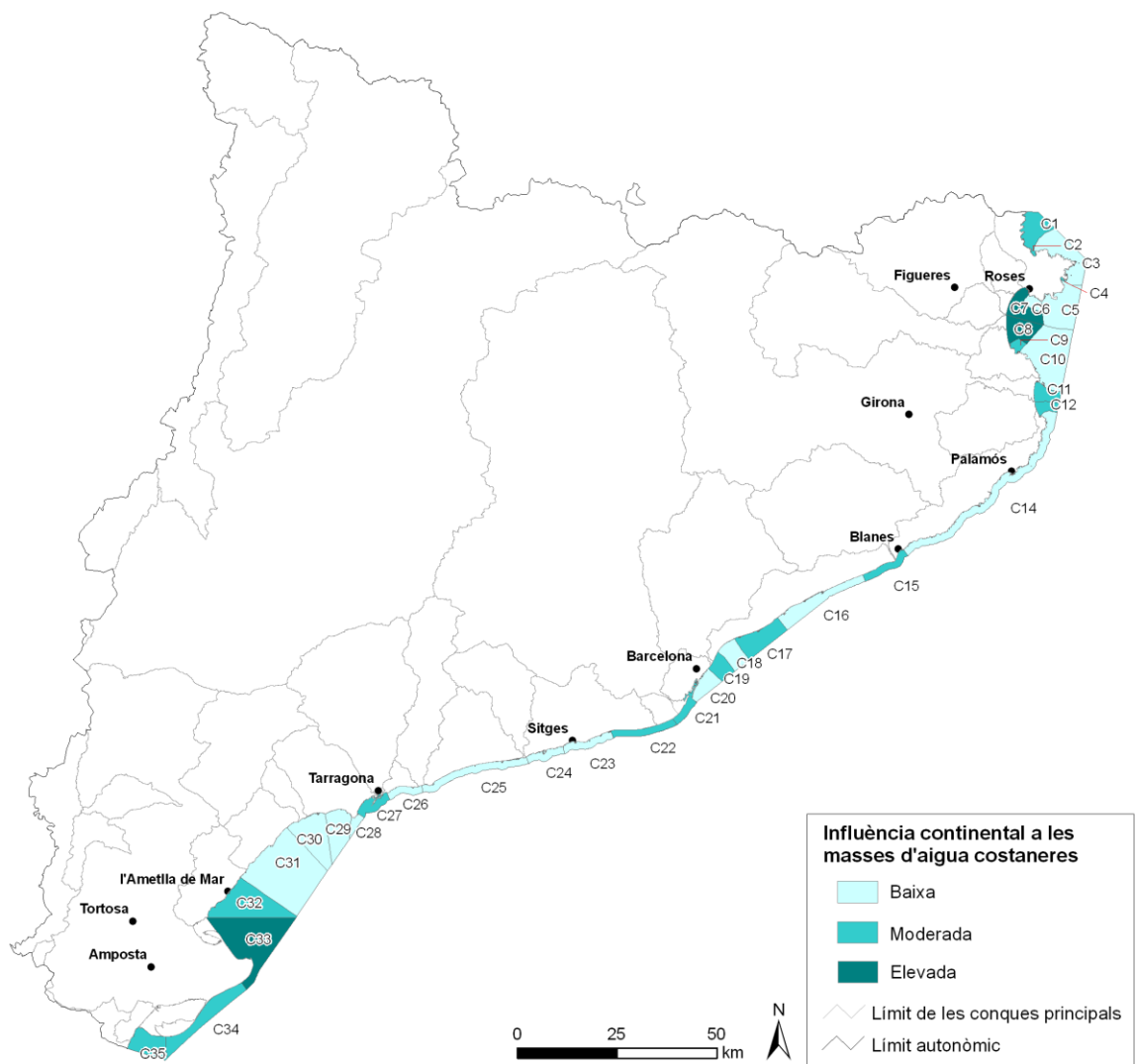
Aquests tipus són semblants als presentats al document IMPRESS (ACA, 2005) que es basava en el document COAST (*European Commission*, 2003b), però amb unes modificacions establertes arran dels resultats del grup d'intercalibració MED-GIG de la DMA, dintre de l'Estratègia Comuna d'Implementació establerta per la pròpia DMA.

Aquestes modificacions només afecten el factor *d'influència continental* que d'estar dividit en dos nivells (*influència fluvial* i *sense influència fluvial*) ha passat a subdividir-se en tres: *elevada*, *moderada* i *baixa influència continental*. Aquesta divisió del factor *d'influència continental* és el resultat de transposar directament els consensos establerts pel MED-GIG a Catalunya. A nivell europeu s'han establert tres nivells *d'influència continental*, *Type I*, *Type II* i *Type III*, que a Catalunya s'han aplicat directament, només canviant el nom, i que són respectivament: *elevada*, *moderada* i *baixa influència continental* (Taula 1.1; *European Commission*, 2009a i b). Aquests tres graus *d'influència continental* es basen en rangs de densitat o salinitat mitjana anual, sent aquestes dues variables equivalents a una temperatura mitjana anual de 18°C (*European Commission*, 2009a).

Aquesta modificació repercuteix essencialment en l'element biològic fitoplàncton i permet associar unes condicions de referència més ajustades tenint en compte les aportacions d'aigua dolça que es reben des del continent. Pel que fa a la resta d'indicadors, el canvi de tipologia no comporta canvis en les condicions de referència. Aquest fet es pot explicar perquè les aigües costaneres, si es comparen per exemple amb rius o llacs, presenten una major homogeneïtat i, per tant, una major independència respecte al que seria el marc físic general que determina les tipologies. Cal emfatitzar, però, que fa relativament pocs anys que s'està treballant o investigant en la determinació d'indicadors de qualitat en el medi marí i que, per tant, no es descarta la possibilitat que s'acabin variant i afinant les mètriques o les condicions de referència, en funció dels tipus proposats, en un futur més o menys llunyà.

**Taula 1.1.** Nivells d'influència continental considerats a Catalunya i correspondència amb els nivells establerts per la UE. Es mostren també els valors de densitat i salinitat (en mitjanes anuals) que defineixen cadascun dels nivells.

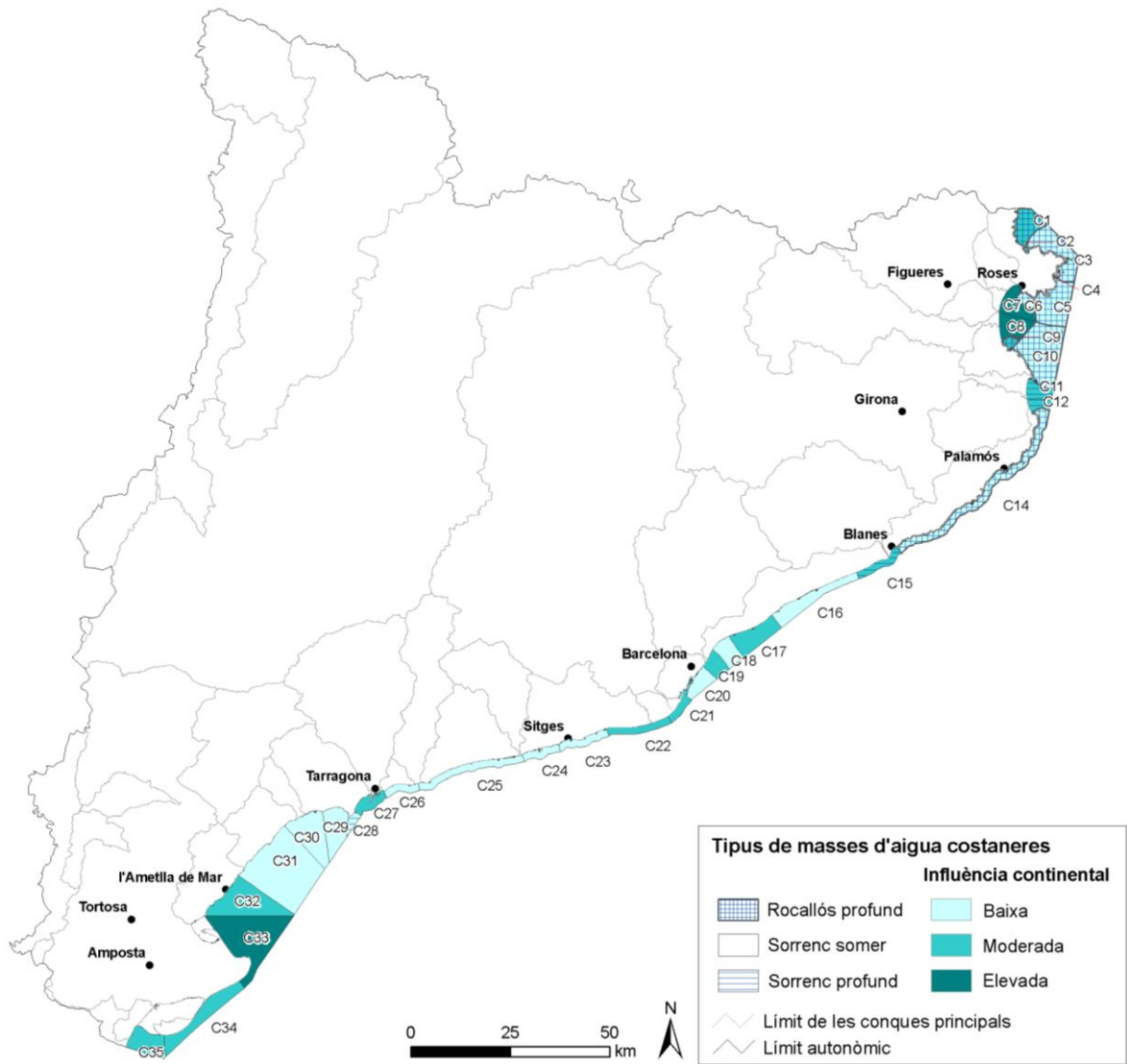
Influència continental (Catalunya)	Influència continental (UE)	Densitat (kg m <sup>-3</sup> )	Salinitat (psu)
Elevada	Type I	<25	< 34,5
Moderada	Type II	25 ≤ d < 27	34,5 ≤ Sal < 37,5
Baixa	Type III	≥27	Sal ≥ 37,5



**Mapa 1.2.** Influència continental a les masses d'aigua costaneres de Catalunya.

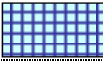
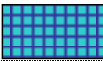





Donat que les problemàtiques de les zones costaneres es localitzen principalment en la línia de costa, especialment en el cas de la influència continental, i que l'ACA té una experiència de més de quinze anys en el seguiment de la qualitat ambiental de les aigües més properes a la costa, les aigües costaneres de Catalunya s'han tipificat tenint en compte la salinitat de les mostres preses en la línia de costa entre el juliol del 1994 i l'abril del 2007 (Mapa 1.2). Aquesta base de dades de 13 anys evidencia el grau d'influència continental habitual de cada MA, però aquest factor pot anar variant al llarg dels anys en funció de la pluviositat, el cabal dels rius, etc.

La tipologia final de les MA de Catalunya, utilitzant tots els factors (substrat, pendent i influència continental) i les seves característiques principals se sintetitzen, respectivament, en el Mapa 1.3 i la Taula 1.2.



**Mapa 1.3.** Delimitació de les MA costaneres amb indicació de la seva tipologia corresponent: influència continental vs. Substrat/Pendent.

**Taula 1.2.** Tipus d'aigües costaneres a Catalunya. S'especifiquen les característiques de cada tipus en funció dels tres factors considerats per a la tipificació de les aigües costaneres, així com les MA corresponents a cada tipus.

Tipus	Característiques	Massa d'aigua
<b>Rocallós profund, baixa influència continental (5 MA)</b> 	<p><i>Composició mitjana del substrat:</i> Estable.</p> <p><i>Pendent:</i> més de 40 m de profunditat a una milla de distància de la costa.</p> <p><i>Influència continental:</i> MA no directament afectades per aportacions d'aigua dolça; salinitat anual mitjana &gt; 37,5 psu.</p>	Cap de Creus (C03) Cap Norfeu (C05) Canyelles (C06) Montgrí (C10) Begur - Blanes (C14)
<b>Rocallós profund, moderada influència continental (4 MA)</b> 	<p><i>Composició mitjana del substrat:</i> Estable.</p> <p><i>Pendent:</i> més de 40 m de profunditat a una milla de distància de la costa.</p> <p><i>Influència continental:</i> MA lleugerament afectades per aportacions d'aigua dolça; salinitat anual mitjana entre 34,5 i 37,5 psu.</p>	Portbou – Llançà (C01) Badia del Port de la Selva (C02) Badia de Cadaqués (C04) L'Escala (C09)
<b>Sorrenc somer, baixa influència continental (10 MA)</b> 	<p><i>Composició mitjana del substrat:</i> Inestable.</p> <p><i>Pendent:</i> menys de 40 m de profunditat a una milla de distància de la costa.</p> <p><i>Influència continental:</i> MA no directament afectades per aportacions d'aigua dolça; salinitat anual mitjana &gt; 37,5 psu.</p>	Pineda de Mar - Mataró (C16) Montgat - Badalona (C18) Barcelona (C20) Sitges (C23) Vilanova i la Geltrú (C24) Cubelles – Altafulla(C25) Tarragona Nord (C26) Salou – Cambrils (C29) Cambrils – Montroig del Camp (C30) Vandellós i l'Hospitalet de l'Infant (C31)
<b>Sorrenc somer, moderada influència continental (8 MA)</b> 	<p><i>Composició mitjana del substrat:</i> Inestable.</p> <p><i>Pendent:</i> menys de 40 m de profunditat a una milla de distància de la costa.</p> <p><i>Influència continental:</i> MA lleugerament afectades per aportacions d'aigua dolça; salinitat anual mitjana entre 34,5 i 37,5 psu.</p>	Mataró – Montgat (C17) Sant Adrià de Besòs (C19) Llobregat (C21) El Prat de Llobregat – Castelldefels (C22) Tarragona - Vila-seca (C27) L'Ametlla de Mar (C32) Delta Sud (C34) Alcanar (C35)
<b>Sorrenc somer, elevada influència continental (3 MA)</b> 	<p><i>Composició mitjana del substrat:</i> Inestable.</p> <p><i>Pendent:</i> menys de 40 m de profunditat a una milla de distància de la costa.</p> <p><i>Influència continental:</i> MA força influïdes per aportacions d'aigua dolça; salinitat anual mitjana &lt; 34,5 psu.</p>	Roses – Castelló d'Empúries (C07) Sant Pere Pescador – Fluvià (C08) Delta Nord (C33)
<b>Sorrenc profund, baixa influència continental (1 MA)</b> 	<p><i>Composició mitjana del substrat:</i> Inestable.</p> <p><i>Pendent:</i> més de 40 m de profunditat a una milla de distància de la costa.</p> <p><i>Influència continental:</i> MA no directament afectades per aportacions d'aigua dolça; salinitat anual mitjana &gt; 37,5 psu.</p>	Cap de Salou (C28)
<b>Sorrenc profund, moderada influència continental (3 MA)</b> 	<p><i>Composició mitjana del substrat:</i> Inestable.</p> <p><i>Pendent:</i> més de 40 m de profunditat a una milla de distància de la costa.</p> <p><i>Influència continental:</i> MA lleugerament influïdes per aportacions d'aigua dolça; salinitat anual mitjana entre 34,5 i 37,5 psu.</p>	Torroella de Montgrí – El Ter (C11) Pals (C12) Blanes – Pineda de Mar (C15)

#### 1.1.4. Consideracions sobre l'avaluació de l'estat ecològic i químic de les aigües costaneres

En aquest apartat es descriuen tots aquells elements de qualitat i paràmetres que intervenen en l'avaluació de l'estat ecològic i químic de les aigües costaneres, tal i com la DMA s'està aplicant a Catalunya.

Cal remarcar, com a consideració general, que és imprescindible que els controls d'aquests elements i paràmetres, pel seu requerit alt nivell de precisió, els duguin a terme personal expert en els diferents indicadors de qualitat del medi marí. Així mateix, els laboratoris químics han de disposar d'equip certificats i aptes per poder mesurar correctament les baixes concentracions que normalment presenten els paràmetres químics (nutrients i compostos contaminants) que s'han de controlar a les aigües litorals.

##### 1.1.4.1. Estat ecològic

Segons estableix la DMA, l'estat ecològic de les MA superficials s'ha d'avaluar utilitzant indicadors biològics, fisicoquímics i hidromorfològics. A Catalunya es té previst emprar indicadors biològics i fisicoquímics en la valoració de l'estat ecològic de les MA costaneres. L'avaluació de les condicions hidromorfològiques, en les quals l'ACA no és l'organisme competent, està pendent de tractar, però s'espera poder abordar, en un futur, aquesta temàtica. Ara per ara, les condicions hidromorfològiques han estat considerades en la definició de MA molt modificades (ACA, 2005), MA que no són objecte específic d'aquest treball.

A partir de cadascun dels elements que intervenen en el càlcul de l'estat ecològic, s'obtidran 5 categories de qualitat: Molt Bo, Bo, Mediocre, Deficient i Dolent, que de forma combinada avaluaran l'estat ecològic.

Els elements biològics proposats per la DMA, que són els que determinen en l'avaluació de l'estat ecològic ja que integren la informació de les condicions del medi, són els següents: *fitoplàncton*, *altra flora aquàtica* (macroalgues i posidònia) i *macroinvertebrats bentònics* (Taula 1.3). A Catalunya s'han establert metodologies per utilitzar tots aquests elements com a indicadors de la qualitat de l'aigua, tot i que no sempre s'han aplicat estrictament les mètriques proposades per la DMA l'any 2000 (per exemple composició i abundància) (Taula 1.3). Quan no s'han aplicat aquestes mètriques ha estat perquè, per criteri expert, no s'han considerat rellevants, adequades o suficientment conegudes o desenvolupades per a la definició de l'estat de l'element en aigües costaneres mediterrànies.

Els elements fisicoquímics es divideixen, segons la DMA, en condicions generals i contaminants específics. Les condicions generals inclouen els següents paràmetres a mesurar: transparència, condicions tèrmiques, condicions d'oxigenació, salinitat i condicions relatives als nutrients (Taula 1.3). A Catalunya s'ha proposat treballar amb un sol índex, que inclou els nutrients i la salinitat, per tal de determinar quin és l'estat fisicoquímic de l'aigua. La transparència i les condicions d'oxigenació quedarien incloses implícitament en aquest índex, ja que alteracions significatives dels nutrients comportarien canvis indirectes en aquests paràmetres. Pel que fa a la temperatura, no es considera que aquest paràmetre en concret comporti, directament, problemes a la costa catalana. En tot cas, el tema relatiu a la temperatura hauria d'anar més aviat lligat a temàtiques relacionades amb el canvi climàtic



global, que tindrien un abast territorial que sobrepassaria l'àmbit d'aplicació de la DMA. Amb tot, els tres primers paràmetres (transparència, condicions d'oxigenació i condicions tèrmiques) es mesuren com a condicions de contorn en els controls rutinaris de l'ACA. Si en un futur es cregués oportú incloure'ls en el càlcul de l'estat fisicoquímic, o sorgissin directrius per poder utilitzar aquests paràmetres com a indicadors de qualitat, seria factible fer-ho.

Com a contaminants específics considerarem, en aquest document, les substàncies de l'Annex VIII de la DMA, a excepció de les que estiguin regulades a la Directiva 2008/105/CE. Això inclou, dintre dels contaminants específics, les substàncies preferents regulades a l'Annex II del Real Decret 60/2011.

**Taula 1.3.** Indicadors utilitzats en la determinació de l'estat ecològic de les masses d'aigua costaneres de Catalunya.

Indicadors	Elements	Paràmetres	Mètriques utilitzades a Catalunya
<b>Biològics</b>	Fitoplàncton	Composició, abundància i biomassa de fitoplàncton i freqüència i intensitat de proliferacions algals.	Concentració de clorofil·la-a (indicador de biomassa)
	Macroalgues	Composició, recobriments i abundància d'altra flora aquàtica	Mètode CARLIT
	<i>Posidonia oceanica</i>		Índex POMI
	Macroinvertebrats bentònics	Composició i abundància de la fauna bentònica d'invertebrats	Índex MEDOCC
<b>Fisicoquímics</b>	Condicions generals	Transparència	---
		Condicions tèrmiques	---
		Condicions d'oxigenació	---
		Salinitat	Índex FAN
		Condicions relatives a nutrients	
	Contaminants específics	Substàncies contaminants de l'Annex VIII de la DMA	Límits establerts en normatives estatals o altres i determinació de nivells de referència o "naturals"

L'estat ecològic és el resultat de la combinació de la qualitat biològica i la qualitat fisicoquímica (Figura 1.1). En qualsevol cas però, i especialment a l'hora de valorar l'estat ecològic, és molt important comptar amb el criteri expert que permet validar la valoració final tenint en compte les incerteses i destriant els efectes de la influència de perturbacions naturals o altres, dels efectes de l'activitat humana.

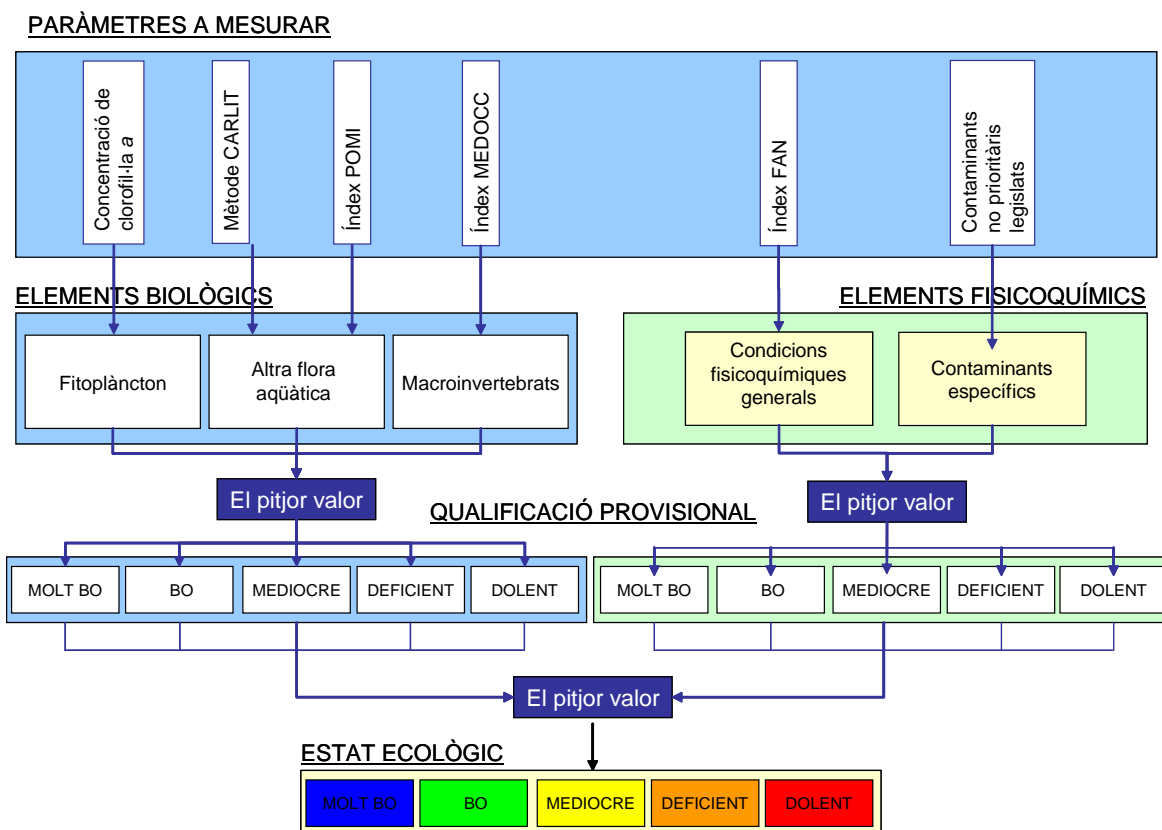


Figura 1.1. Procediment de valoració de l'estat ecològic en aigües costaneres.

#### 1.1.4.2. Estat químic

Segons la DMA, l'estat químic de les masses d'aigua superficials s'ha d'avaluar mitjançant el compliment d'estàndards de qualitat o nivells de qualitat ambiental (NCAs o *Niveles de calidad ambiental*, que és tal i com a partir d'ara se citaran en aquest treball), per a les substàncies prioritàries així com d'altres contaminants establerts per la DMA.

El llistat de substàncies prioritàries, que apareix per primer cop a l'Annex X de la DMA, es veu modificat mitjançant la Decisió N° 2455/2001/CE, per la qual s'aprova per primera vegada el llistat de 33 substàncies prioritàries. Aquesta llista inclou les substàncies de l'antiga llista I de la Directiva 76/464/ECC. El 16 de desembre de 2008, s'aprova la Directiva 2008/105/CE, relativa a les normes de qualitat ambiental en l'àmbit de la política d'aigües, per la què es modifiquen i deroguen les Directives 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE i 86/280/CEE del Consell, i per la que es modifica la Directiva 2000/60/CE (*European Commission*, 2008). En aquesta Directiva hi ha el llistat definitiu de substàncies prioritàries i altres contaminants a tenir en compte en l'avaluació de l'estat químic juntament amb els seus NCAs. De les substàncies llistades a la Directiva, 17 adopten també la categorització de "prioritàries perilloses" per la seva elevada permanència en el medi, la seva capacitat de ser bioacumulades i el seu caràcter tòxic. En el present protocol, es segueixen les normes de qualitat de la Directiva 2008/105/CE, transposada a la legislació estatal mitjançant el RD 60/2011. No es tenen en compte les modificacions recentment publicades a la Directiva 2013/39/UE, per la que es modifiquen les Directives 2000/60/CE i 2008/105/CE pel que fa a les substàncies prioritàries en l'àmbit de la política

d'aigües. La Directiva 2013/39/UE, encara no trasposada a la legislació estatal, presenta modificacions de NCA per algunes substàncies (amb efecte a partir del 22/12/2015) i incorpora algunes de noves ( amb efecte a partir del 22/12/2018).

L'Estat químic s'ha d'avaluar en dues qualificacions: Bo o no Bo, a diferència de l'estat ecològic en què les categories de valoració eren cinc, de Molt Bo a Dolent.

Cal, també, recordar que la DMA obliga a mesurar només aquelles substàncies susceptibles de ser presents en el medi i, per tant, les anàlisis es faran per a determinades substàncies sempre i quan hi hagi un risc o una probabilitat de trobar-les en concentracions elevades i/o quan el criteri expert ho determini.

## 1.2. Avaluació de l'estat ecològic



### 1.2.1. Elements que intervenen en la valoració de l'estat ecològic

Els elements i paràmetres que intervenen en l'avaluació de l'estat ecològic venen determinats per la DMA. En aquest apartat, però, es destaquen aspectes rellevants per a la mesura o la interpretació d'aquests elements en el medi costaner. Un d'aquests aspectes, que és comú a tots els elements, és el fet que quan es treballa en aigües costaneres s'està sempre sotmès a forts gradients que afecten el sistema a diferents escales i que venen determinats, bàsicament, per la intensa dilució que es dona perpendicularment a la costa, des de la línia de costa fins al límit que estableix la DMA, i per la distància a les possibles fonts de contaminació, ja siguin puntuals o bé difoses.

La majoria dels elements biològics, essencialment aquells vinculats al substrat, tenen una distribució en l'espai fortament determinada per la fondària i el tipus de substrat. Això determina, en bona part, el grau i el tipus d'impacte que poden rebre. Així, per exemple, les comunitats de macroalgues situades a la línia de costa sobre substrat dur reben la influència més forta de les aportacions puntuals des del litoral. A diferència d'aquestes macroalgues, les poblacions de posidònia, que viuen a més fondària sobre fons tous, poden rebre aquests i altres tipus d'impactes de forma més difosa però acumulativa. El fitoplàncton, en canvi, així com els elements fisicoquímics, no estan associats a uns espais característics, de manera que es poden mostrejar arreu; ara bé, amb una variabilitat espacial tant elevada, es fa especialment necessari sospesar molt acuradament factors com ara la localització o la representativitat dels punts a l'hora d'avaluar aquests elements en una determinada MA.

A continuació es detallen alguns aspectes relatius a la utilització dels elements biològics i fisicoquímics com a indicadors de la qualitat de l'aigua.

#### 1.2.1.1. Elements biològics

Els elements biològics poden ser més o menys dinàmics depenent, entre d'altres factors, del medi en el que es desenvolupen. En aquest sentit es poden diferenciar els que formarien part de comunitats planctòniques, que viuen majoritàriament a la columna d'aigua, de les comunitats bentòniques, que viuen vinculades a un substrat.

Les comunitats planctòniques són, per definició, molt dinàmiques, i ho són especialment en les aigües costaneres, on presenten una elevada variabilitat espacial i temporal, en resposta als canvis de les condicions del medi. El fitoplàncton és, dins el plàncton en general, un dels grups d'organismes que responen de forma més evident davant de problemàtiques relacionades amb desequilibris o increments en els nivells de nutrients dissolts a la zona costanera, els quals tenen majoritàriament un origen continental (rius, rieres, emissaris...). A més a més, l'estudi del fitoplàncton permet avaluar aquest tipus de problemàtiques en el medi en un període curt de temps, de l'ordre de dies o setmanes.

Les comunitats bentòniques, a diferència de les comunitats planctòniques, es caracteritzen per tenir una mobilitat nul·la o molt reduïda i per això integren i reflecteixen fidelment els canvis de qualitat a més llarg termini, de l'ordre de mesos o anys. Tal i com ja s'ha esmentat a l'apartat anterior, la DMA determina que els elements bentònics que han d'intervenir en l'avaluació de l'estat ecològic siguin: *altra flora aquàtica* (diferent del fitoplàncton) i *macroinvertebrats* (substrat tou).

Per tal d'avaluar cadascun dels elements biològics s'han de definir unes mètriques o índexs (diverses mètriques combinades) que permetin posar de rellevància el valor de l'element indicador (*European Commission, 2000*), de manera que prenguin diferents valors en funció de la variació de l'estat del medi. Aquestes mètriques o índexs s'hauran de:

- mesurar en localitats sense pressions significatives o bé on les comunitats no presentin desviacions significatives de comunitats prístines o clímax, o
- inferir des de condicions de referència històriques o teòriques obtingudes a partir de models.

Per tal que les valoracions obtingudes amb les mètriques o índexs escollits siguin comparables entre els diferents elements o entre diferents mètodes utilitzats en un mateix element, la DMA proposa treballar amb els *Ecological Quality Ratios* (EQRs), que representen la relació entre els valors observats al medi i els valors de referència per a la mètrica o l'índex en qüestió. L'escala dels EQRs varia entre 0 i 1, essent l'EQR més proper a 1 el que més s'assembla al valor observat a la referència, i més proper a 0 el que més allunyat estigui d'aquesta condició (*European Commission, 2000 i 2005*). De vegades poden assolir-se valors EQR majors d'1, fet que indica que els valors observats són encara millors que la referència prèviament definida.

A Catalunya, els estudis realitzats sobre els elements biològics durant la darrera dècada han permès aprofundir en el seu coneixement, fer una primera avaluació dels graus de sensibilitat dels diferents elements davant de pertorbacions i definir unes primeres mètriques o índexs per tal d'associar aquests elements biològics amb la qualitat del medi. Això ha facilitat el càlcul d'un EQR per a cadascun dels elements biològics, tal i com requereix la Directiva i s'explicita en aquests protocols. Aquests EQRs permeten valorar cadascun dels indicadors biològics en les cinc categories de qualitat establertes per la DMA: Molt Bona (color blau), Bona (color verd), Mediocre (color groc), Deficient (color taronja) i Dolenta (color vermell). Només les dues primeres categories es contempen com a compliment de la DMA, la resta representen incompliments i exigeixen actuacions de millora.

## **Fitoplàncton**

Es defineix fitoplàncton com el conjunt de microorganismes, majoritàriament fotosintètics, que viuen en suspensió a l'aigua. Alguns d'ells tenen una certa capacitat de moviment o de regular la seva flotabilitat però, en qualsevol cas, aquesta capacitat és limitada i no són independents de la columna d'aigua en la que es troben: són arrossegats pels corrents verticals o horitzontals. Al mar, els principals grups taxonòmics són: les diatomees (*Bacillariophyceae*), les dinoflagel·lades (*Pyrrophyceae*), els coccolitoforals (*Prymnesiophyceae*), i les silicoflagel·lades (*Chrysophyceae*). En estuaris, llacunes i badies altres grups de fitoplàncton poden predominar localment, com per exemple flagel·lades tipus euglenoids (*Euglenophyceae*) i cianobacteries (*Cyanophyceae*), entre d'altres.

### **L'ús del fitoplàncton com a indicador**

Per a l'avaluació de la qualitat biològica es considera la biomassa de fitoplàncton estimada a partir del seu contingut en clorofil·la-a (d'ara endavant, clorofil·la), tal i com s'ha aprovat com a resultat dels treballs dels grups mediterranis d'intercalibració (*European Commission*, 2009a).

La clorofil·la és el pigment fotosintètic majoritari dels productors primaris, que permet fer una estimació de la biomassa fitoplanctònica. La biomassa fitoplanctònica és un indicador que s'utilitza a la major part de normatives, internacionals i nacionals, relatives als mars i oceans, sempre relacionada amb possibles problemàtiques originades per enriquiment amb nutrients o eutrofització (Vollenweider, 1992; Vollenweider et al., 1998; Ward et al., 1998, entre d'altres).

A Catalunya la concentració de clorofil·la s'utilitza ja en els primers treballs oceanogràfics sistemàtics, des dels anys 50 (Margalef, 1957; Margalef, 1966; Margalef i Castellví, 1967; Masó i Duarte, 1989; Estrada, 1991; Arin et al., 2005). A més a més, la presa de mostres de clorofil·la i la seva analítica és senzilla i econòmica i, com a paràmetre, la clorofil·la integra informació sobre diversos grups taxonòmics de fitoplàncton en una sola mesura. Per tot això, la concentració de clorofil·la en l'aigua de mar ha estat una de les mesures rutinàries dels programes de vigilància ambiental de l'ACA (abans Junta de Sanejament) des dels anys 90.

La Directiva, a més de la clorofil·la, també recomana utilitzar la composició específica de la comunitat de fitoplàncton i la freqüència de les proliferacions, com a indicadors de qualitat fitoplanctònica (*European Commission*, 2000 i 2003b). Però a la Mediterrània no s'apliquen aquests dos paràmetres, perquè no s'ha establert una relació clara entre composició específica o nombre de proliferacions i els nivells de qualitat de les masses d'aigua.

### **Avaluació de la qualitat ambiental a partir del fitoplàncton a la DMA**

Les entrades de nutrients en un sistema aquàtic, ja siguin d'origen natural o bé antropogènic, es manifesten, en general, en un increment de la biomassa fitoplanctònica i, per tant, de la clorofil·la. La magnitud del desenvolupament fitoplanctònic dependrà també d'altres factors, com el temps de residència d'aquests nutrients en el sistema, la turbulència, la quantitat total de nutrients abocats, la durada de les aportacions, la terbolesa, la meteorologia, etc. Tot i això, es pot dir que existeix una bona relació entre l'aportació de nutrients i la generació de clorofil·la, de manera que la presència de baixes

concentracions de clorofil·la en una MA suggereix un bon estat ecològic d'aquesta MA, mentre que elevades concentracions mantingudes al llarg del temps poden indicar un mal estat ecològic.

Les aportacions de nutrients a la costa són fonamentalment d'origen continental. Això vol dir que com més contingut d'aigua dolça en les aigües costaneres més concentració de nutrients podem esperar, cosa que molt probablement es traduirà en un augment de biomassa fitoplànctònica. Com que a la costa hi ha àrees i èpoques amb diferents graus d'influència continental, s'han definit, tal i com s'ha comentat a l'apartat 1.1.3, tres tipologies de MA diferents segons aquest criteri: amb influència continental elevada, amb influència continental moderada i amb influència continental baixa (corresponen als *Types I, II i III* europeus). D'altra banda, per exemple a Catalunya, els problemes d'elevades concentracions de fitoplàncton s'acostumen a observar a nivell de la línia de costa, on la influència continental és màxima, determinant un gradient de concentració decreixent des de la línia de costa cap a mar obert. Això ha portat a definir diferents condicions de referència així com diferents llistats de qualitat per a aquestes tres tipologies, tenint en compte la distància a la costa.

Tal i com s'ha esmentat a l'inici de l'apartat 1.2, és important establir on té lloc la presa de mostres, ja que això determinarà les condicions de referència. Treballar només amb dades a mar obert, tal i com es fa a la major part dels països europeus, implica perdre la variabilitat per la influència directe del continent ja que és allà on el gradient és més intens i on es troben ubicades la major part de les pressions. Al contrari, treballar amb dades situades només en la línia de costa, fa que els resultats no siguin comparables amb cap altre país i que, a l'hora d'extrapolar el resultat al total de la MA, l'avaluació general obtinguda sigui poc creïble, ja que s'estaria mostrejant només en la part més antropitzada del gradient. Actualment, a Catalunya s'obtenen dues valoracions de qualitat per a l'indicador fitoplàncton: una en la línia de costa (Camp pròxim) i una a mar obert (Camp mitjà, 500-1500 m perpendiculars a la costa).

A nivell europeu, durant les reunions del grup mediterrani d'intercalibració, s'han definit i consensuat les condicions de referència i els llistats de qualitat per a cada tipologia a mar obert. A nivell estatal aquests valors s'han definit per a cada tipologia tant a mar obert com a línia de costa amb el consens de les comunitats autònomes espanyoles mediterrànies, coordinades per la *División para la Protección del Mar y Prevención de la Contaminación Marina del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino*. A Catalunya s'ha optat per utilitzar la taula consensuada a nivell espanyol mediterrani per dos motius: a) és completa, ja que inclou llistats per a tots els nivells de qualitat tant per al camp mitjà com per al pròxim, i b) és més estricta, ja que sempre que una MA obtingui una qualitat acceptable mitjançant la taula espanyola també ho farà mitjançant l'europea.

Els estadístics utilitzats per fer les valoracions de qualitat són el percentil 90 i la mitjana de clorofil·la. A la costa catalana, s'ha observat una molt bona correlació entre els dos estadístics (*European Commission, 2009b*) i s'ha decidit fer les valoracions de fitoplàncton en base a les mitjanes de clorofil·la. En concordança, la tipologia s'estableix a partir de la mitjana de salinitat de la mateixa base de dades. I d'altra banda, les condicions de referència per a cada tipologia i camp, que es mostren a la Taula 1.4, també s'expressen en mitjanes de clorofil·la. Les condicions de referència en percentils 90 i els llistats

de qualitat obtinguts amb les mitjanes i amb els percentils 90 es mostren a l'apartat 4.1.1.2 dels annexos. En ambdós casos sempre els límits són menors en el camp mitjà que en el camp pròxim.

En el cas del fitoplàncton, l'EQR es calcula de manera inversa a com està establert, ja que es divideix el valor de clorofil·la de referència pel valor de clorofil·la mitjana anual de la MA, que es calcula a partir de t dades balancejades entre estacions de l'any. Els valors de tall d'EQR (Taula 1.5) són els mateixos per al camp pròxim i per al mitjà, independentment de si es treballa amb mitjanes com amb percentil 90 (P90).

Per a més detalls sobre el mètode utilitzat per a l'avaluació de la qualitat a partir de l'element fitoplàncton, es pot consultar el document tècnic d'intercalibració mediterrània i els seus annexos (*European Commission, 2009a*).

Aquest protocol es podria veure modificat en un futur per treballs realitzats posteriorment o per la incorporació de noves dades de la costa catalana.

**Taula 1.4.** Condicions de referència segons el grau d'influència continental (IC) i segons la distància a la costa (camp pròxim i camp mitjà).

Condicions de referència	Elevada IC (Type I UE)		Mitjana IC (Type II UE)		Baixa IC (Type III UE)	
	Pròxim	Mitjà	Pròxim	Mitjà	Pròxim	Mitjà
Clorofil·la-a mitjana (µg/l)	4,69	2,25	1,82	0,90	1,12	0,52

**Taula 1.5.** Intervals d'EQR, corresponents a cada nivell de qualitat, considerats en l'avaluació de les MA, segons el grau IC que reben. Els valors d'EQR calculats pels mostreigs al camp pròxim i al camp mitjà són coincidents.

Nivell de qualitat	EQR		
	Elevada IC (Type I UE)	Mitjana IC (Type II UE)	Baixa IC (Type III UE)
Molt bo	$EQR \geq 0,82$	$EQR \geq 0,83$	$EQR \geq 0,85$
Bo	$0,47 \leq EQR < 0,82$	$0,54 \leq EQR < 0,83$	$0,61 \leq EQR < 0,85$
Mediocre	$0,33 \leq EQR < 0,47$	$0,40 \leq EQR < 0,54$	$0,50 \leq EQR < 0,61$
Deficient	$0,25 \leq EQR < 0,33$	$0,33 \leq EQR < 0,40$	$0,42 \leq EQR < 0,50$
Dolent	$EQR < 0,25$	$EQR < 0,33$	$EQR < 0,42$

## **Altra Flora aquàtica**

Altra flora aquàtica, considerada en l'avaluació de la qualitat biològica de les MA costaneres, comprèn els macròfits marins. Dintre dels macròfits, els indicadors que s'avaluen per DMA són les macroalgues i la fanerògama marina *Posidonia oceanica*.

### **Altra flora aquàtica: Macroalgues**

L'indicador macroalgues comprèn tots aquells organismes vegetals marins macroscòpics que viuen sobre substrat rocós a l'horitzó litoral comprès entre 0 i 30 cm de fondària (infralitoral superior). Donat que les macroalgues a la Mediterrània occidental conformen la “comunitat infralitoral” juntament amb d'altres grups d'organismes, i que és a nivell de comunitat que han estat més estudiades com a indicadors de qualitat del medi, per avaluar l'element macroalgues s'inclourà també el grup de macroinvertebrats acompanyant com p.e. les ostres, les lapes i els musclos. Dintre de la diversitat d'organismes que acompanyen les macroalgues a la zona costanera, els musclos (*Mytilus galloprovincialis*) són una part important, tant en termes d'abundància i biomassa, com pel que fa a les funcions que desenvolupen dins l'ecosistema. Aquesta espècie pot representar en algunes zones de la costa catalana més del 80% del recobriment total, desplaçant les espècies de macroalgues. La presència del musclo s'associa a una elevada càrrega orgànica en la zona costanera i a un fort hidrodinamisme.

### **L'ús de les comunitats infralitorals superiors com a indicadors**

Hi ha molta documentació sobre l'ús de les comunitats infralitorals com a indicadores de la qualitat de l'aigua arreu del món (e.g. Borowitzka, 1972; Munda, 1974; Littler i Murray, 1975; Belsher, 1977; Levine, 1984; Gorostiaga i Díez, 1996; Díez et al., 1999). Per la seva ubicació superficial a la línia de costa –que en facilita enormement el mostreig respecte a les que es troben submergides–, es veuen més afectades que qualsevol altre tipus de comunitat per les diferents perturbacions antròpiques, com per exemple:

- l'arribada de contaminants, ja que la major part d'ells van associats a aigües dolces (rius, rieres, abocaments, emissaris...) que suren sobre les aigües marines,
- les perturbacions que arriben des de mar obert (per exemple abocaments de petroli, neteges de sentines, etc), o
- els processos d'eutrofització que tenen lloc a les zones més costaneres i someres.

Les espècies que es troben en un indret reflecteixen les condicions a les que ha estat sotmès aquell indret al llarg del temps.

A la costa catalana, i en general a les costes del mediterrani occidental, la comunitat clímax és la formada per *Cystoseira mediterranea* / *stricta*, que pertany a les algues fucals, grup d'algues molt sensibles a les perturbacions antròpiques. Segons dades bibliogràfiques (Bellan-Santini, 1968; Arnoux i Bellan-Santini, 1972; Chrysovergis i Panayotidis, 1995; Soltan et al., 2001), *C. mediterranea* és indicadora d'aigües netes i només és present en indrets de molt bona qualitat. Quan les condicions ambientals s'alteren i augmenten els nutrients a la columna d'aigua, les poblacions de *C. mediterranea* desapareixen i són substituïdes per diverses espècies en funció del grau de perturbació. L'alga *Corallina elongata* és una espècie tolerant que ocupa tots aquells indrets en que *C. mediterranea* no es pot



desenvolupar. En situacions d'alt hidrodinamisme o de gran quantitat de matèria orgànica en suspensió, apareix com a espècie acompanyant, o fins i tot dominant, el mol·lusc *Mytilus galloprovincialis*. Quan el grau de pertorbació és més gran, es troben altres espècies més resistents, *Lithophyllum incrustans* entre d'altres i, finalment, quan la concentració de nutrients és molt elevada, apareixen les algues verdes i les cianofícies.

### Avaluació de la qualitat ambiental a partir de comunitats infralitorals a la DMA

En els darrers anys, a Catalunya s'ha desenvolupat la metodologia CARLIT (*CARtografia LIToral*), adreçada a utilitzar les comunitats infralitorals com a indicadores de la qualitat ambiental (Ballesteros et al. 2007). A nivell del Mediterrani Oriental, existeix també una altra metodologia basada en els macròfits marins, elaborada per un grup d'investigadors grecs, que fa servir l'índex EEI (Orfanidis et al., *Ecological Evaluation Index*, 2001), però aquesta metodologia no és aplicable a la Mediterrània Occidental.

El mètode CARLIT es basa en una cartografia visual de les comunitats presents entre els estatges mediolitoral inferior i infralitoral superior sobre substrat rocós (Ballesteros et al., 2007). El mètode consisteix en dividir el sector de costa que es vol avaluar en petits trams i caracteritzar-los en base a l'espècie que visualment es considera que domina a cada tram, com ara *Cystoseira mediterranea*, *Corallina elongata* o *Mytilus galloprovincialis*, entre altres. Aquesta caracterització de la costa permetrà establir un seguit de categories en funció de les espècies presents. A cada categoria se li assigna un valor que n'indica el grau de sensibilitat a les pertorbacions segons les espècies que la conformen. Aquest valor oscil·la entre 1, quan les espècies dominants són de caire oportunista i, per tant, poc sensibles a les pertorbacions, i 20, quan dominen espècies com la *C. mediterranea*, molt sensible a les pertorbacions ambientals.

Aquests trams s'agrupen tenint en compte algunes de les seves característiques geomorfològiques - característiques que s'ha comprovat que condicionen les comunitats que s'hi desenvolupen - i se'n calcula un valor ponderat tenint en compte la valoració de les comunitats presents i la longitud de costa que ocupen. Aquest valor es compararà amb un valor màxim teòric que s'ha calculat prèviament, en les mateixes condicions geomorfològiques però en indrets pristins (zones de referència). Finalment s'obté un valor d'EQR (*Ecological Quality Ratio*), que oscil·larà entre 0 i 1, i que representarà la qualitat ecològica de la zona estudiada. Els intervals d'EQR pels nivells de qualitat de les MA definits per a aquesta metodologia (Ballesteros et al., 2007) es presenten a la Taula 1.6.

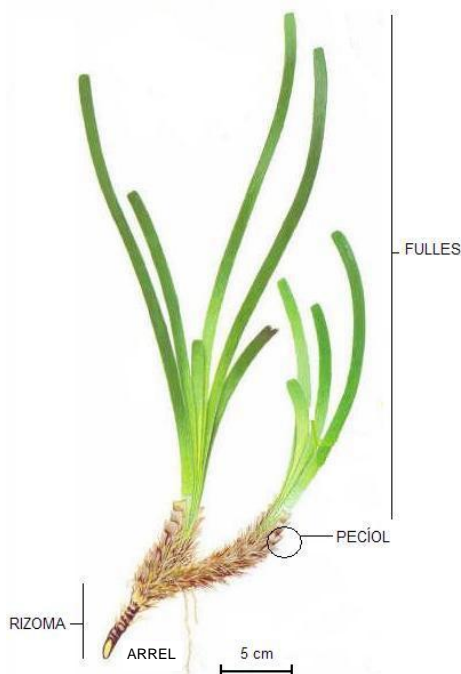
**Taula 1.6.** Intervals d'EQR definits per a cadascun dels nivells de qualitat considerats per a l'avaluació de les masses d'aigua.

Nivell de qualitat	EQR
Molt bo	$EQR > 0,75$
Bo	$0,60 < EQR \leq 0,75$
Mediocre	$0,40 < EQR \leq 0,60$
Deficient	$0,25 < EQR \leq 0,40$
Dolent	$EQR \leq 0,25$

### Altra flora aquàtica: *Posidonia oceanica*

Les fanerògames marines, a diferència d'altres macròfits bentònics, són plantes superiors que viuen majoritàriament en fons tous de zones costaneres de tot el món, a excepció de les aigües Antàrtiques (Green i Short, 2003). Les fanerògames marines són molt sensibles a canvis en el seu medi, especialment als impactes antròpics, fins al punt que sembla que s'està produint una regressió d'abast mundial (Short i Wyllie Echeverria, 1996).

*Posidonia oceanica* (Figura 1.2) és una planta clonal que presenta rizomes horitzontals (anomenats plagiòtrops) que connecten una sèrie de rizomes verticals (anomenats ortòtrops) portadors de fulles i arrels. Les fulles són acintades i de color verd, d'amplada variable (entre 0,8 i 1,2 centímetres) i longitud no menys variable (d'uns quants centímetres a més d'1 m). A la base de les fulles adultes apareix una estructura blanca anàloga al pecíol de les fulles de les plantes terrestres. Aquests pecíols romanen adherits al rizoma quan cau la fulla i li confereixen un aspecte plomós molt característic (Romero, 2004).



**Figura 1.2.** Representació de la morfologia bàsica d'un feix de *Posidonia oceanica* amb les seves parts diferenciades (dibuix de J. Corbera, a Romero, 2004).

Les praderies de *Posidonia oceanica* s'estenen de manera natural en els fons de sediment (i fins i tot sobre roca) de la major part de la Mediterrània, des dels primers metres de fondària fins als 20-40 metres de fondària, depenent de la zona (Renom i Romero, 2001; Romero, 2004), exceptuant les àrees amb grans aportacions continentals, com ara les desembocadures dels rius.

Les alteracions dels herbeis de *Posidonia oceanica*, conseqüència de les activitats humanes, han estat àmpliament documentades en tota la Mediterrània.

Aquestes alteracions es poden classificar en:

- modificacions directes dels recursos o factors primaris que controlen el creixement de la planta: reducció de la llum incident, augment de la disponibilitat de nutrients (eutrofització);
- modificacions indirectes de la disponibilitat dels recursos a través de l'alteració d'altres factors del medi, de les característiques de l'hàbitat i/o de les interaccions biòtiques: augment de l'ombra per epífits (organismes que viuen adherits a les fulles) que creixen de forma desmesurada si incrementen els nivells d'eutròfia, amb la consegüent reducció de llum per a la planta; increment de l'herbivoria, en fer-se el material més atractiu pels herbívors en augmentar els epífits o disminuir la concentració de substàncies dissuasòries; reducció en l'assimilació del nitrogen i mortalitat d'arrels en augmentar la matèria orgànica del sediment per eutrofització;
- eliminació directa de la planta per activitats d'extracció directes com la pesca, construccions, regeneració artificial de platges, fondeig i ancoratge, etc;
- bioacumulació i efectes tòxics de metalls i agents químics (detergents, hidrocarburs, salmorres, etc.) sobre el metabolisme i el creixement de la planta.

### L'ús de la comunitat de *Posidonia oceanica* com a indicador

La sensibilitat d'aquesta comunitat a canvis ambientals, juntament amb el fet que són plantes en contacte amb la columna d'aigua (fulles) i el sediment (arrels i rizomes), les converteix en excel·lents bioindicadors. Concretament, l'espècie *Posidonia oceanica* (Figura 1.3), endèmica del Mediterrani, pot ser utilitzada eficientment com a bioindicador principalment per tres raons:

- la seva sensibilitat a les alteracions del medi (Delgado et al., 1999; Ruiz et al., 2001; Ruiz i Romero, 2003),
- la seva àmplia distribució per les costes mediterrànies (Procaccini et al., 2003), i
- el bon coneixement sobre la resposta específica de la planta i el seu ecosistema a impactes específics (Ruiz et al., 2001; Ruiz i Romero, 2003).



**Figura 1.3.** Imatge d'un herbei de *Posidonia oceanica* (foto: Simone Farina i Begoña Martínez)

## Avaluació de la qualitat ambiental a partir de la comunitat de posidònia a la DMA

Donat que no existia cap índex descrit per utilitzar l'espècie *Posidonia oceanica* com a indicadora de la qualitat de l'aigua, a Catalunya s'ha desenvolupat l'índex POMI (*Posidonia oceanica Multivariate Index*). Aquest índex biòtic es basa en una aproximació multivariant a partir de mesures d'atributs estructurals i funcionals a diferents nivells d'organització (fisiològic, individual, poblacional) de l'ecosistema de *Posidonia oceanica* (Romero et al., 2007) i és, en sí mateix, un EQR. Els límits d'aquest EQR es mostren a la Taula 1.7; per a més detalls sobre el mètode d'obtenció, consultar l'apartat 2.1.3 dels protocols.

**Taula 1.7.** Interval·ls d'EQR corresponents als diferents nivells de qualitat considerats per a l'avaluació de les MA.

Nivell de qualitat	EQR corregit
Molt bo	$0,775 \leq \text{EQR} \leq 1$
Bo	$0,550 \leq \text{EQR} < 0,774$
Mediocre	$0,325 \leq \text{EQR} < 0,549$
Deficient	$0,1 \leq \text{EQR} < 0,324$
Dolent	$\text{EQR} < 0,1$

## Macroinvertebrats

Els macroinvertebrats engloben diversos grups taxonòmics d'invertebrats de mida relativament gran (visibles a ull nu), no molt inferiors a 0,5 mm però habitualment més grans de 3 mm. Els macroinvertebrats que es poden trobar als fons tous són els anèl·lids poliquets i oligoquets, mol·luscs, peracàrides (amfípodes, cumacis, tanaidacis, isòpodes...) nemertins, sipuncúlids, i equinoderms entre altres.

Les comunitats bentòniques infaunals estan en contacte directe amb el sediment, on s'acumula la matèria orgànica i nombrosos contaminants, però d'altra banda prenen un paper molt important en l'estructura i el funcionament dels ecosistemes (Rhoads et al., 1978). La distribució de les comunitats de macroinvertebrats està, per tant, normalment associada amb variables ambientals com la salinitat, la mida de gra del sediment, la concentració de carboni orgànic (o matèria orgànica en el sediment) i la presència de contaminants (Gray, 1974; Snelgrove i Butman, 1994).

## L'ús dels macroinvertebrats com a indicadors

Els macroinvertebrats bentònics han estat un dels grups d'organismes més utilitzats per avaluar l'estat del medi. De fet, han estat considerats com a molt bons indicadors ja que, com que tenen una mobilitat limitada, estan exposats als canvis ambientals que es produeixen en el medi (Hily, 1984; Majeed, 1987; Dauer, 1993). Són abundants a tots els ambients sedimentaris i presenten diferents graus de tolerància als canvis ambientals (Pearson and Rosenberg, 1978; Grall and Glémarec, 1997; Weisberg et al., 1997; Levin, 2000). El valor indicador dels macroinvertebrats assoleix dos nivells: d'una banda, cada espècie té uns determinats requeriments ecològics i una sensibilitat i tolerància enfront de perturbacions del medi i de l'altra, la comunitat, en conjunt, dona també una indicació de l'estat del medi.

## **Avaluació de la qualitat ambiental a partir dels macroinvertebrats a la DMA**

El mostreig de macroinvertebrats és relativament senzill. La DMA especifica que per avaluar l'estat ecològic cal utilitzar la composició i abundància dels organismes en les comunitats bentòniques. Actualment, a nivell europeu, existeixen alguns índexs que permeten classificar les aigües en rangs de qualitat a partir de les comunitats de macroinvertebrats (AMBI, M-AMBI, BENTIX, Borja et al., 2000; Muxika et al., 2005; Simboura i Zenetos, 2002, respectivament) però la seva utilització amb les comunitats de la Mediterrània Occidental no ha estat prou satisfactòria. És per això que a Catalunya s'ha treballat en el desenvolupament d'un nou índex anomenat l'índex MEDOCC (*MEDiterrània OCCidental*) que s'adapta tant a les comunitats que es troben a la costa catalana com als tipus de perturbacions més comunes a les què estan sotmeses.

La metodologia per al càlcul de l'índex MEDOCC queda recollida en el protocol corresponent (veure apartat 2.1.4. dels protocols). Aquest índex és una adaptació a la costa Mediterrània Occidental, de l'índex AMBI (Borja et al., 2000), desenvolupat per a les aigües litorals de l'Atlàntic. Aquests índexs es basen en la capacitat que tenen les espècies a respondre a les variacions ambientals naturals o induïdes per l'home. Concretament, l'índex MEDOCC permet detectar l'enriquiment orgànic segons la successió d'espècies en resposta a canvis en aquests paràmetres descrita per Pearson i Rosenberg (1978).

Sintèticament, la metodologia es basa en assignar un grup ecològic a cadascuna de les espècies de macroinvertebrats presents en la comunitat segons la bibliografia existent i el criteri expert: GE1: espècies sensibles; GE2: espècies indiferents; GE3: espècies tolerants i GE4: espècies oportunistes. A partir de l'abundància de les espècies es calcula el valor de l'índex MEDOCC.

Per obtenir el nivell de qualitat de l'indicador macroinvertebrats s'utilitza una fórmula que relaciona els diferents grups ecològics definits anteriorment; els llindars entre nivells de qualitat ambiental s'han establert a partir de la distribució de les freqüències dels quatre grups ecològics al llarg del valor ascendent de l'índex MEDOCC, basant-nos en els models de Pearson i Rosenberg (1978), Hily et al., (1986), Majeed (1987), i Grall i Glémarec (1997). Els llindars queden delimitats seguint la definició que la DMA fa dels 5 estats ecològics i que es correspon amb els límits que es presenten a continuació:

-Molt bo: dominància d'espècies sensibles amb més del 40% de l'abundància total d'espècies. El límit entre l'estat Molt bo i Bo pren un valor MEDOCC d'1,6.

-Bo: dominància d'espècies tolerants (20-50%) però amb presència d'espècies sensibles (10-40%). El límit entre l'estat Bo i Mediocre se situa en un valor de MEDOCC de 3,2.

-Mediocre: dominància d'espècies tolerants (fins a un 50%) i oportunistes (menys del 45%). El límit entre l'estat Mediocre i Deficient està en un valor de MEDOCC de 4,77.

-Deficient: dominància d'espècies oportunistes (més del 45%) però amb presència de tolerants. El límit entre l'estat Deficient i Dolent se situa en un valor de MEDOCC de 5,5.

-Dolent: Les espècies oportunistes superen el 80% de l'abundància total. També es correspon amb sediments azoics.

Els valors de referència per al càlcul de l'EQR es determinen segons s'indica al protocol (apartat 2.1.4 dels protocols). A la Taula 1.8 es mostren els intervals corresponents a cada nivell de qualitat i l'EQR corresponent.

**Taula 1.8.** Valors de l'índex MEDOCC que fan de llindar entre els diferents nivells de qualitat.

Nivell de qualitat	MEDOCC	EQR
Molt bo	$0 < \text{MEDOCC} < 1,6$	$\text{EQR} > 0,73$
Bo	$1,6 \leq \text{MEDOCC} < 3,2$	$0,47 < \text{EQR} \leq 0,73$
Mediocre	$3,2 \leq \text{MEDOCC} < 4,77$	$0,20 < \text{EQR} \leq 0,47$
Deficient	$4,77 \leq \text{MEDOCC} < 5,5$	$0,08 < \text{EQR} \leq 0,20$
Dolent	$5,5 \leq \text{MEDOCC} \leq 6$	$\text{EQR} \leq 0,08$

### 1.2.1.2. Elements fisicoquímics

Un element fisicoquímic és cadascuna de les propietats de les aigües marines que caracteritzen les condicions oceanogràfiques d'una zona determinada i que, en conseqüència, condicionen l'existència de les espècies en aquella zona. La qualitat fisicoquímica intervé en la valoració de l'estat ecològic complementant les valoracions obtingudes segons la qualitat biològica.

Per obtenir la qualificació dels elements fisicoquímics caldrà tenir en compte les anomenades *condicions generals* i els *contaminants específics*. De forma complementària, en aquest apartat d'elements fisicoquímics s'inclouen variables com la granulometria i la matèria orgànica dels sediments, ja que d'elles se'n pot extreure informació útil per interpretar la major part dels indicadors de la DMA relacionats amb els sediments.

#### Condicions generals

A Catalunya, els elements que s'han considerat rellevants per avaluar les condicions generals són la salinitat i els nutrients inorgànics dissolts (nitrats, nitrits, amonis, fosfats i silicats).

#### La salinitat

La salinitat és la mesura de la quantitat de sals dissoltes a l'aigua. En aigües marines, les sals dissoltes majoritàries són el clorur sòdic i el clorur magnèsic i, en menor proporció, les sals de clorur càlcic i potàssic. D'altra banda, també hi ha sals minoritàries que es presenten en concentracions menors a les anteriors, com són sals de bromurs, carbonats, etc. (Harvey, 1955). La salinitat és una variable conservativa ja que la proporció entre aquestes sals és essencialment constant (Levinton, 1995). La salinitat s'expressa com la quantitat en grams de sals dissoltes en 1000 g d'aigua (Forch et al., 1902) i per tant les seves unitats són g/l, parts per mil (ppt) o tant per mil (‰). Ara bé, generalment no es mesura la quantitat de sals sinó que s'estima la seva concentració a partir de la conductivitat elèctrica que té qualsevol solució salina, resultat de tots els elements químics que s'hi troben dissolts, corregida per la temperatura i comparada amb una solució estàndard d'aigua marina. Degut a la manera d'estimar-la, la salinitat és doncs una proporció entre dues conductivitats i, per tant, és una variable adimensional (Unesco, 1985).

A la Mediterrània, la mitjana de la salinitat és de 38,3, ja que es troba en una conca deficitària on l'evaporació supera les entrades d'aigua dolça per escorrentia i precipitació. Concretament a la costa catalana, el rang de variació oscil·la entre els 38,4 a mar obert, passant pels 37,5 de les aigües litorals i fins a valors per sota d'1 prop de les desembocadures dels rius (dades de l'ACA).

En referència a la qualitat ambiental, el valor de la salinitat aporta informació sobre la quantitat d'aigua dolça provinent del continent que rep una MA, i en conseqüència, sobre la possibilitat de que existeixi una entrada excessiva de nutrients que empitjori les condicions fisicoquímiques generals.

### **Els nutrients**

Entre les sals dissoltes al mar, n'hi ha que juguen un paper essencial en la producció de matèria orgànica a través de la fotosíntesi: els nutrients (Strickland i Parsons, 1972). Tradicionalment, en oceanografia química s'aplica aquest terme gairebé exclusivament a nitrogen, fòsfor i silici, elements que poden arribar a ser limitants per a la producció primària al mar (von Liebig i Playfair, 1847). Amb tot, estrictament, molts altres elements químics dissolts al mar, juntament amb alguns metalls traça essencials, són també nutrients. El nitrogen, el fòsfor i el silici són normalment extrets ràpidament de les aigües superficials i s'incorporen eficaçment en cèl·lules, teixits i estructures extracel·lulars dels organismes vius. Posteriorment, mitjançant la descomposició de la matèria orgànica per oxidació aeròbica o anaeròbica (que generalment implica la participació de la comunitat bacteriana) són alliberats un altre cop en forma inorgànica a la columna l'aigua, on tornen a quedar a disposició dels organismes fitoplanctònics. Generalment, un àtom d'aquests elements és alliberat en forma inorgànica i captat per ser transformat novament en matèria orgànica moltes vegades abans no desapareix definitivament de la columna d'aigua, normalment per sedimentació de material en forma orgànica i acumulació als fons marins (Valiela, 1995). A causa de l'activitat humana, els equilibris entre organismes i nutrients s'han vist modificats, ja que s'aporten nutrients extres al medi que modifiquen la composició i el funcionament dels ecosistemes aquàtics (Vollenweider, 1981). A les aigües marines, les concentracions dels nutrients no depenen únicament de processos físics o condicions topogràfiques, sinó també de molts processos biològics, alhora limitats o accentuats sovint pels mateixos nutrients. De vegades, i de forma natural, s'assoleixen concentracions molt elevades de nutrients que provoquen una sèrie de fets en cadena que alteren profundament el medi aquàtic: creixement excessiu de fitoplàncton, consum excessiu d'oxigen (anòxia), mort de peixos i altres animals, etc. Aquest fenomen s'anomena eutrofització (Cloern, 2001). La introducció *extra* de nutrients als medis aquàtics (adobs o abocaments urbans) fan que aquests episodis eutròfics, o distròfics, puguin ser cada vegada més freqüents i, en conseqüència, puguin arribar a afectar la qualitat de l'aigua marina. A la Mediterrània, i concretament a la costa catalana, la concentració d'aquests nutrients disminueix conforme ens allunyem de la costa, i assoleixen valors màxims en àrees properes a desembocadures de rius i a nuclis urbans importants (dades de l'ACA). En aquestes àrees és on el risc de detectar una baixa qualitat ambiental és més elevat.

El **nitrogen inorgànic** dissolt es presenta en tres formes:

- **Nitrats** ( $NO_3^-$ ): Forma més abundant de nitrogen inorgànic i per tant font habitual de nitrogen per als productors primaris del mar, sobretot en aigües allunyades de la costa. És escàs a l'aigua de mar superficial, on és exhaurit ràpidament pel plàncton fotosintètic, que el

consumeix àvidament. En aigües fondes de la Mediterrània, on manca la llum, pot estar en concentracions més altes, encara que no superen els 10  $\mu\text{mol/l}$ . Prop de la costa està en concentracions més altes com a conseqüència de les aportacions continentals (sobretot rius), que el duen en concentracions superiors als 100  $\mu\text{mol/l}$ . A la costa catalana, la mitjana de nitrats és de 13,07  $\mu\text{mol/l}$  i els valors habituals (mediana) es troben al voltant de 3,11  $\mu\text{mol/l}$ .

- **Nitrits** ( $\text{NO}_2^-$ ): És una font de nitrogen relativament minoritària al mar ja que la seva concentració sol ser d'un ordre de magnitud inferior a la dels nitrats (fins i tot en aigües litorals properes a la costa és molt poc abundant). Els valors relativament alts de nitrits (sovint al voltant de la termoclina) indiquen fortes activitats bacterianes; és per això que són bons indicadors de determinats processos heterotròfics. A la costa catalana, la mitjana de nitrits és de 0,46  $\mu\text{mol/l}$  i els valors habituals (mediana) es troben al voltant de 0,21  $\mu\text{mol/l}$ .
- **Amoni** ( $\text{NH}_4^+$ ): És una font de nitrogen important en aigües litorals superficials, sobretot en aigües properes als fons de llocs confinats, estuaris i ports. Es tracta de la típica font de nitrogen reciclat, és a dir, reutilitzat a partir de l'excreció dels organismes heteròtrofs. És molt abundant a les aigües residuals urbanes, on constitueix la forma majoritària de nitrogen dissolt (concentracions properes als 3.000  $\mu\text{mol/l}$  són normals) i, per tant, és un bon traçador d'aportacions d'aquesta naturalesa. Quan es dilueix al mar és ràpidament utilitzat pel fitoplàncton que el prefereix a formes de nitrogen més oxidades. En aigües marines influïdes per concentracions urbanes importants pot representar la font majoritària de nitrogen. A la costa catalana, la mitjana d'amoni és de 6,37  $\mu\text{mol/l}$  i els valors habituals (mediana) es troben al voltant de 1,41  $\mu\text{mol/l}$ .

El cas del **fòsfor** és paradigmàtic, ja que és poc abundant a l'ecosfera, però molt usat a la biosfera. El fòsfor inorgànic dissolt és present habitualment a mar en forma d'ió ortofosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) i és, juntament amb el nitrogen, l'altre factor limitant en discussió pel que fa al creixement dels organismes fotosintètics a les aigües litorals. En aigües marines superficials, a l'estiu, és pràcticament indetectable, mentre que en aigües fondes mediterrànies arriba a valors propers a 0,4  $\mu\text{mol/l}$ . Per contra, la seva abundància indica perill d'eutròfia. Abunda molt en aigües residuals urbanes (al voltant de 300  $\mu\text{mol/l}$ ) motiu pel qual resulta també un bon indicador de llur influència. A la costa catalana, la mitjana d'ió ortofosfat és de 0,73  $\mu\text{mol/l}$  i els valors habituals (mediana) es troben al voltant de 0,28  $\mu\text{mol/l}$ .

El **silici** predomina en el mar en forma de silicats dissolts, que poden presentar-se en diverses formes, encara que sovint se simplifica l'escriptura anotant únicament  $\text{SiO}_4^{4-}$ . La concentració de silicats en aigües superficials és baixa però va incrementant de forma progressiva a mida que incrementa la fondària. En aigües costaneres adjacents a conques on abunden els minerals silícics, l'aigua de riu conté elevats continguts de silicats; en aquestes condicions la concentració de silicats és un bon indicador d'aigües continentals. Els silicats són necessaris per al creixement de les diatomees, que són un grup important del fitoplàncton. Si manquen silicats, els excedents dels altres nutrients es canalitzen preferentment cap al creixement d'altres grups fitoplanctònics, com flagel·lades, que poden ocasionar



problemes (com ara proliferacions de dinoflagel·lades tòxiques). A la costa catalana, la mitjana de silicats és de 6,36  $\mu\text{mol/l}$  i els valors habituals (mediana) es troben al voltant de 2,69  $\mu\text{mol/l}$ .

Els tractaments estadístics de les dades de nutrients de la costa catalana s'han realitzat a partir de les dades de superfície obtingudes, per l'ACA, en el període 1994 i 2007.

### **L'ús de les condicions generals com a indicadors**

La salinitat i els nutrients inorgànics dissolts són indicadors de la influència, tant natural com antròpica, de l'aigua dolça provinent del continent en les aigües marines costaneres. Aquests elements fisicoquímics avaluats en conjunt (a través d'anàlisis multivariants, procediments o índexs) són indicadors de situacions de risc i de problemàtiques lligades a l'eutrofització.

Sovint els elements fisicoquímics s'han tractat paral·lelament com a indicadors de pressions i com a indicadors d'impactes. D'aquesta manera, històricament i arreu del món, els elements fisicoquímics juntament amb alguns paràmetres biològics, com la clorofil·la, han estat els més utilitzats per avaluar el risc d'eutrofització (pressió) i la qualitat dels sistemes aquàtics (impactes), com es demostra en la bibliografia: Procediment d'Igniatides (Ignatiades et al., 1992), *National Estuarine Eutrophication Assessment* dels Estats Units – NEEA (Bricker et al., 2003), *Assessment of Estuarine Trophic Status – ASSETS* (Bricker et al., 2003), Criteri de l'Agència Europea del Medi Ambient (Agència Europea del Medi Ambient, 1999), Procediment de Kitsiou i Karydis (1998), Procediment de Kitsiou i Karydis (2000), Índex de Karydis (1983), The New Trophic Index – Trix (Vollenveider et al., 1998), Índexs ecològics de Tsirtsis i Karydis (1998), Índex simplificat de qualitat de les aigües – ISQA (Queralt, 1982), *The Estuarine Quality Index – EQUATION* (Ferreira, 2000). En aquest sentit, a Catalunya també s'han realitzat estudis on s'ha avaluat el risc d'eutrofització i la qualitat ambiental de la costa catalana utilitzant criteris d'avaluació conjunta dels elements fisicoquímics (Olivos, 2000; Flo i Camp, 2005 a i b).

### **Avaluació de la qualitat ambiental a partir de les condicions generals a la DMA**

Actualment, a Catalunya es mostregen un total de sis paràmetres (salinitat i nutrients inorgànics dissolts: nitrats, nitrats, amonis, fosfats i silicats) en tres àrees, o camps, que se situen a tres distàncies de la costa i que responen a tres objectius diferents:

- *Camp pròxim*: situat entre 0 i 50 metres de la línia de costa, allà on hi ha 1 metre de profunditat aproximadament. El mostreig en aquesta àrea situada just a la línia de costa detecta totes les aportacions continentals abans que es dilueixin i permet valorar les condicions fisicoquímiques concretes d'un punt de control dins d'una MA costanera. La majoria de les problemàtiques mediambientals a les nostres costes apareixen al camp pròxim i són les que més afecten els usuaris del litoral. És per aquest motiu que se li dóna una especial rellevància.
- *Camp mitjà*: situat entre 500 i 1500 metres de distància a la costa. Aquest mostreig aporta dades per a la valoració de les condicions fisicoquímiques generals d'una MA costanera, ja que teòricament, en trobar-se a certa distància de la costa sense estar-ne gaire lluny, integra l'estat fisicoquímic general, resultat de les majors aportacions continentals. Malgrat que en aquesta zona és on aboquen la major part dels emissors submarins d'aigües residuals,

majoritàriament urbans, el nivell de problemàtiques detectat és molt inferior al del camp pròxim.

- *Camp llunyà*: situat a 5.000 metres de distància a la costa. Habitualment al camp llunyà no es detecten influències continentals apreciables, excepte les del riu Ebre i la ciutat de Barcelona. El camp llunyà actua com a referència exterior per a la valoració de les condicions fisicoquímiques dels altres camps i queda fora de l'àmbit definit a la DMA per a les aigües costaneres.

A partir de les dades que s'obtenen en el camp pròxim i el camp mitjà es calcula l'Índex FAN (*Fosfats-Amonis-Nitrits*) per a cada camp, que avalua la qualitat fisicoquímica de les MA a partir de les relacions entre el contingut en aigua dolça i els diferents nutrients inorgànics dissolts.

L'índex FAN es va crear al 2005 davant de la necessitat d'avaluar la qualitat ambiental de les aigües litorals catalanes. En primer lloc es van recopilar totes les dades fisicoquímiques de la costa catalana entre el 1994 i el 2004 obtingudes a partir del Programa de vigilància i control de la qualitat de les aigües litorals. Aquest conjunt de dades fixava el marc de referència amb el què comparar i, per tant, avaluar qualsevol situació mediambiental ja que suposadament incloïa totes les situacions possibles. En segon lloc es va buscar la manera de realitzar aquesta comparació de forma sistemàtica. Aquest pas va realitzar-se mitjançant mètodes multivariants, concretament va aplicar-se una anàlisi factorial amb rotació sobre un subconjunt de les dades que incloïa valors de salinitat i nutrients inorgànics dissolts. El resultat d'aquestes anàlisis són combinacions lineals de les variables, anomenades factors, que concentren la variància del sistema. Una situació mediambiental concreta es pot comparar amb el marc de referència mitjançant els valors dels factors, calculats a partir de les dades de les variables. El resultat de l'anàlisi realitzada són dos factors ortogonals significatius que expliquen un 70,63 % de la variància total del sistema. El primer factor està associat a fosfats, amonis i nitrits, que són indicadors d'aigües residuals urbanes, i el segon està associat a contingut en aigua dolça (invers de la salinitat), nitrats i silicats, que són indicadors d'aigües fluvials. El marc de referència, doncs, es caracteritza per un pla definit per un gradient d'influència urbana continental i un gradient de fluvialitat. Les aportacions continentals antropogèniques urbanes, sovint associades a indicadors bacteriològics com coliforms fecals i enterococs intestinals, són les responsables de fer disminuir la qualitat fisicoquímica de les aigües. En conseqüència, i en tercer lloc, es va extreure l'algoritme que defineix el primer factor, relacionat amb el gradient d'influència continental urbana, i inversament proporcional a la qualitat fisicoquímica, i es va anomenar índex FAN. Posteriorment, es van fixar els límits entre els diferents nivells de qualitat fisicoquímica tenint en compte, per separat, el camp pròxim (amb una influència directa del continent) i el camp mitjà (amb una influència continental diluïda). Com en el cas dels elements biològics, aquí també van establir-se 5 categories de qualitat (Taula 1.9). Per a més informació sobre l'índex FAN, vegeu Flo et al. (2005a i b).

**Taula 1.9.** Intervals de qualitat fisicoquímica segons l'Índex FAN per al camp pròxim i mitjà.

Nivell de qualitat	FAN	
	Camp pròxim	Camp mitjà
Molt bo	$FAN \leq -0,2$	$FAN \leq -0,3$
Bo	$-0,2 < FAN \leq 0,2$	$-0,3 < FAN \leq 0$
Mediocre	$0,2 < FAN \leq 0,6$	$0 < FAN \leq 0,3$
Deficient	$0,6 < FAN \leq 1$	$0,3 < FAN \leq 0,6$
Dolent	$FAN > 1$	$FAN > 0,6$

Treballs posteriors a aquest protocol, la incorporació de noves dades de la costa catalana o futurs estudis sobre l'Índex FAN podrien modificar aquest protocol.

### Contaminants específics

Les substàncies considerades com a contaminants específics (veure apartat 1.1.4.1) inclouen qualsevol compost tòxic susceptible de contaminar el medi marí (exclosos els regulats a la Directiva 2008/105/CE). Ara bé, s'ha de tenir en compte que la DMA obliga a controlar només aquelles substàncies susceptibles de ser presents en el medi, i sempre i quan hi hagi un risc de trobar-les en concentracions elevades. Per tant, en aquest protocol només es consideraran aquells compostos dels quals es té constància que s'abocan o s'hagin abocat al medi aquàtic en quantitats significatives, com per exemple alguns plaguicides o metalls no inclosos en les llistes de compostos prioritaris.

Pel que fa a les matrius sobre les que s'analitzen aquests contaminants, cal emfatitzar que, a més de controlar la matriu aigües, on actualment hi ha fixats nivells de qualitat ambiental per a alguns compostos, és també imprescindible controlar els continguts en els sediments que és on s'acumulen la major part dels contaminants més persistents. Així mateix, les concentracions de contaminants en els sediments informen, sobre els efectes que les activitats antròpiques exerceixen a llarg termini sobre el litoral i, per tant, pot ajudar a explicar anomalies en l'estat de les comunitats biològiques, especialment les que viuen en els fons tous.

### Avaluació de la qualitat ambiental a partir dels contaminants específics a la DMA

Atès que la DMA no proposa cap nivell o estàndard de qualitat per a aquestes substàncies ni per a aigües ni per a sediments, en el cas d'existir algun estudi o normativa que proporcioni llistats de qualitat, es prendran aquests com a guia. Per a aigües, els únics compostos per als quals existeixen objectius de qualitat ambiental són les substàncies preferents que apareixen al Reial decret 60/2011 sobre les normes de qualitat ambiental en l'àmbit de la política d'aigües (veure la Taula 1.10).

**Taula 1.10.** Llista de contaminants pels quals hi ha definits objectius de qualitat en aigües (Reial decret 60/2011)

Contaminants específics aigües	
Compostos orgànics	Metalls
Etilbenzè	Arsènic
Toluè	Coure
1,1,1-Tricloroetà	Crom VI
Xilè	Zinc
Terbutilazina	Seleni

Per a la resta de contaminants específics controlats, tant en aigües com en sediments, que no tinguin objectius de qualitat fixats, es vetllarà pel principi de no deteriorament (que les tendències a llarg termini en les concentracions dels contaminants no s'incrementin significativament en el temps) a l'espera de que es puguin establir uns nivells de qualitat propis basats en el coneixement de la contaminació marina a la costa catalana, conforme es vagin adquirint dades, d'acord amb les directrius establertes en el RD 60/2011.

Els contaminants específics s'avaluaran en dues categories Bo/Dolent (igual que en el cas de l'estat químic) a partir dels nivells establerts a les normatives estatals per a les aigües.

### **Altres paràmetres complementaris en sediments**

#### Granulometria i matèria orgànica

La granulometria dels fons sedimentaris afecta directament a la capacitat de retenció de matèria orgànica i de contaminants i això, alhora, afecta les comunitats que es desenvolupen en aquests fons, principalment per la diferent disponibilitat de recursos tròfics, potencials efectes tòxics, nivell d'oxigenació, etc. Sota les mateixes condicions, pel que fa a les aportacions de matèria orgànica i contaminants, un sediment fangós tendeix a retenir més quantitat de matèria orgànica i contaminants, que un sediment sorrenc, ja que la superfície d'adsorció s'incrementa i permet incrementar l'acumulació.

És, per tant, recomanable analitzar en els sediments tant la granulometria com el contingut de matèria orgànica, com a mesures complementàries als indicadors biològics i fisicoquímics, que permeten una millor interpretació dels resultats, malgrat que ara per ara, no intervenen directament en l'avaluació de l'estat ecològic. En aquest protocol es proposen dues opcions per a la valoració del contingut de matèria orgànica en sediment: el percentatge total de matèria orgànica (l'apartat 4.2.1.6 dels annexos) i el percentatge de carboni orgànic total (l'apartat 4.2.1.7 dels annexos).

#### **1.2.2. Obtenció de l'estat ecològic**

L'estat ecològic s'ha valorat a partir de la combinació dels diferents elements de qualitat biològica i fisicoquímica. Per tal d'avaluar l'estat ecològic s'han seguit els criteris proposats en la guia ECOSTAT (*Figura 4.2.2*), amb algunes modificacions.

Per calcular la qualitat biològica s'avaluen conjuntament els indicadors biològics: fitoplàncton, macroalgues, posidònia i macroinvertebrats, i es pren com a nota final la valoració més baixa. En el cas de l'indicador fitoplàncton es prendrà la nota més baixa entre la valoració obtinguda a la línia de costa (camp pròxim) i la de mar obert (camp mitjà).

Per calcular la qualitat fisicoquímica es valora, també amb la nota més baixa, les condicions generals (que corresponen als indicadors fisicoquímics clàssics: salinitat, nutrients... amb 5 categories de qualitat) i els contaminants específics (que s'avaluen en dues categories: Bo/Dolent), tal i com es mostra a la taula 1.11.

**Taula 1.11.** Avaluació del nivell de qualitat fisicoquímica en funció de l'avaluació del contaminants específic i de les condicions generals

		Contaminants específics	
		Bona	Dolenta
Condicions generals	Molt Bona	Molt Bona	Dolenta
	Bona	Bona	Dolenta
	Mediocre	Mediocre	Dolenta
	Deficient	Deficient	Dolenta
	Dolenta	Dolenta	Dolenta

La valoració de l'estat ecològic s'obté, segons la guia nº 13 ECOSTAT (*European Commission, 2005*), mitjançant la valoració de la qualitat biològica a la MA, modulada per la valoració de la qualitat fisicoquímica. Segons la guia, la qualitat fisicoquímica intervé només en el cas en que sigui igual o inferior a la categoria Mediocre i la qualitat biològica sigui igual o superior a Bona. Només en aquest cas, la qualitat fisicoquímica baixa una categoria la valoració de la qualitat biològica, i aquesta pot passar de complir a incomplir la Directiva. En el cas de les aigües costaneres i tenint en compte que en aquestes no tots els indicadors biològics es troben distribuïts a totes les MA, la qualitat fisicoquímica hi té un paper més rellevant, paral·lel al de la qualitat biològica en el càlcul d'estat ecològic. Així, a les aigües costaneres de Catalunya s'obté l'estat ecològic a partir del pitjor valor entre la qualitat biològica i les condicions fisicoquímiques, en tot el rang de categories, des de Molt bo a Dolent. Veure taula 1.12.

**Taula 1.12.** Avaluació de l'estat ecològic a partir dels nivells de qualitat fisicoquímica i de qualitat biològica

		Qualitat fisicoquímica				
		Molt Bona	Bona	Mediocre	Deficient	Dolenta
Qualitat biològica	Molt Bona	Molt Bona	Bona	Mediocre	Deficient	Dolenta
	Bona	Bona	Bona	Mediocre	Deficient	Dolenta
	Mediocre	Mediocre	Mediocre	Mediocre	Deficient	Dolenta
	Deficient	Deficient	Deficient	Deficient	Deficient	Dolenta
	Dolenta	Dolenta	Dolenta	Dolenta	Dolenta	Dolenta

Cal tenir en compte que aquest càlcul de l'estat ecològic es pot veure modificat en un futur ja que no s'ha establert encara un mètode a nivell de l'Estat Espanyol, ni de la Unió Europea sobre aquesta avaluació final. A mida que el Pla de Seguiment i Control (ACA, 2007) vagi avançant i tots els Estats vagin incorporant dades i millorant els seus indicadors, és possible que hi pugui haver canvis respecte a l'avaluació de l'estat ecològic proposada al document de treball (*European Commission, 2005*) i en la què es basa la que es descriu en aquest document.

## 1.3. Avaluació de l'estat químic

L'estat químic es valora en funció de la concentració de contaminants que estan presents en una MA. Els contaminants que es consideren són, principalment, les substàncies prioritàries i altres contaminants, definits a l'Annex X de la Directiva. Tots ells es troben detallats, i amb NCAs establerts per a aigües a la Directiva 2008/105/CE (*European Commission*, 2008).

### 1.3.1. Elements que intervenen en la valoració de l'estat químic

Com ja s'ha comentat, l'estat químic se centra bàsicament en el seguiment del compliment dels nivells de contaminants coneguts com a "substàncies prioritàries" (Directiva 2008/105/CE; *European Commission*, 2008) i altres contaminants que provenen de les substàncies perilloses de la llista I (Directiva 2006/11/CE; *European Commission*, 2006). La llista de substàncies que intervenen en l'avaluació de l'estat químic es presenta a la Taula 1.13.

**Taula 1.13.** Llista de substàncies prioritàries i altres contaminants (Directiva 2008/105/CE) i perilloses de la Llista I (Directiva 2006/11/CE).

Compost	Substàncies Prioritàries i altres contaminants	Substàncies perilloses prioritàries
<i>Compostos orgànics volàtils (VOCs)</i>		
Diclorometà	X	
Benzè	X	
Tetraclorur de Carboni	X	
Cloroform (Triclorometà)	X	
1,2-dicloroetà	X	
Tricloroetilè	X	
Percloroetilè (Tetracloroetilè)	X	
Triclorobenzens	X	
<i>Hidrocarburs Aromàtics Policíclics (PAHs)</i>		
Naftalè	X	
Antracè	X	X
Fluorantè	X	
Benzo(a)pirè	X	X
Benzo(b)fluorantè	X	X
Benzo(k)fluorantè	X	X
Benzo(g,h,i)perilè	X	X
Indeno(1,2,3-cd)pirè	X	X
<i>Pesticides Organoclorats (POCs)</i>		
P,p-DDT	X	
$\Sigma$ DDT	X	
Aldrí	X	
Dieldrí	X	
Endrí	X	
Isodrí	X	
Hexaclorociclohexà ( $\Sigma$ HCH)	X	X
Hexaclorobutadiè	X	X
Hexaclorobenzè	X	X
Pentaclorobenzè	X	X
<i>Plaguicides</i>		
Atrazina	X	

Compost	Substàncies Prioritàries i altres contaminants	Substàncies perilloses prioritàries
Clorpirifós	X	
Diuró	X	
Endosulfà	X	X
Isoproturó	X	
Simazina	X	
Trifluralina	X	
Alaclor	X	
Clorfenvinfós	X	
<i>Polibromodifenilèters (PBDEs)</i>		
Difenilèters bromats (PBDEs)	X	X
<i>Altres compostos orgànics</i>		
Nonilfenol (suma d'isòmers)	X	X
Octilfenol	X	
C <sub>10-13</sub> -Cloroalcans		X
Di(2-etilhexil)ftalat (DEHP)	X	
Pentaclorofenol	X	
<i>Metalls</i>		
Mercuri (Hg)	X	X
Cadmi (Cd)	X	X
Plom (Pb)	X	
Níquel (Ni)	X	

Les “substàncies prioritàries” i els altres contaminants es poden agrupar en famílies de compostos de propietats o usos similars. Una primera classificació senzilla és agrupar les substàncies segons siguin **compostos orgànics o metalls**.

Dins dels **compostos orgànics**, trobem els hidrocarburs aromàtics policíclics (PAHs), els que s'utilitzen com a pesticides, els compostos volàtils, els polibromodifenilèters, els nonilfenols i les cloroparafines:

#### **Hidrocarburs aromàtics policíclics (PAHs)**

Els PAHs són una família de contaminants molt estesa en el medi ambient. Químicament es caracteritzen per tenir diversos anells aromàtics en la seva estructura. Dintre de la llista de substàncies prioritàries trobem: el naftalè (Nf), l'antracè (A), el fluorantè (Flt), el benzo[a]pirè (B[a]Py), el benzo[b]fluorantè (B[b]F), el benzo[k]fluorantè (B[k]F), l'indeno[1,2,3,-c,d]pirè (IPy) i el benzo[g,h,i]perilè (BP).

Aquests compostos es formen en el procés de combustió de matèria orgànica a alta temperatura i les seves principals fonts naturals són els incendis forestals. Com a origen no natural es contempla la crema de carbó i combustibles fòssils, les incineradores, els fums dels cotxes, etc. Els PAHs es consideren indicadors de contaminació urbana i les fonts corresponen a combustions de matèria orgànica i vessaments directes de petroli i derivats al mar.

#### **Pesticides**

De la llista de substàncies prioritàries, en l'àmbit agrícola s'utilitzen com a pesticides l'aloclor, l'atrazina, la simazina, la trifluralina, el clorfenvinfós, el clorpirifós, el diuró, l'endosulfà i l'isoproturo.

Són especialment perillosos els que contenen àtoms de clor a la seva estructura (anomenats organoclorats). Aquests són els hexaclorociclohexans ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ - HCHs), usats com a insecticides, el DDT i els seus productes de degradació (DDD i DDE), l'hexaclorobutadiè (HCBu), l'hexaclorobenzè (HCB), el pentaclorobenzè (PCB) i l'aldrí, el dieldrí, l'endrí i l'isodrí.

### **Compostos volàtils**

Es consideren compostos volàtils aquells que tenen facilitat per presentar-se en estat gasós, ja que tenen un punt d'ebullició proper a la temperatura ambiental. Dins de la llista de substàncies prioritàries que tenen aquestes característiques són el benzè, el diclorometà, el tetraclorur de carboni, el cloroform, l'1,2-dicloroetà, el tricloroetilè, el percloroetilè i els triclorobenzens.

### **Nonilfenols (NPEOs)**

Els nonilfenols estudiats són els de cadena curta ( $n= 0, 1$  i  $2$ ) i s'originen per degradació dels nonilfenols de cadena llarga, usats com a detergents industrials, sobretot en el sector de la indústria tèxtil. Indiquen, per tant, contaminació industrial.

Representen un perill per al medi ambient ja que estan considerats com a disruptors endocrins.

### **Polibromodifenilèters (PBDEs)**

Es comercialitzen com a retardants de flama (penta-, octa-, i decabromodifenilèters (BDEs)) i tenen diverses aplicacions. La producció mundial de deca-BDE és d'aproximadament 40.000 tones/any (tractament de fusta i components electrònics).

Els PBDEs que es contemplen com a substàncies prioritàries són els nº IUPAC 28, 47, 99, 100, 153 i 154.

### **Cloroparafines (PCAs)**

Les cloroparafines (també anomenades cloroalcans) són parafines amb 30-70% de clor en la seva estructura. Se'n distingeixen diferents tipus segons la longitud de la seva cadena carbonada: Cloroparafines de cadena curta,  $C_{10-13}$ ; de cadena mitjana,  $C_{14-17}$ , i de cadena llarga,  $C_{18-25}$ .

Aquests compostos s'utilitzen generalment com a plastificants secundaris (pintures, adhesius, PVC), retardants de flama o lubricants metal·lúrgics.

Pel que fa als **metalls pesants**, els considerats com a prioritaris són: mercuri (Hg), cadmi (Cd), níquel (Ni) i plom (Pb). Aquests metalls no es troben en concentracions elevades en el medi de forma natural i quan es troben són indicadors d'activitat antròpica. No existeixen però metalls específics per a cada tipus d'activitat antròpica ja que gairebé totes les activitats industrials, agrícoles, de construcció, així com el trànsit marítim i terrestre, que són les activitats més freqüents a la costa catalana, produeixen residus amb metalls.

### **Avaluació de l'estat químic a partir de les substàncies prioritàries i altres contaminants establerts per la DMA**

Segons la DMA, l'estat químic de les MA superficials s'ha d'avaluar mitjançant el compliment dels nivells de qualitat ambiental (NCAs) establerts per la pròpia Directiva 2008/105/CE (*European Commission*,



2008). La Directiva proposa, per a totes i cadascuna d'aquestes substàncies, NCAs en aigües que corresponen a concentracions en el medi aquàtic, a partir de les quals es considera que hi ha una afectació química significativa al medi. Aquests NCAs s'acostumen a donar en forma de mitjanes o concentracions màximes, que no poden superar-se i que determinen el compliment o l'incompliment de l'estat químic. A l'Annex I del Reial decret 60/2011 s'hi troben trasposats a la legislació estatal els NCAs per a les substàncies prioritàries i altres contaminants.

L'estat químic en aigües s'ha d'avaluar en dues qualificacions: Bo o No Bo, depenent de si la mitjana, i en alguns casos els valors màxims mesurats, superen o no els NCAs proposats per la Directiva 2008/105/CE (European Commission, 2008) i pel Reial decret 60/2011.

Cal puntualitzar que els nivells d'aquests contaminants en aigües costaneres sovint no són fàcilment detectables en el medi marí, ja que en aquest medi les concentracions són molt baixes i pràcticament es troben sempre per sota dels nivells de detecció dels mètodes analítics i/o dins del seu interval d'incertesa. Tot plegat fa que les analítiques requereixin treballar amb grans volums d'aigua, i que s'hagin d'analitzar en laboratoris especialitzats amb equipaments capaços de mesurar concentracions traces en aigua marina, que puguin resoldre la interferència en les analítiques ocasionada per l'elevada concentració de sals i que compleixin els requeriments de QA/QC (*Quality assurance/Quality control*).

Tot i que no hi ha NCAs establertes per a sediments i biota, la capacitat de bio/acumulació d'aquestes matrius fa del tot necessari la seva anàlisi per tenir una informació més complerta de la presència de contaminants –persistents, bioacumulables i prioritàris- en el medi marí. En el cas dels sediments, caldrà caracteritzar els nivells basals o “naturals” d'aquestes substàncies, fet que permetrà avaluar de forma més acurada els nivells de contaminació. Quan s'hagin realitzat sèries de mostres més llargues, el coneixement de la contaminació química al medi marí serà millor, i es podran començar a proposar NCAs per a les substàncies prioritàries i perilloses en els sediments marins. En aquest context, caldrà tenir present la guia sobre el monitoreig químic del sediment i de la biota seguint les directrius de la DMA desenvolupada recentment (*European Commission, 2010*).

Finalment, cal recordar que la proposta de substàncies i NCAs en aigües, pot ser revisada en els propers anys, i caldrà anar seguint com la legislació i els grups de treball europeus, incorporen els requeriments per l'acompliment de l'estat químic en el medi marí.

### **1.3.2. Obtenció de l'estat químic**

La Directiva estableix que s'ha d'avaluar l'estat químic en dues categories Bo/Dolent, en funció de si se superen o no els límits establerts per a les normatives europees que estan legislant exclusivament les 33 substàncies de l'annex I de la Directiva 2008/105/CE i del Reial decret 60/2011. En el cas dels sediments, i mentre l'Estat o les CCAA no proposin nivells, se seguirà el principi de *no deteriorament*, és a dir, que les concentracions de les substàncies contaminants no augmentin significativament al llarg del temps.





## **SEGONA PART**

# **Protocols d'avaluació de l'estat ecològic**



## 2.1. Elements biològics

### 2.1.1. Protocol 1. FITOPLÀNCTON

Per a l'avaluació de la qualitat d'una massa d'aigua (MA) a partir de l'indicador biològic fitoplàncton es considera el contingut en clorofil·la-a (Chl-a).

Per a més detall sobre el desenvolupament del mètode utilitzat i sobre els consensos espanyols i europeus a nivell Mediterrani, es pot consultar el document tècnic d'intercalibració mediterrània i els seus annexos (European Commission, 2009a i b).

Els fulls de camp i de laboratori es presenten a l'apartat 5.1.1.

#### 2.1.1.1. Material de mostreig

- GPS i mapa o guia per ubicar les estacions de mostreig
- Full de camp i llapis
- Galleda (12 litres) o ampolla hidrogràfica tipus *Niskin* de 10 litres
- Cap de polièster d'1 cm de diàmetre i 15 m de longitud
- Salinòmetre de camp (salinitat i temperatura) o sonda multiparamètrica CTD (Conductivity-Temperature-Depth)
- Pots de plàstic per recollir mostres de 150 ml, preferentment opacs (per a la mesura en el laboratori de la salinitat, en cas de malfuncionament de la sonda de camp i/o per recollir la mostra de Chl-a en cas de no poder filtrar in situ)
- Aigua destil·lada (per netejar la sonda entre diferents mesures)
- Xeringa de plàstic de 60 ml
- Portafiltres de 25 mm de diàmetre
- Filtres Whatman GF/F (25 mm)
- Pinces
- Paper d'alumini o criovials
- Retolador permanent (o qualsevol altre mètode per etiquetar les mostres)
- Congelador o nevera portàtil amb acumuladors de fred
- Embarcació (si l'estació de mostreig ho requereix)
- Material de seguretat per treballar en una embarcació (extintor, etc.)
- Equipament personal apropiat resistent a l'aigua

#### 2.1.1.2. Material de laboratori

- Tubs resistents a l'acetona per a l'extracció de la Chl-a amb tap hermètic
- Dosificador de líquids
- Pipetes *Pasteur* de plàstic
- Gradetes
- Pinces
- Paper d'alumini
- Acetona per a anàlisis
- Aigua Milli-Q
- Tubs de vidre per al fluorímetre
- Parafilm (per tancar els tubs de vidre del fluorímetre)
- Paper suau (per netejar els tubs de vidre)
- Fluorímetre
- Congelador

### 2.1.1.3. Procediment de treball

#### Part 0 - Consideracions prèvies

Consideracions	Observacions
<p><b>1. Paràmetres a mesurar</b></p> <p>Els paràmetres a mesurar són:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ la Salinitat.</li> <li>▪ la Clorofil·la a (Chl-a).</li> </ul>	<p>Per avaluar una MA, cal prèviament establir el grau d'influència continental a partir de les dades de salinitat (veure Taula 1.1. del Manual d'Aplicació).</p>
<p><b>2. Selecció dels punts de mostreig</b></p> <p>Els punts de mostreig estaran situats al camp pròxim i al camp mitjà, però sempre dintre dels límits de la MA.</p> <p>Cada MA tindrà com a mínim dos punts de mostreig (un al camp pròxim i un al camp mitjà) però depenent de la seva mida i de la seva heterogeneïtat es podrà mostrejar en més punts. Els punts de mostreig del camp pròxim han de ser representatius de la tipologia a la què correspon la MA.</p>	<p>Els punts costaners situats al camp pròxim es mostrejaran superficialment, entre 0 i 50 metres de la línia de costa, allà on hi hagi 1 metre de profunditat.</p> <p>Els punts situats al camp mitjà (1000 m) es mostrejaran superficialment des d'una embarcació.</p>
<p><b>3. Determinació de l'època de mostreig</b></p> <p>El mostreig es realitzarà mensualment en el camp pròxim i trimestralment en el camp mitjà, ja que en aquest darrer la variabilitat és més baixa. En punts del camp pròxim, si es disposa d'estudis previs que demostrin una baixa variabilitat temporal i/o espacial, es podrà reduir la freqüència de mostreig a trimestral.</p>	<p>Per a l'avaluació d'una MA cal disposar de, com a mínim, quatre anys de dades. A més a més, el nombre de mostres per trimestre haurà d'estar equilibrat entre els diferents anys. A més anys de dades disponibles, més fiables estadísticament seran els resultats de les valoracions.</p>



Part 2 – Processament de mostres al laboratori

Passos a seguir	Observacions
<p><b>1. Extracció de la clorofil-la-a</b></p> <p>L'anàlisi de la Chl-a es realitza per fluorimetria (Yentsch i Menzel, 1963).</p> <p>Amb un dosificador de líquids, omplir amb 8 ml d'acetona al 90%, tants tubs d'extracció com filtres a analitzar.</p> <p>Col·locar cadascun dels filtres, amb les pinces, dins de cada tub procurant que quedi totalment submergit en l'acetona.</p> <p>Marcador cada tub amb el codi de la mostra i tapar-lo hermèticament.</p> <p>Mantenir els tubs a les fosques i a 4°C durant 48 hores.</p>	<p>Els valors de Chl-a s'expressen en µg/l i és aconsellable assolir un límit de quantificació de 0,01µg/l.</p> <p>Per obtenir una concentració d'acetona del 90% cal afegir 111 ml d'aigua Milli-Q a la mateixa ampolla d'acetona pura (si el seu volum inicial d'acetona és 1000 de ml).</p>
<p><b>2. Mesura de la concentració de la clorofil-la-a</b></p> <p>Mitja hora abans de mesurar la fluorescència de l'extracte, treure els tubs de la nevera, embolicar-los amb paper d'alumini i deixar-los a temperatura ambient. Simultàniament, engegar el fluorímetre.</p> <p>Transvasar l'extracte de Chl-a de cada tub d'extracció als tubs de vidre per al fluorímetre.</p> <p>En el moment de la mesura, assecar l'exterior dels tubs amb paper suau.</p> <p>Mesurar tres blancs, com a mínim, amb acetona al 90%.</p> <p>Mesurar la fluorescència de les mostres.</p> <p>Tornar a mesurar els mateixos tres blancs, com a mínim, amb acetona al 90%.</p> <p>Calcular la mitjana aritmètica de tots els blancs (BI):</p> $Bl = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Blanc_i$	<p>En el cas de treballar moltes hores analitzant Chl-a, es recomana treballar sota d'una campana extractora, tapant el tubs amb parafilm a l'hora de fer les mesures amb el fluorímetre i, a ser possible, amb el mínim de llum.</p>



Passos a seguir	Observacions
<p><b>3. Càlcul de la concentració de la clorofil·la-a</b></p> <p>Calcular la concentració de Chl-a, en µg/l, aplicant l'equació:</p> $Chl - a (\mu g / l) = (Fluo - BI) \times F \times \left( \frac{VOL_{acet}}{VOL_{fil}} \right)$ <p>on:</p> <p>Fluo = fluorescència mostra (u. r.*).</p> <p>BI = fluorescència blanc (u. r.*).</p> <p>F = factor de calibratge del fluorímetre.</p> <p>VOL<sub>acet</sub> = volum d'acetona (en ml).</p> <p>VOL<sub>fil</sub> = volum d'aigua filtrada (en l).</p>	<p>En cas de fer servir un fluorímetre analògic s'ha de dividir el factor del fluorímetre per l'escala utilitzada per fer la lectura.</p> <p>El factor de calibratge del fluorímetre s'obté mitjançant una corba de calibració mesurant un mateix extracte de Chl-a amb l'espectrofotòmetre (on es calcularà la concentració de Chl-a segons Jeffrey i Humphrey, 1975) i amb el fluorímetre.</p>

\* u. r.= unitats relatives

Part 3 - Tractament de dades i determinació dels nivells de qualitat

Passos a seguir	Observacions																								
<p><b>1. Tractament de les dades</b></p> <p>Comprovar la validesa dels valors extrems de salinitat i Chl-a. És a dir, verificar que siguin valors reals (possibles al medi) i no productes d'errors de dilució al laboratori o de càlcul; en aquest últim cas, excloure aquests valors en els càlculs següents.</p>																									
<p><b>2. Mitjanes de clorofil·la-a</b></p> <p>Calcular les mitjanes aritmètiques de Chl-a del camp pròxim i del camp mitjà de cada MA:</p> $\overline{Chl - a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Chl - a_i$																									
<p><b>3. Valors de referència</b></p> <p>Calcular la mitjana aritmètica de salinitat del camp pròxim i del camp mitjà de cada MA:</p> $\overline{Salinitat} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Salinitat_i$ <p>Assignar la tipologia del camp pròxim i del camp mitjà de cada MA, a partir del valor de salinitat mitjana obtingut, segons la taula següent:</p> <table border="1" data-bbox="204 1128 798 1308"> <thead> <tr> <th colspan="3">Tipologia</th> </tr> <tr> <th>Elevada IC (Type I UE)</th> <th>Moderada IC (Type II UE)</th> <th>Baixa IC (Type III UE)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sal &lt; 34,5</td> <td>34,5 ≤ Sal &lt; 37,5</td> <td>Sal ≥ 37,5</td> </tr> </tbody> </table> <p>IC: Influència continental</p> <p>Els valors de referència, pel que fa a la concentració de Chl-a, varien en funció de la tipologia de la MA i de la distància a la costa en la qual s'hagin pres les mostres (apartat 4.1.1.1 dels annexos) i es resumeixen a continuació:</p>	Tipologia			Elevada IC (Type I UE)	Moderada IC (Type II UE)	Baixa IC (Type III UE)	Sal < 34,5	34,5 ≤ Sal < 37,5	Sal ≥ 37,5	<p>Dels tres factors que defineixen la tipologia d'una MA (composició mitjana del substrat, pendent del fons i influència continental –IC–), únicament la IC influeix en l'avaluació de la qualitat d'una MA a partir del indicador biològic fitoplàncton. Les tres categories que defineixen l'IC (elevada, moderada i baixa) són equivalents als tres Types de la UE (I, II-A i III) definits pel grup mediterrani d'intercalibració.</p>															
Tipologia																									
Elevada IC (Type I UE)	Moderada IC (Type II UE)	Baixa IC (Type III UE)																							
Sal < 34,5	34,5 ≤ Sal < 37,5	Sal ≥ 37,5																							
<table border="1" data-bbox="193 1559 810 1800"> <thead> <tr> <th colspan="6">Valors de referència Clorofil·la-a mitjana (µg/l)</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Elevada IC (Type I UE)</th> <th colspan="2">Moderada IC (Type II UE)</th> <th colspan="2">Baixa IC (Type III UE)</th> </tr> <tr> <th>CP</th> <th>CM</th> <th>CP</th> <th>CM</th> <th>CP</th> <th>CM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4,69</td> <td>2,25</td> <td>1,82</td> <td>0,90</td> <td>1,12</td> <td>0,52</td> </tr> </tbody> </table> <p>CP: Camp pròxim i CM: Camp mitjà</p>	Valors de referència Clorofil·la-a mitjana (µg/l)						Elevada IC (Type I UE)		Moderada IC (Type II UE)		Baixa IC (Type III UE)		CP	CM	CP	CM	CP	CM	4,69	2,25	1,82	0,90	1,12	0,52	
Valors de referència Clorofil·la-a mitjana (µg/l)																									
Elevada IC (Type I UE)		Moderada IC (Type II UE)		Baixa IC (Type III UE)																					
CP	CM	CP	CM	CP	CM																				
4,69	2,25	1,82	0,90	1,12	0,52																				

Passos a seguir	Observacions																											
<p><b>4. Determinació del nivell de qualitat segons la clorofil-la-a</b></p> <p>Calcular els EQRs del camp pròxim i del camp mitjà de cada MA, dividint els valors de referència de Chl-a corresponents pels valors mitjans de Chl-a:</p> $EQR = \frac{Chl - a \text{ referència}}{Chl - a \text{ mitjana}}$ <p>Assignar els nivells de qualitat del camp pròxim i del camp mitjà de cada MA, a partir del valor de l'EQR obtingut, segons les taules d'avaluació per a les diferents tipologies (o Types UE) que es resumeixen a continuació:</p> <table border="1" data-bbox="197 752 823 987"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nivell de qualitat</th> <th colspan="3">EQR</th> </tr> <tr> <th>Elevada IC (Type I UE)</th> <th>Moderada IC (Type II UE)</th> <th>Baixa IC (Type III UE)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Molt bo</td> <td>EQR ≥ 0,82</td> <td>EQR ≥ 0,83</td> <td>EQR ≥ 0,85</td> </tr> <tr> <td>Bo</td> <td>0,47 ≤ EQR &lt; 0,82</td> <td>0,54 ≤ EQR &lt; 0,83</td> <td>0,61 ≤ EQR &lt; 0,85</td> </tr> <tr> <td>Mediocre</td> <td>0,33 ≤ EQR &lt; 0,47</td> <td>0,40 ≤ EQR &lt; 0,54</td> <td>0,50 ≤ EQR &lt; 0,61</td> </tr> <tr> <td>Deficient</td> <td>0,25 ≤ EQR &lt; 0,33</td> <td>0,33 ≤ EQR &lt; 0,40</td> <td>0,42 ≤ EQR &lt; 0,50</td> </tr> <tr> <td>Dolent</td> <td>EQR &lt; 0,25</td> <td>EQR &lt; 0,33</td> <td>EQR &lt; 0,42</td> </tr> </tbody> </table>	Nivell de qualitat	EQR			Elevada IC (Type I UE)	Moderada IC (Type II UE)	Baixa IC (Type III UE)	Molt bo	EQR ≥ 0,82	EQR ≥ 0,83	EQR ≥ 0,85	Bo	0,47 ≤ EQR < 0,82	0,54 ≤ EQR < 0,83	0,61 ≤ EQR < 0,85	Mediocre	0,33 ≤ EQR < 0,47	0,40 ≤ EQR < 0,54	0,50 ≤ EQR < 0,61	Deficient	0,25 ≤ EQR < 0,33	0,33 ≤ EQR < 0,40	0,42 ≤ EQR < 0,50	Dolent	EQR < 0,25	EQR < 0,33	EQR < 0,42	<p>De vegades poden assolir-se valors EQR majors que 1, que indiquen que els valors observats són encara millors que la referència prèviament definida.</p> <p>La taula completa on s'inclouen també els límits dels nivells de qualitat definits per valors de Chl-a mitjana es troba en l'apartat 4.1.1.1 dels annexos.</p> <p>El Grup Mediterrani d'Intercalibració també inclou la possibilitat de valorar les masses d'aigua a partir d'un EQR calculat mitjançant valors P90 de Chl-a. La taula completa equivalent on s'inclouen els límits dels nivells de qualitat definits per valors P90 de Chl-a es troba a l'apartat 4.1.1.2 dels annexos.</p> <p>Treballs posteriors o la incorporació de noves dades de la costa catalana podrien modificar aquest protocol.</p>
Nivell de qualitat		EQR																										
	Elevada IC (Type I UE)	Moderada IC (Type II UE)	Baixa IC (Type III UE)																									
Molt bo	EQR ≥ 0,82	EQR ≥ 0,83	EQR ≥ 0,85																									
Bo	0,47 ≤ EQR < 0,82	0,54 ≤ EQR < 0,83	0,61 ≤ EQR < 0,85																									
Mediocre	0,33 ≤ EQR < 0,47	0,40 ≤ EQR < 0,54	0,50 ≤ EQR < 0,61																									
Deficient	0,25 ≤ EQR < 0,33	0,33 ≤ EQR < 0,40	0,42 ≤ EQR < 0,50																									
Dolent	EQR < 0,25	EQR < 0,33	EQR < 0,42																									

### **2.1.2. Protocol 2. Altra flora aquàtica. MACROALGUES**

L'avaluació de la qualitat de l'aigua a partir de les macroalgues s'estableix mitjançant l'ús del mètode CARLIT (Ballesteros et al. 2007), que es basa en la cartografia de les comunitats litorals al llarg de la costa catalana. Aquest mètode, ràpid i econòmic, es pot complementar, puntualment, amb el mètode BENTHOS (Pinedo et al., 2007, descrit a l'apartat 4.1.2.4 dels annexos), en els casos en que calgui afinar les notes obtingudes a partir del mètode CARLIT.

La metodologia CARLIT s'aplica en costes de tipologia rocallosa, així com en totes aquelles zones en les que hi ha una presència significativa de litoral rocós, tot i que la massa d'aigua corresponent hagi estat tipificada com a sorrenca.

La cartografia es realitza a partir d'una caracterització semi-quantitativa mitjançant l'avaluació visual de les comunitats situades entre els estatges mediolitoral inferior i infralitoral superior. Aquest mètode es basa en les comunitats presents i la seva abundància i sensibilitat a canvis ambientals. L'abundància s'estima a partir del recobriment del substrat per a cadascuna de les comunitats i, en alguns casos, mitjançant l'avaluació visual de la seva densitat.

#### **2.1.2.1. Material de mostreig**

- Embarcació pneumàtica amb capacitat mínima per a dues persones i autonomia suficient
- Suport gràfic resistent a l'aigua que representi les zones de mostreig amb una escala pròxima a 1:5.000 (fotografies aèries, cartes nàutiques...)
- Equipament personal: vestit de neoprè, vestit impermeable, etc.
- Càmera de fotografiar
- Pots o bosses estanques per agafar mostres en cas de dubte
- Full de camp

#### **2.1.2.2. Eines per al tractament de les dades**


- Ordinador
- Programari de SIG: ArcGIS, Miramon...
- Ortofotografies amb una escala aproximada de 1:5.000

### 2.1.2.3. Procediment de treball


#### Part 0 - Consideracions prèvies

Consideracions	Observacions
<p><b>1. Dades generals</b></p> <p>Les comunitats sobre les què es treballa es desenvolupen entre els estatges mediolitoral inferior i infralitoral superior – allà on trenquen les onades – sobre substrat rocós, tant natural com artificial.</p>	
<p><b>2. Estudi de les comunitats</b></p> <p>És necessari un estudi previ de les comunitats presents més abundants a la zona d'estudi, així com de la seva ecologia.</p> <p>Aquest estudi permetrà assignar un valor de sensibilitat de les comunitats davant de les perturbacions (nivell de sensibilitat).</p>	<p>Les valoracions del nivell de sensibilitat de les comunitats de la costa catalana s'han realitzat en base a la bibliografia existent sobre les comunitats litorals a la Mediterrània occidental (Ballesteros et al. 2007). Els valors estàndard per a les comunitats de la costa catalana oscil·len entre 1 i 20 de menor a major sensibilitat (apartat 4.1.2.1 dels annexos).</p>
<p><b>3. Selecció de l'època de mostreig</b></p> <p>Es recomana mostrejar anualment a la primavera (entre abril i juny).</p>	<p>Els macròfits, i més concretament els que trobem a la zona infralitoral superior, presenten el seu màxim desenvolupament durant la primavera i, per tant, és més senzill descriure les comunitats en aquesta època de l'any.</p>
<p><b>4. Selecció del sector de mostreig</b></p> <p>Es treballa amb "unitats" que reben el nom de "trams". Aquests trams hauran de ser homogenis a nivell de la comunitat de macroalgues, així com a nivell de la morfologia costanera.</p> <p>Es mostrejarà preferiblement la totalitat de la zona a qualificar; quan això no sigui possible, es mostrejarà una part representativa d'aquesta.</p>	<p>A la costa catalana, d'uns 900 Km, a l'escala dels mapes utilitzats de 1:5.000, el tram és d'una mida mitjana aproximada de 50 m (tot i que si les comunitats són similars, el tram pot ser molt més llarg). Aquests trams es defineixen cada any en funció de la distribució de les espècies i, per tant, poden coincidir, o no, amb els dels mostrejos realitzats anteriorment.</p> <p>En ser una metodologia que es basa en una cartografia contínua, convé mostrejar la major part possible. En cas que no es pugui fer així, s'escollirà un o diversos sectors representatius de la zona a qualificar. Caldrà tenir en compte la geomorfologia de la costa i la distribució de les pressions per decidir la quantitat, situació i longitud dels sectors a mostrejar dins de cada massa d'aigua. Si aquesta és homogènia, es mostrejarà un mínim d'un sector i, en cas que no ho sigui, es mostrejarà un mínim d'un sector per a cada situació diferent detectada</p>

Part 1 – Obtenció de dades al camp

Passos a seguir	Observacions
<p><b>1. Obtenció de dades</b></p> <p>Resseguir cada sector de costa amb una embarcació pneumàtica a la mínima distància possible.</p> <p>Identificar visualment les comunitats per delimitar cada tram. Les comunitats característiques que s'han definit a la costa catalana són: <i>Cystoseira mediterranea</i>, <i>C. compressa</i>, <i>Corallina elongata</i>, <i>Mytilus galloprovincialis</i>, <i>Lithophyllum incrustans</i>, ulvàcies i cianobactèries.</p> <p>Representar, sobre un suport gràfic, les comunitats litorals identificades.</p>  <p>Exemple de l'anotació de les comunitats identificades i de la seva localització sobre un suport gràfic (fotografia corresponent a l'Aerogüia del litoral de Catalunya, 1998).</p>	<p>En cas que l'espècie dominant que caracteritza a cadascuna d'aquestes comunitats dugui espècies acompanyants indicadores, aquestes quedaran també registrades (algunes de les combinacions d'espècies utilitzades a la costa catalana es descriuen a l'apartat 4.1.2.1 dels annexos).</p> <p>En el cas de <i>Cystoseira mediterranea</i> s'indica també l'abundància amb un valor entre 1 i 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Cystoseira</i> 5: L'horitzó és continu, dens i molt ben constituït.</li> <li>▪ <i>Cystoseira</i> 4: L'horitzó és continu només en els indrets més favorables al desenvolupament d'aquesta comunitat.</li> <li>▪ <i>Cystoseira</i> 3: L'horitzó és discontinu; només està ben constituït en aquells llocs més favorables per a l'espècie, i hi pot haver trossos més o menys llargs de costa on <i>Cystoseira</i> sigui absent o només hi hagi individus esparsos.</li> <li>▪ <i>Cystoseira</i> 2: <i>Cystoseira mediterranea</i> no constitueix pràcticament mai poblacions denses i, per tant, no pot parlar-se d'un horitzó d'aquesta espècie si no és en llocs extraordinàriament favorables. Els individus aïllats són, però, molt comuns, i fins i tot abundants.</li> <li>▪ <i>Cystoseira</i> 1: S'observen individus aïllats de <i>Cystoseira mediterranea</i> implantats sobre altres comunitats. En cap cas es pot parlar d'horitzó de <i>C. mediterranea</i>. Amb aquesta categoria es vol constatar només la presència d'aquesta espècie.</li> </ul>
<p><b>2. Informació complementària</b></p> <p>Registrar la informació dels paràmetres morfològics següents:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ tipus de costa (costa alta, costa baixa o blocs de menys d'un metre de diàmetre), i</li> <li>▪ artificialitat (artificial o natural).</li> </ul> <p>Veure full de camp, apartat 5.1.2.</p>	<p>Analitzant les dades obtingudes a les zones de referència tant de comunitats com de diversos paràmetres morfològics, s'ha arribat a la conclusió que aquests dos paràmetres són els que més influeixen en la presència, absència i l'estat de les comunitats (Ballesteros et al. 2007).</p> <p>La combinació del tipus i artificialitat de la costa determina 6 situacions possibles (apartat 4.1.2.2 dels annexos).</p> <p>Cada tram ha de ser morfològicament homogeni i, per tant, correspondrà només a una sola situació.</p>

Part 2 - Tractament de dades i determinació dels nivells de qualitat

Passos a seguir	Observacions
<p><b>1. Introducció de les dades en un SIG</b></p> <p>La informació obtinguda es trasllada, amb el màxim de fidelitat possible, a un Sistema d'Informació Geogràfica.</p> <p>Per cartografiar les comunitats algals sobre un mapa, aquestes es representaran només en funció de l'espècie dominant de cada comunitat, per tal de simplificar el mapa resultant. Així, les combinacions d'espècies contemplades a l'apartat 4.1.2. dels annexos no es representaran de manera independent, sinó que s'inclouran en la representació de l'espècie dominant; en el cas de comunitats de <i>Cystoseira</i>, també es tindrà en compte la seva abundància.</p>  <p><i>Exemple de la representació geogràfica de les comunitats identificades.</i></p>	<p>Cal utilitzar una base cartogràfica d'ortofotografies que permetin localitzar fidelment l'espai ocupat per cada comunitat.</p> <p>Es recomana utilitzar la mateixa escala del suport gràfic amb que s'ha mostrejat, en aquest cas una escala mínima de 1:5.000.</p> <p>En el cas de Catalunya, s'han utilitzat les de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC).</p> <p>Es recomana visualitzar la situació geogràfica de les diferents comunitats utilitzant els següents colors:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ blau per a <i>Cystoseira</i> 5 i <i>Cystoseira</i> 4,</li> <li>▪ verd per a <i>Cystoseira</i> 3</li> <li>▪ marró per a <i>Cystoseira</i> 2 i <i>Cystoseira</i> 1,</li> <li>▪ taronja per a <i>Corallina elongata</i>, i</li> <li>▪ el negre per a la resta de comunitats.</li> </ul>

Passos a seguir	Observacions
<p><b>2. Càlcul del valor de qualitat ambiental (EQ)</b></p> <p>Per a cadascuna de les 6 situacions definides pels paràmetres morfològics, calcular el valor de qualitat ambiental (EQ<sub>ss<sub>i</sub></sub>) a la zona d'estudi (ss: <i>study site</i> en anglès).</p> $EQ_{ss_i} = \frac{\sum (l_j * SL_j)}{\sum l_j}$ <p>on:</p> <p>i : situació (apartat 4.1.2.2.).</p> <p>l<sub>j</sub>: longitud de costa ocupada a la comunitat <i>j</i>.</p> <p>SL<sub>j</sub>: nivell de sensibilitat de la comunitat <i>j</i>.</p> <p>EQ<sub>ss<sub>i</sub></sub>: Qualitat ambiental mitjana dels trams que corresponen a la situació <i>i</i>.</p>	<p>El nivell de sensibilitat per a cadascuna de les comunitats (SL<sub>j</sub>) es troba a l'apartat 4.1.2.1 dels annexos.</p> <p>El valor de l'EQ<sub>ss<sub>i</sub></sub> oscil·larà entre 1 i 20.</p>
<p><b>3. Valor de qualitat ambiental de referència (EQr)</b></p> <p>Per a cadascuna de les 6 situacions definides pels paràmetres morfològics, s'ha calculat un EQ corresponent a les zones de referència (EQ<sub>r</sub>) (apartat 4.1.2.3 dels annexos).</p>	<p>Els valors de referència (EQ<sub>r</sub>) són vàlids per a la Mediterrània Occidental i s'han calculat en base a les comunitats presents a les zones de referència (zones prístines o amb poca influència antròpica on les comunitats són similars a les que hi havia a Catalunya a principis del segle XX). Per a cada situació s'ha calculat l'EQ<sub>r</sub> corresponent al conjunt de trams d'aquella situació de les zones de referència. Aquestes zones de referència corresponen principalment a la tipologia <i>rocallosa</i> de massa d'aigua costanera.</p>



Passos a seguir	Observacions												
<p><b>4. Càlcul de l'EQR</b></p> <p>Es calcula el valor EQR en base als càlculs de l'EQ.</p> $EQR = \frac{\sum \frac{EQ_{ss_i} * l_i}{EQ_{rs_i}}}{\sum l_i}$ <p>on:</p> <p>i: situació (apartat 4.1.2.2.);</p> <p>EQ<sub>ss</sub><sub>i</sub>: EQ de la zona estudiada per a la situació <i>i</i>;</p> <p>EQ<sub>rs</sub><sub>i</sub>: EQ de les zones de referència per a la situació <i>i</i> (apartat 4.1.2.3 dels annexos);</p> <p>l<sub>i</sub>: Longitud de costa total per a la situació <i>i</i> a la zona d'estudi (correspon a <math>\sum l_j</math> per a la situació <i>i</i>).</p>	<p>El valor EQR és el quocient entre el valor EQ<sub>ss</sub> de la zona a valorar respecte al valor EQ<sub>rs</sub> de referència (apartat 4.1.2.3 dels annexos) per a cada situació i per a la longitud total de costa mostrejada.</p> <p>El valor EQR oscil·larà entre 0 i 1.</p>												
<p><b>5. Assignació del nivell de qualitat</b></p> <p>Assignar un nivell de qualitat segons la taula següent:</p> <table border="1" data-bbox="261 1050 751 1285"> <thead> <tr> <th>Nivell de qualitat</th> <th>EQR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Molt bo</td> <td>EQR &gt; 0,75</td> </tr> <tr> <td>Bo</td> <td>0,60 &lt; EQR ≤ 0,75</td> </tr> <tr> <td>Mediocre</td> <td>0,40 &lt; EQR ≤ 0,60</td> </tr> <tr> <td>Deficient</td> <td>0,25 &lt; EQR ≤ 0,40</td> </tr> <tr> <td>Dolent</td> <td>0 ≤ EQR ≤ 0,25</td> </tr> </tbody> </table>	Nivell de qualitat	EQR	Molt bo	EQR > 0,75	Bo	0,60 < EQR ≤ 0,75	Mediocre	0,40 < EQR ≤ 0,60	Deficient	0,25 < EQR ≤ 0,40	Dolent	0 ≤ EQR ≤ 0,25	
Nivell de qualitat	EQR												
Molt bo	EQR > 0,75												
Bo	0,60 < EQR ≤ 0,75												
Mediocre	0,40 < EQR ≤ 0,60												
Deficient	0,25 < EQR ≤ 0,40												
Dolent	0 ≤ EQR ≤ 0,25												









































### **2.1.3 Protocol 3. Altra flora aquàtica. POSIDONIA OCEANICA**

L'avaluació de la qualitat de l'aigua a partir de l'indicador posidònia s'estableix mitjançant l'ús de l'Index POMI (Romero et al., 2007). Els descriptors relacionats amb *Posidonia oceanica* utilitzats en aquest protocol per a l'avaluació de la qualitat de les aigües costaneres són:

- Descriptors relacionats amb l'estructura de la praderia.
- Descriptors relacionats amb la morfologia de la planta.
- Descriptors relacionats amb la fisiologia i bioquímica de la planta.
- Descriptors relacionats amb els contaminants a la planta.

Segons el descriptor, la seva mesura es realitza a nivell de planta o bé en algun teixit concret. A la taula següent es detallen els descriptors triats per a *Posidonia oceanica*, així com la part de la planta on es mesuren. Alguns dels descriptors s'integren a l'índex biòtic resultant (veure Part 4 d'aquest protocol); la resta serveix com a informació complementària per copsar millor els canvis que es donen a les praderies.

Els fulls de camp i de laboratori es presenten a l'apartat 5.1.3.

Descriptors	Mesura o anàlisi en:			
	Herbei	Fulles	Rizomes	Epífits
<b>Estructura de la praderia</b>				
▪ densitat de feixos				
▪ cobertura del substrat per la planta				
▪ fondària del límit inferior				
<b>Morfologia de la planta</b>				
▪ àrea foliar				
▪ percentatge de fulles amb necrosi				
▪ percentatge de rizomes horitzontals				
<b>Fisiologia i bioquímica de la planta</b>				
▪ concentració del carboni (C)				
▪ traça isotòpica del carboni ( $\delta^{13}\text{C}$ )				
▪ concentració del nitrogen (N)				
▪ traça isotòpica del nitrogen ( $\delta^{15}\text{N}$ )				
▪ concentració del fòsfor (P)				
▪ concentració del sofre (S)				
▪ traça isotòpica del sofre ( $\delta^{34}\text{S}$ )				
▪ contingut de carbohidrats de reserva (sacarosa i midó)				
<b>Presència de contaminants a la planta</b>				
▪ concentració del zinc (Zn)				
▪ concentració del plom (Pb)				
▪ concentració del coure (Cu)				
▪ concentració del ferro (Fe)				
▪ concentració del manganès (Mn)				
▪ concentració del níquel (Ni)				
▪ concentració del cadmi (Cd)				
▪ concentració del crom (Cr)				

### 2.1.3.1. Material de mostreig

- Embarcació
- Equip d'immersió complet
- Pissarres submergibles i llapis per anotacions *in situ*
- Fulls de registre
- Cinta mètrica de 50 m
- Cinta mètrica de 10 m
- Quadrats de PVC de 40 x 40 cm , dividits en quatre subquadrats
- Envasos d'emmagatzematge de mostres correctament identificats
- Material necessari per al transport i la conservació de les mostres fins a la seva anàlisi

### 2.1.3.2. Material de laboratori

- Mesures morfològiques (fulles) i processament de les mostres (fulles, rizomes i epífits) per descriptors fisiològics:
  - Cinta mètrica de 2 metres
  - Làmina de vidre o plàstic de 20x20 cm
  - Portaobjectes de vidre
  - Sobres de paper de 10x15 cm i paper vegetal
  - Pots de vidre amb tap hermètic (30 ml)
  - Morter de vidre (epífits), i de ceràmica i/o d'àngata (fulles i rizomes)
  - Etanol (EtOH 96%)
  - Estufa (70°C)
  - Balança de precisió
  
- Anàlisi dels metalls i del fòsfor:
  - Guants de vinil
  - Microones Mars XPress
  - Bombes (pots) de tefló de 25ml
  - Sorra
  - Recipient de vidre termoresistent
  - Àcid Nítric, HNO<sub>3</sub> (65%)
  - Aigua oxigenada, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (35%)
  - Micropipetes de volum variable (0.1-1ml ; 1-5ml i 1-10 ml)
  - Dosificador per materials àcids de volum variable (1-5 ml)
  - Tubs de plàstic de 10 ml
  - Sonicador
  - Rodi (Rh) 500 ppb
  - Espectroscopi d'emissió òptica de plasma acoblat inductivament (ICP òptic o ICP-OES)
  - Espectròmetre de masses de plasma acoblat inductivament (ICP de masses o ICP-MS)
  
- Anàlisi elemental de carboni, nitrogen i sofre (C, N, S) i anàlisi d'isòtops estables de C, N, S:
  - Estufa (60°C)
  - Balança d'ultraprecisió
  - Càpsules d'estany (4 mm de diàmetre)
  - Pentòxid de Vanadi (V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) en pols
  - Pinces
  - Cullereta

- Anàlisi de carbohidrats de reserva:
  - Estufa (60°C)
  - Balança de precisió
  - Bloc calefactor 36 tubs
  - Guants de làtex
  - Agitador vibrador de tipus Vòrtex
  - Tub de Pyrex (10 ml)
  - Tub de plàstic de 15 ml graduats
  - Centrífuga (3200 i 3000 rpm)
  - Micropipetes de volum variable (10-100µl, 0,1-1 ml i 1-5 ml)
  - Parafilm
  - Espectrofotòmetre ( $\lambda = 626 \text{ nm}$ )
  - Cubetes no reutilitzables per a l'espectrofotòmetre
  - Dosificador per a àcids de volum variable (1-5 ml)
  - Matrau aforat 250 ml i agitador magnètic
  - Antrona en pols ( $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}$  98% de puresa)
  - Hidròxid de sodi (NaOH en lleties p.a. ISO)
  - Àcid sulfúric ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  96% v/v)
  - Etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  96%)
  - Sacarosa ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  99,5% de puresa)


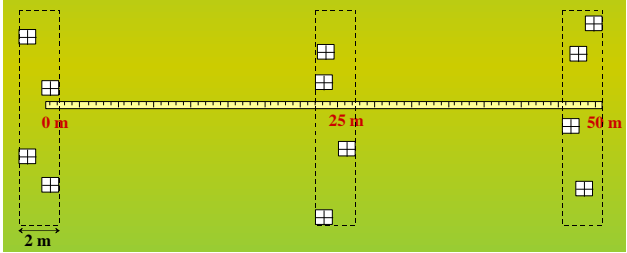
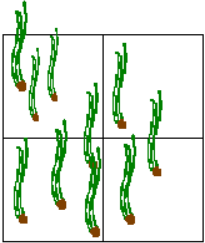
### 2.1.3.3. Procediment de treball

#### Part 0 - Consideracions prèvies


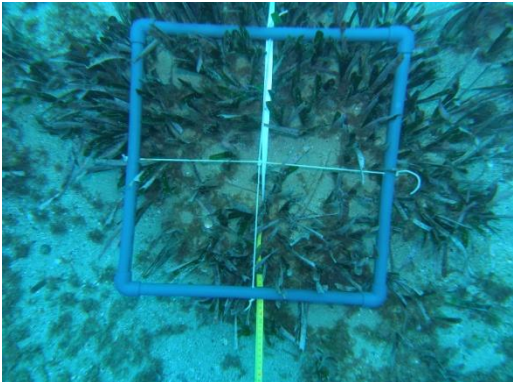
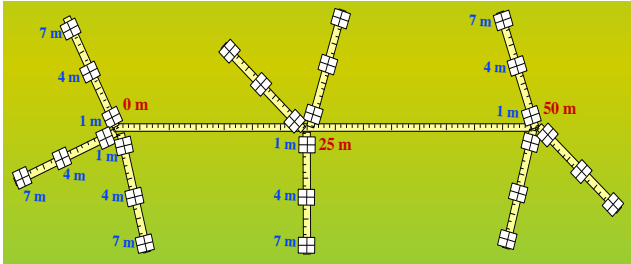
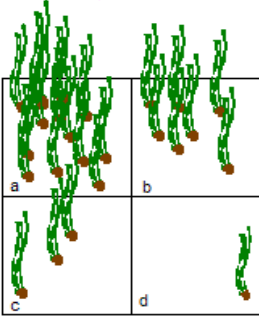
Consideracions	Observacions
<p><b>1. Resposta dels descriptors a alteracions ambientals</b></p> <p><i>Descriptors relacionats amb l'estructura de la praderia</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Densitat de feixos</li> <li>▪ Cobertura del substrat per feixos</li> <li>▪ Fondària del límit inferior</li> </ul>	<p><i>Resposta</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disminueix quan hi ha mortalitat d'individus.</li> <li>▪ Disminueix quan incrementa la mida i/o el nombre de clarianes.</li> <li>▪ Disminueix quan es dona la mortalitat de plantes al límit profund, normalment relacionat amb una disminució de la transparència de l'aigua.</li> </ul>
<p><i>Descriptors relacionats amb la morfologia de la planta</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Àrea foliar.</li> <li>▪ Percentatge de fulles amb necrosi.</li> <li>▪ Percentatge de rizomes horitzontals.</li> </ul>	<p><i>Resposta</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disminueix quan hi ha un menor creixement o una caiguda de fulles superior a la normal. L'activitat dels herbívors, que pot estar relacionada amb pertorbacions o no, també fa disminuir aquest paràmetre, sobretot a poca fondària.</li> <li>▪ Incrementa davant de processos que causen un augment de la senescència, o bé si es donen atacs bacterians o fúngics.</li> <li>▪ Incrementa quan hi ha un major creixement horitzontal dels rizomes per colonitzar clarianes.</li> </ul>
<p><i>Descriptors relacionats amb la fisiologia i bioquímica de la planta</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Concentració de carboni (C).</li> <li>▪ Traça isotòpica del carboni (<math>\delta^{13}\text{C}</math>).</li> <li>▪ Concentració de nitrogen (N).</li> <li>▪ Traça isotòpica del nitrogen (<math>\delta^{15}\text{N}</math>).</li> <li>▪ Concentració de fòsfor (P).</li> </ul>	<p><i>Resposta</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disminueix si s'altera el metabolisme del carboni, per exemple per manca de llum, o per altres factors estressants, com ara els contaminants.</li> <li>▪ Disminueix quan la demanda de carboni inorgànic de la planta es veu reduïda, per exemple per manca de llum. També pot veure's influïda per aportacions continentals.</li> <li>▪ Incrementa quan hi ha una major absorció de nitrogen inorgànic, especialment per un augment de la seva concentració al medi.</li> <li>▪ Incrementa quan hi ha un canvi en l'origen del nitrogen que capta la planta, per exemple si hi ha aportacions continentals, de granges de peixos, etc.</li> <li>▪ Incrementa quan hi ha una major absorció de fòsfor inorgànic, especialment per un augment de la seva concentració al medi.</li> </ul>

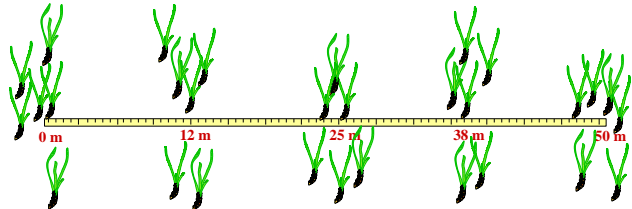
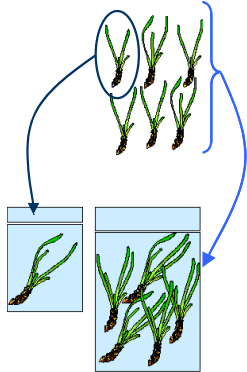
Consideracions	Observacions
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Traça isotòpica del sofre (<math>\delta^{34}\text{S}</math>).</li> <li>▪ Contingut de carbohidrats de reserva (sacarosa i midó).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Canvia segons l'estat d'oxidació dels sediments.</li> <li>▪ Disminueix quan s'altera el balanç de carboni (és a dir, quan incrementa la proporció de carboni utilitzat per mantenir el metabolisme de la planta respecte al carboni assimilat per la fotosíntesi).</li> </ul>
<p><i>Descriptors relacionats amb contaminació per metalls a la planta</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Concentració de zinc (Zn).</li> <li>▪ Concentració de plom (Pb).</li> <li>▪ Concentració de coure (Cu).</li> <li>▪ Concentració d'altres metalls (Fe, Mn, Ni, Cr, Cd).</li> </ul>	<p><i>Resposta</i></p> <p>En general, la concentració és més elevada en indrets propers a fonts de contaminació antròpica. Cal tenir present que per a alguns d'aquests metalls (sobretot el ferro i el manganès) també hi pot haver una forta variabilitat per causes naturals (per exemple, segons l'origen geològic del sediment).</p>
<p><b>2. Selecció de les estacions de mostreig</b></p> <p>Les estacions de mostreig s'estableixen a profunditats que oscil·len entre els 14 i els 17 m.</p> <p>Es procura evitar mostrejar prop dels límits de distribució de l'herbei.</p> <p>La localització de les estacions es realitza per:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ georeferenciació mitjançant GPS.</li> <li>▪ enfilacions amb punts situats a terra.</li> <li>▪ punts de mostreig fixes en la praderia marcats amb blocs de ciment i boies submergides</li> </ul>	<p>La determinació d'un rang estret de profunditat té la finalitat de minimitzar variacions associades a gradients batimètrics en els descriptors mesurats.</p> <p>Mostrejar prop dels límits podria alterar els valors dels descriptors mesurats pel denominat "efecte vora".</p>
<p><b>3. Selecció de l'època de mostreig</b></p> <p>L'època de mostreig és molt important per a un grup de descriptors, i no ho és tant per l'altre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>descriptors sense estacionalitat marcada:</i> densitat, cobertura, forma de creixement dels rizomes, fondària del límit inferior.</li> <li>▪ <i>descriptors amb estacionalitat marcada:</i> tota la resta.</li> </ul>	<p>Se suggereix mostrejar a finals de primavera, atès que les condicions meteorològiques són força bones, encara que aquests descriptors, que no presenten una variació associada a les estacions de l'any, es poden mesurar en qualsevol època.</p> <p>La presa de mostres ha de ser a finals d'estiu o principis de tardor, ja que es tracta de l'època en què aquests descriptors presenten una menor variació espacial i temporal.</p>


Part 1 - Mostreig

Passos a seguir	Observacions
<p>Arribar a l'estació de mostreig seleccionada prèviament i emplenar el full de camp (1/2 i 2/2 de l'apartat 5.1.3).</p>	
<p><b>1. Mesura de densitat i forma de creixement dels rizomes</b></p> <p>Localització de la boia que marca l'estació de mostreig (inici del transecte).                      Estendre un transecte sobre el fons, col·locant una cinta mètrica de 50 m.                      Definir tres zones de mostreig a tres distàncies respecte a l'origen del transecte (0, 25 i 50 m).                      A cada zona hi ha una barra fixa que marca el punt de mostreig.</p> <p>A cadascuna d'aquestes zones, col·locar el quadrat de 40 x 40 cm en tres punts situats aleatòriament a l'herbei (distsants entre ells no més de 2 metres) tot evitant les clarianes sense plantes. Addicionalment es mesura un quadrat fix (envoltat de quatre barres) situat a cada zona.</p> <p>A cadascun dels quatre punts (el fix i els tres aleatoris), comptar els feixos presents a cada subquadrat i anotar les dades.</p>	<p>Cada estació presenta una boia i una barra que marca la direcció del transecte.                      La direcció del transecte ha de ser perpendicular al pendent per tal de mantenir la mateixa fondària.</p>  <p><i>Transecte col·locat per definir les zones de mostreig</i></p>  <p><i>Esquema de la disposició dels quadrats per a la mesura de la densitat en la praderia</i></p> <p>El quadrat està subdividit en quatre subquadrats per facilitar la tasca de recompte. Tres d'aquest quadrats (un per zona) corresponen a quadrats fixos.</p> <p>Les dades obtingudes per quadrat es transformen posteriorment a nombre de feixos per m<sup>2</sup> per a l'anàlisi de dades.</p> <p><b>Exemple:</b> Tenim un total de 10 feixos (3+1+4+2 feixos)</p> 





Passos a seguir	Observacions
<p>A cadascun dels quatre punts, i per a cada subquadrat, anotar l'estimació del percentatge de rizomes horitzontals (respecte al total) segons l'escala següent: 0, 5, 10, 25, 50, 75, i 100 %.</p>	 <p>Comptatge de densitats i estimació del percentatge de rizomes horitzontals</p>
<p><b>2. Mesures de cobertura</b></p> <p>A partir de l'anterior transecte principal de 50 m, disposar tres subtransectes de 7 m de longitud en direccions aleatòries, a cadascuna de les tres zones definides en l'apartat anterior: 0, 25 i 50 m. A cada subtransecte, estimar la cobertura col·locant un quadrat de 40 x 40 cm a 1, 4 i 7 m de distància respecte a l'origen del subtransecte.</p> <p>Estimar la cobertura en cada subquadrat com la proporció de substrat ocupat per <i>Posidonia oceanica</i>, seguint una escala de sis valors: 0, 10, 25, 50, 75, 100 %</p>  <p>Disposició del quadrat sobre el transecte per a l'estimació de la cobertura</p>	 <p>Esquema de la disposició dels transectes i dels quadrats per a l'estimació de la cobertura</p> <p>La cobertura es refereix al substrat ocupat per la base dels feixos vius, i no a l'ocupat per les fulles. S'assigna una cobertura del 100% (recobriment continu) en els casos en què la distància entre la base dels feixos és inferior a 10 cm.</p> <p><i>Molt important:</i> la cobertura es refereix a l'extensió de les taques de posidònia, però no al nombre de feixos que hi ha dins del subquadrat.</p> <p><b>Exemple:</b></p>  <p>Cas a: Si no hi ha cap clapa major de 10 x 10 cm (aproximadament, la mida d'un puny), tenim un 100% de cobertura.</p> <p>Cas b: Si tenim un únic forat de 10 x 10 cm, la cobertura és del 75%</p> <p>Cas c: Si tenim una zona de plantes d'uns 10 x 10 cm, la cobertura és del 25%</p> <p>Cas d: Si tenim una presència marginal de plantes que no arriben ni a 10 x 10 cm, li assignem un 10%</p>

Passos a seguir	Observacions
<p>Estimar la cobertura a cada subquadrat independentment per dos cabussadors.</p>	<p>El resultat de cobertura de cada subquadrat es calcularà com el promig de les mesures preses pels dos cabussadors.</p> <p>La cobertura total de cada quadrat es calcularà com la mitjana de les cobertures dels quatre subquadrats.</p>
<p><b>3. Presa de mostres i conservació</b></p> <p>Estendre un transecte de 50 metres com el descrit a l'apartat 1.</p> <p>Recol·lectar aleatòriament 6 feixos de <i>Posidonia oceanica</i> (preferiblement verticals) en 5 sub-zones situades a 0, 12, 25, 38 i 50 m de l'origen del transecte.</p> <p>Dels 6 feixos recollits a cada zona:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ guardar un feix per sub-zona dins d'una bossa, per realitzar les mesures morfomètriques al laboratori.</li> <li>▪ guardar els 5 feixos restants de cada sub-zona dins d'una altra bossa de plàstic, per realitzar les mesures fisiològiques al laboratori.</li> </ul> <p>Mantenir totes les bosses de plàstic en bidons o recipients grans amb aigua de mar fins arribar al port.</p> <p>En arribar al port, congelar al més aviat possible les bosses amb els feixos recollits per a les mesures de morfometria (total: 5 feixos per estació, un per sub-zona).</p>	<p>Si es prenen les mostres alhora que es fan les mesures de densitat i cobertura (apartats 1 i 2 d'aquest protocol), es pot fer servir el mateix transecte.</p> <p>Cal agafar els feixos amb una mica de rizoma (1-1,5 cm) per tal d'evitar que les fulles se separin i es barregin i perquè es necessiten les parts apicals dels rizomes per analitzar posteriorment determinats descriptors.</p>  <p><i>Esquema de la recol·lecció dels feixos per a l'anàlisi dels paràmetres morfomètrics i fisiològics.</i></p> <p>És important seguir unes pautes ben clares a l'hora de la recollida de mostres. Cal etiquetar acuradament i conservar amb ordre les mostres, ja que al final de les campanyes n'hi ha un nombre molt elevat que fàcilment podria induir a confusions.</p>  <p><i>Els sis feixos mostrejats en cadascuna de les 5 zones se separen en dues bosses, una amb un feix, i l'altra amb cinc.</i></p> <p>Cal, per tant, preveure un sistema adient per a la congelació i el transport.</p>

Passos a seguir	Observacions
<p>Per a les mesures fisiològiques tenim un total de 5 rèpliques per estació. Cada rèplica estarà formada per 5 feixos (recollits en cada sub-zona, veure apartat anterior) per tenir suficient material per a les anàlisis de laboratori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ separar la fulla número 3 i conservar la part del limbe (és a dir, exclouent el pecíol) que no està necrosada i sense o amb pocs epífits.</li> <li>▪ desproveir els rizomes d'escates i pecíols vells.</li> <li>▪ col·locar les fulles nº 3 i els rizomes dels 5 feixos de cada sub-zona per separat en sobres de paper degudament etiquetats, i congelar-los a -20°C o a temperatura inferior.</li> </ul>	<p>Cal treballar sempre que es pugui amb el material submergit en una cubeta amb aigua de mar.</p> <p>Per tal de separar la fulla número 3, es considera com a fulla número 1 la més jove (començant per l'interior).</p>  <p><i>Teixits separats per a la seva conservació fins a la realització de les mesures fisiològiques.</i></p>

Part 2 - Processament de mostres al laboratori

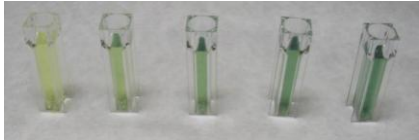
Passos a seguir	Observacions
<p><b>1. Mesures morfomètriques i preparació i conservació dels epífits per a les anàlisis</b></p> <p>Les bosses amb el feix per fer les mesures morfomètriques es treuen del congelador 1 hora abans de fer les mesures, per tal que estiguin completament descongelades per a la seva manipulació.</p> <p>Separar les fulles de cada feix i ordenar-les de la més jove a la més vella, tenint en compte que la més interior és la més jove, i que les fulles estan col·locades de manera alterna sobre la tija o rizoma.</p> <p>Per a cada feix, anotar el nombre de fulles. Per a cada fulla, anotar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Número de la fulla (1: la més jove; 2: la següent...).</li> <li>▪ Presència/Absència de pecíol.</li> <li>▪ Longitud.</li> <li>▪ Amplada.</li> </ul> <p>Presència de necrosi apical i/o central (teixit degradat, marronós...).</p>	<p>Emplenar fulls de laboratori (1/3, 2/3, 3/3 de l'apartat 5.1.3)</p>  <p><i>Fulles separades i ordenades de més jove a més vella (d'esquerra a dreta) per a la mesura de la morfometria.</i></p>

Passos a seguir	Observacions
<p>Un cop mesurades, treure els epífits de les fulles, assecar-los a l'estufa (70°) sobre paper vegetal de 5x5 cm durant un dia i pesar-los. Els epífits s'expressen per l'àrea de feix.</p>	<p>Per treure els epífits s'utilitza l'escaire d'un portaobjectes. Es rasca la fulla pressionant lleugerament, per tal d'arrencar l'epífit sense malmetre la fulla i no alterar els resultats de l'anàlisi.</p>  <p><i>Els epífits se separen de les fulles rascant, amb delicadesa, amb un portaobjectes.</i></p>
<p>Triturar la mostra d'epífits amb morter de vidre i conservar-la en pots de vidre per analitzar el contingut de nutrients.</p>	<p>Cal netejar bé el morter entre mostra i mostra amb etanol (70%).</p>
<p><b>2. Preparació i conservació de les fulles i els rizomes per a les anàlisis</b></p> <p>Treure les mostres del congelador (5 rèpliques per teixit).</p> <p>Verificar que no queda cap epífit a les fulles, i treure'l, si s'escau.</p> <p>Acabar de netejar els rizomes.</p> <p>Posar les 5 rèpliques (5 fulles de cada sub-zona per rèplica) en un pot de vidre, i assecar-les a l'estufa durant dos dies a 70 °C.</p> <p>Fer el mateix pels 5 rizomes de cada sub-zona i, un cop secs, agafar el centímetre apical de cadascun.</p> <p>Triturar manualment amb morter de ceràmica (fulles) i amb morter elèctric d'agata (rizomes), i guardar les mostres en els mateixos pots de vidre fins a la seva anàlisi.</p>	<p>El procés d'assecat es pot fer en una sola vegada, assecant les mostres de totes les estacions alhora, sempre i quan es conservin sempre ben retolades i marcades.</p> <p>És important comprovar que els rizomes estiguin ben secs perquè, a diferència de les fulles, són molt gruixuts i es podrien podrir si no ho estan.</p> <p>Cal netejar bé el morter entre mostra i mostra amb etanol (70%) o amb sorra de mar.</p>



Part 3 - Anàlisi de metalls, P, C, N, determinació de les traces isotòpiques de C, N i S, i anàlisi dels carbohidrats de reserva

Passos a seguir	Observacions
<p><b>1. Anàlisi de metalls i fòsfor en rizomes: digestions i lectures</b></p> <p>Deshidratar la mostra a l'estufa durant 15-30 minuts a 60° C.</p> <p>Pesar 0,05 g ± 0,01 de mostra i introduir els rizomes a la bomba de tefló.</p> <p>Afegir 3 ml d'àcid nítric al 65% (HNO<sub>3</sub>) i 2 ml d'aigua oxigenada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) al 33%.</p> <p>Tancar hermèticament els pots i agitar suaument.</p> <p>Col·locar les bombes de tefló a l'estufa, a una temperatura de 90°C, durant 16 hores.</p> <p>Treure les bombes del forn i deixar-les refredar una hora.</p> <p>Obrir les bombes, un cop fredes, i afegir 20 ml d'aigua milli Q.</p> <p>Pipetejar el líquid resultant en tubs de plàstic nous degudament retolats.</p> <p>Pesar els tubs, retolats i amb tap, abans i després de posar-hi el líquid resultant de la digestió.</p> <p>Preparar les mostres per a la lectura amb Plasma acoblat inductivament (<i>Inductively Coupled Plasma</i>, ICP).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sonicar les mostres durant 10 minuts.</li> <li>▪ Diluir 1:5 amb 100 µl de Rodi, 3.9 ml de HNO<sub>3</sub> (1 %) i 1 ml de la mostra digerida.</li> </ul> <p>Determinar la concentració de Fe i P amb l'ICP òptic, i de Zn, Pb, Cu, Mn, Ni, Cd, i Cr amb l'ICP de masses.</p>	<p>Les bombes de tefló son resistents als àcids i a les altes temperatures.</p> <p>Cal netejar bé la cullera utilitzada per pesar entre mostra i mostra amb etanol (70%).</p> <p>Les mostres es deixen refredar dins de la campana extractora.</p>

Passos a seguir	Observacions
<p><b>2. Anàlisi elemental de C, N, S i determinació de les traces isotòpiques de C, N i S</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Deshidratar la mostra assecant-la a l'estufa durant 15-30 minuts a 60°C.</li> <li>▪ Tarar la càpsula d'estany.</li> <li>▪ Pesar: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ el pes requerit de mostra de fulla o rizoma;</li> <li>○ 1-2 mg de mostra d'epífit.</li> </ul> </li> <li>▪ Afegir pentòxid de Vanadi, si s'escau.</li> <li>▪ Analitzar les mostres utilitzant un autoanalitzador elemental i/o amb un espectròmetre de masses (ICP-MS).</li> </ul>	<p>Per a que l'anàlisi doni resultats correctes, cal una quantitat determinada de l'element en estudi, quantitat que dependrà de l'aparell que s'està utilitzant i del tipus de teixit o mostra. Per tant, el pes de mostra requerit és diferent en funció d'aquests factors. Com a exemple, els aparells dels Servizos de Apoio á Investigación de la Universitat de la Coruña (SAI) i dels laboratoris Millbuck del Regne Unit requereixen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ per a la traça isotòpica de N i C: un pes aproximat de 3 mg de mostra de fulles, i 2-3 mg de mostra de rizomes,</li> <li>▪ per la traça isotòpica de S: 4 mg de mostra de rizomes.</li> </ul> <p>Cal netejar bé el material (pinces i cullera) entre mostra i mostra amb etanol.</p> <p>Depenent del tipus de mostra i de l'aparell emprat, afegirem o no pentòxid de Vanadi, que és un compost que facilita la combustió de la mostra (catalitzador). La quantitat que cal afegir d'aquest compost depèn de l'aparell i de l'element que s'analitza, i ha de ser especificat pels tècnics que se n'encarreguen. Usualment, oscil·la entre un 50 i un 200 % del pes de la mostra.</p>
<p><b>3. Anàlisi dels carbohidrats de reserva dels rizomes (sacarosa i midó)</b></p> <p><i>Extracció de carbohidrats de reserva solubles (sacarosa):</i></p> <p>Deshidratar les mostres a l'estufa durant 15-30 minuts a 60° C.</p> <p>Per cada mostra, pesar 0,025 g ± 0,005 i posar-los en un tub de vidre.</p> <p>Afegir 5 ml d'etanol (96%) a cada tub per tal d'extreure els carbohidrats de reserva solubles (sacarosa).</p> <p>Agitar cada tub amb un vòrtex i col·locar els tubs en un bloc calefactor durant 15 minuts a 80°C.</p> <p>Tornar a agitar amb el vòrtex i centrifugar durant 20 minuts a 3200 rpm.</p>	

Passos a seguir	Observacions
<p>Decantar i reservar el sobrenedant en tubs de plàstic graduats. El que queda al fons del tub l'anomenem pèl·let.</p> <p>Tornar a afegir 5 ml d'etanol als tubs amb els pèl·lets i repetir el procés anterior, decantant els nous sobrenedants als tubs prèviament reservats.</p> <p>Cal realitzar aquest procés d'extracció de la sacarosa amb etanol un total de tres vegades.</p> <p>El sobrenedant ha de tenir un volum final de 15 ml, si no és així (per evaporació de l'etanol) cal enrasar a 15 ml afegint etanol fins a la marca dels 15 ml del tub graduat.</p> <p>Guardar els tubs amb els sobrenedants a la nevera, convenientment tapats, fins a la seva lectura.</p>	
<p><i>Extracció de carbohidrats de reserva insolubles (midó):</i></p> <p>Els carbohidrats de reserva insolubles (midó) es troben en el pèl·let de cada mostra.</p> <p>Per a la seva extracció, cal primer evaporar les possibles gotes d'etanol que hagin quedat després del procés anterior.</p> <p>Afegir 4 ml de NaOH (0.1N) a cada tub, barrejar en un vòrtex i deixar reposar 24 hores a temperatura ambient tapat amb parafilm.</p> <p>Centrifugar durant 10 minuts (3000 rpm), posar el sobrenedant en un tub de plàstic de 10 ml net i etiquetat degudament, i conservar al congelador fins a la seva lectura.</p>	<p>Preparació de NaOH 0.1N: Dissoldre 4,08 g NaOH en 1 litre d'aigua destil·lada miliQ.</p> <p>Aquest reactiu es pot preparar prèviament i conservar-lo durant un temps.</p> <p>El NaOH trenca les mol·lècules de midó i s'obtenen sucres més petits (glucosa), que es poden mesurar amb la mateixa metodologia emprada per a la determinació de la sacarosa explicada en aquest protocol.</p> <p>Si les mostres no es poden processar després de 24 h, es poden mantenir congelades durant setmanes fins al seu processament.</p>
<p><i>Lectures (sacarosa i midó):</i></p>	<p>El càlcul de la concentració de sacarosa es realitza per colorimetria, comparant els resultats obtinguts de les mostres amb una recta patró.</p> 

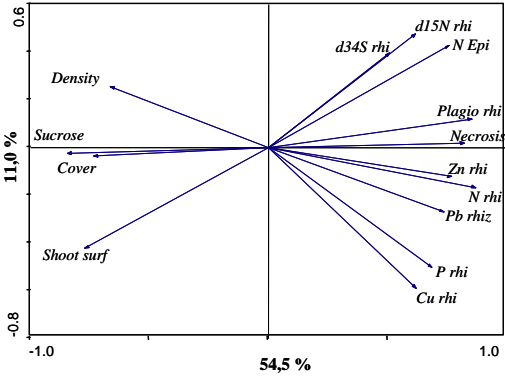


Passos a seguir	Observacions																														
<p>Preparar els patrons de sacarosa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Preparar la solució mare de sacarosa (2,5 mM).</li> <li>▪ Preparar les dilucions de la solució mare per obtenir els patrons.</li> </ul> <p>Per a cada mostra, extreure 90 µl de sobrenedant i col·locar-los en un tub d'assaig de vidre net.</p> <p>Fer el mateix per a cada patró.</p> <p>Preparar la solució d'antrona.</p>  <p>Afegir 3 ml de solució d'antrona als tubs amb els 90 µl de mostra, barrejar en un vòrtex i col·locar els tubs en un bloc calefactor durant 10 minuts a 100 °C.</p>	<p>Preparació de la solució mare: 0,8557g de sacarosa en 1 litre d'aigua destil·lada miliQ.</p> <table border="1" data-bbox="852 365 1390 683"> <thead> <tr> <th>Concentració (mM)</th> <th>Solució mare (ml)</th> <th>Aigua (ml)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>10</td></tr> <tr><td>0,05</td><td>0,2</td><td>9,8</td></tr> <tr><td>0,1</td><td>0,4</td><td>9,6</td></tr> <tr><td>0,25</td><td>1</td><td>9</td></tr> <tr><td>0,35</td><td>1,4</td><td>8,6</td></tr> <tr><td>0,5</td><td>2</td><td>8</td></tr> <tr><td>0,75</td><td>3</td><td>7</td></tr> <tr><td>1</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>2</td><td>8</td><td>2</td></tr> </tbody> </table> <p>Preparació de l'àcid sulfúric (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) en proporció 5:2. Per 700 ml: en una proveta d'1 litre, posar 200 ml d'aigua miliQ i afegir MOLT LENTAMENT 500 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (96%). COMPTE! És una reacció molt exotèrmica i la solució s'escalfa molt ràpidament. Posar la proveta dins d'un recipient amb aigua freda abans de començar la dilució, i afegir, sempre molt lentament, l'àcid damunt de l'aigua. Deixar que es refredi a temperatura ambient abans d'enrasar.</p> <p>Preparació de la solució d'antrona: dissoldre 0,5 g d'antrona en 250 ml del H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (5:2) en un matràs aforat amb agitador magnètic. Preparar la solució d'antrona cada dia i només la quantitat que es necessita pel nombre de mostres que s'estan processant</p> <p>Per evitar errors de volum en afegir la solució d'antrona a les mostres, es recomana la utilització d'un dosificador per a àcids.</p>  <p><i>Dosificació de la solució d'antrona amb un dosificador d'àcids</i></p>	Concentració (mM)	Solució mare (ml)	Aigua (ml)	0	0	10	0,05	0,2	9,8	0,1	0,4	9,6	0,25	1	9	0,35	1,4	8,6	0,5	2	8	0,75	3	7	1	4	6	2	8	2
Concentració (mM)	Solució mare (ml)	Aigua (ml)																													
0	0	10																													
0,05	0,2	9,8																													
0,1	0,4	9,6																													
0,25	1	9																													
0,35	1,4	8,6																													
0,5	2	8																													
0,75	3	7																													
1	4	6																													
2	8	2																													



Part 4 – Tractament de dades i determinació dels nivells de qualitat

Passos a seguir	Observacions
<p><b>1. Plantejament general</b></p> <p>Dels descriptors mesurats, 14 s'utilitzen en la determinació de l'estat ecològic i les dades de la resta es conserven com a informació complementària.</p> <p>Els descriptors seleccionats són:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cobertura</li> <li>▪ Densitat de feixos</li> <li>▪ Àrea foliar</li> <li>▪ Percentatge de fulles amb necrosi</li> <li>▪ Percentatge de rizomes plagiotrops</li> <li>▪ Concentració de nitrogen als rizomes</li> <li>▪ Traça isotòpica de nitrogen (<math>\delta^{15}\text{N}</math>) als rizomes</li> <li>▪ Concentració de nitrogen als epífits</li> <li>▪ Concentració de fòsfor als rizomes</li> <li>▪ Traça isotòpica de sofre (<math>\delta^{34}\text{S}</math>) als rizomes</li> <li>▪ Contingut de sacarosa als rizomes</li> <li>▪ Concentració de zinc als rizomes</li> <li>▪ Concentració de coure als rizomes</li> <li>▪ Concentració de plom als rizomes.</li> </ul>	<p>El nombre de descriptors utilitzats per a la determinació de l'estat ecològic pot experimentar lleugeres variacions de cara el futur.</p> <p>Actualment, s'està estudiant la possibilitat de reduir a 9 el nombre de descriptors utilitzats per a la determinació de l'estat ecològic.</p> <p>Els 9 descriptors seleccionats en la versió reduïda són:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cobertura</li> <li>▪ Densitat de feixos</li> <li>▪ Àrea foliar</li> <li>▪ Percentatge de fulles amb necrosi</li> <li>▪ Traça isotòpica de nitrogen (<math>\delta^{15}\text{N}</math>) als rizomes</li> <li>▪ Concentració de nitrogen als epífits</li> <li>▪ Traça isotòpica de sofre (<math>\delta^{34}\text{S}</math>) als rizomes</li> <li>▪ Contingut de sacarosa als rizomes</li> <li>▪ Concentració de plom als rizomes</li> </ul>

Passos a seguir	Observacions
<p>Els valors d'aquests 14 descriptors (variables) per cada estació es tracten mitjançant una anàlisi de components principals (PCA).</p>  <p><i>Exemple de PCA generat amb els 14 descriptors anteriors</i></p>	<p>En una PCA es generen noves variables (components principals), combinacions lineals de les variables originals, que són ortogonals entre sí i coincideixen amb les successives direccions de màxima variació del núvol de punts que formen els casos (estacions mostrejades). De fet, es construeixen tants components principals com variables (descriptors) de partida, si bé la variància explicada per a cadascun d'ells és única (no explicada per als altres, és a dir, no existeix redundància entre els components principals) i decreixent (el component I explica la màxima variància, el II explica la màxima variància una vegada extret l'I, i així successivament). La PCA permet, per tant, resumir la variabilitat de moltes variables en unes poques, que són combinacions lineals de les variables de partida.</p> <p>Solen emprar-se només els components principals I i II, que defineixen un pla que permet la representació de la major part de la variància del conjunt de dades. Els objectes projectats en aquest pla preserven, en la mesura del possible, les distàncies euclidianes que tenien en l'espai format pels descriptors originals (Legendre i Legendre, 1998).</p> <p>Així doncs, obtenim una ordenació de les estacions de mostreig que permetrà una diagnosi del seu estat ecològic, ja que, en general, l'eix I reflecteix molt bé el gradient de qualitat dels herbeis mostrejats.</p>



Passos a seguir	Observacions												
<p><b>3. Càlcul d'EQR (<i>ecological quality ratio</i>)</b></p> <p>Calcular l'EQR de cada estació com segueix:</p> <p>Calcular l'EQR'<sub>x</sub>, segons l'equació</p> $EQR'_x = \frac{CI_x - CI_{p\grave{e}s\grave{s}ima}}{CI_{\acute{o}ptima} - CI_{p\grave{e}s\grave{s}ima}}$ <p>on:</p> <p>CI<sub>x</sub> és la coordenada sobre el component I de l'estació x.</p> <p>CI<sub>òptima</sub> és la coordenada sobre el component I de l'estació òptima.</p> <p>CI<sub>pèssima</sub> és la coordenada sobre el component I de l'estació pèssima</p> <p>Calcular l'EQR segons l'equació</p> $EQR = \frac{EQR' + 0,11}{1 + 0,10}$	<p>EQR'<sub>x</sub> és un índex que reflecteix la qualitat ecològica de l'estació x, amb un valor de 0 per l'estació pèssima i un valor d'1 per l'estació òptima.</p> <p>Aquest valor es corregeix per tal que la presència d'herbei impliqui un EQR major o igual a 0,1. En cas que l'element de qualitat desaparegui (per destrucció de l'herbei), es considera que l'EQR té un valor inferior a 0,1.</p>												
<p><b>4. Assignació del nivell de qualitat</b></p> <p>Assignar un nivell de qualitat a partir del valor de l'EQR obtingut, segons la taula següent:</p> <table border="1" data-bbox="252 1189 756 1406"> <thead> <tr> <th>Nivell de qualitat</th> <th>EQR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Molt bo</td> <td>0,775 ≤ EQR ≤ 1</td> </tr> <tr> <td>Bo</td> <td>0,550 ≤ EQR &lt; 0,774</td> </tr> <tr> <td>Mediocre</td> <td>0,325 ≤ EQR &lt; 0,549</td> </tr> <tr> <td>Deficient</td> <td>0,1 ≤ EQR &lt; 0,324</td> </tr> <tr> <td>Dolent</td> <td>EQR &lt; 0,1</td> </tr> </tbody> </table>	Nivell de qualitat	EQR	Molt bo	0,775 ≤ EQR ≤ 1	Bo	0,550 ≤ EQR < 0,774	Mediocre	0,325 ≤ EQR < 0,549	Deficient	0,1 ≤ EQR < 0,324	Dolent	EQR < 0,1	<p>Els llindars de classificació dels nivells de qualitat s'han basat en l'exercici d'intercalibració d'aigües costaneres mediterrànies (MED-GIG) de la Directiva marc de l'aigua de la Unió Europea.</p>
Nivell de qualitat	EQR												
Molt bo	0,775 ≤ EQR ≤ 1												
Bo	0,550 ≤ EQR < 0,774												
Mediocre	0,325 ≤ EQR < 0,549												
Deficient	0,1 ≤ EQR < 0,324												
Dolent	EQR < 0,1												

#### **2.1.4. Protocol 4. MACROINVERTEBRATS**

L'avaluació de la qualitat de l'aigua a partir de l'indicador macrofauna s'estableix mitjançant l'ús de l'Index MEDOCC (Pinedo i Jordana, 2007). Aquest índex avalua l'estat de les comunitats de macroinvertebrats de la zona costanera, a partir de mostres recol·lectades en fons sedimentaris infralitorals, en base a les espècies trobades en termes d'abundància, i en funció de la sensibilitat/tolerància d'aquestes espècies a les alteracions ambientals.

La relació de la composició faunística amb el medi s'estudia amb dades complementàries fisicoquímiques del sediment, com la granulometria, el contingut en matèria orgànica i la concentració de metalls pesants.

##### **2.1.4.1. Material de mostreig**

- Embarcació
- Draga van Veen (superfície mínima de 600 cm<sup>2</sup>). Ha de tenir finestres per obertura superior si es volen agafar submostres per anàlisi de metalls pesants, matèria orgànica i/o granulometria.
- Material de suport de la draga
- Sonda per mesurar la fondària
- GPS i mapa o guia per ubicar les estacions de mostreig
- Equipament personal apropiat resistent a l'aigua
- Equip de protecció individual per a formol (guants, màscara...)
- Xarxa de 500/1000 µm de malla per filtrar sediment. Per agilitzar la tasca de tamisatge del sediment és útil utilitzar xarxes circulars d'aproximadament 1 m de diàmetre que es puguin tancar en forma de sac i introduir directament a l'aigua de mar des de l'embarcació.
- Contenidor de plàstic gran per buidar-hi la draga
- Pot de plàstic per mesurar el volum de sediment recollit
- Bosses o envasos de plàstic que tanquin hermèticament
- Pissarra i llapis per a les anotacions de camp
- Material per etiquetar les mostres
- Formol al 4% (fixador per a les mostres)
- Rosa de Bengala (per fer la tinció dels organismes)
- Bidons per guardar i transportar les mostres
- Càmera de fotos

##### **2.1.4.2. Material de laboratori**

- Campana extractora o sistema equivalent d'extracció de gasos
- Equip de protecció individual per a formol (guants, màscara, bata,...)
- Lupa binocular
- Microscopi
- Plaques de Petri

- Pinces (de diferents mides)
- Aigua de mar
- Safates blanques de plàstic (mínim de 20 x 30 cm)
- Portaobjectes i cobreobjectes
- Vials de vidre amb tap hermètic
- Alcohol de 70°
- Plaques amb compartiments per classificar els organismes en grups i/o espècies durant el procés de separació
- Comptadors d'individus
- Tamís de 500/1000 $\mu$ m
- Guies i/o material bibliogràfic per a la identificació de les espècies

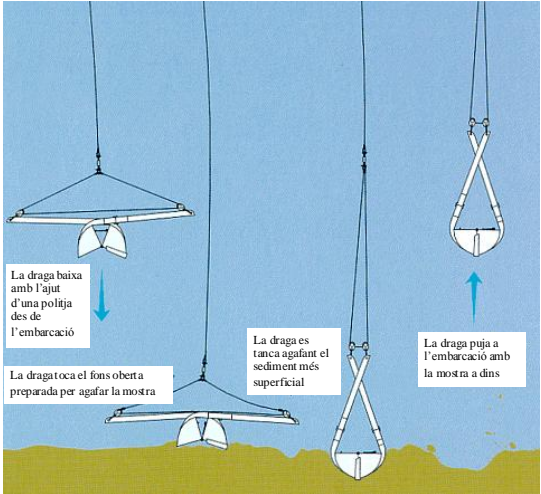


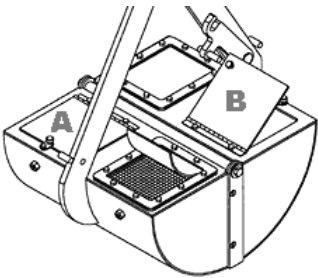

### 2.1.4.3. Procediment de treball

#### Part 0 - Consideracions prèvies

Consideracions prèvies	Observacions
<p><b>1. Paràmetres a mesurar</b></p> <p>Abundància de les espècies presents a les comunitats de macroinvertebrats en sorres fines.</p>	<p>Es recomana que en els controls de la macrofauna s'analitzi també la granulometria i els continguts de matèria orgànica en sediment. (veure apartats 4.2.1.6 dels annexos).</p>
<p><b>2. Selecció de les estacions de mostreig</b></p> <p>Es recomana que hi hagi un mínim de dues estacions de mostreig per massa d'aigua.</p> <p>La fondària de les estacions de mostreig ha de ser de 8 a 18 m sempre i quan el tipus de substrat sigui l'adequat.</p>	<p>El nombre i situació de les estacions de mostreig s'ha d'ajustar a l'extensió i l'heterogeneïtat de les masses d'aigua.</p> <p>Si en aquests rang de profunditat el substrat no fos l'adequat, es determinaria aquella massa d'aigua com a no apte per a l'aplicació de la metodologia establerta en aquest protocol amb l'indicador macrofauna.</p>
<p><b>3. Selecció de l'època de mostreig</b></p> <p>La millor època és a finals de primavera i principis d'estiu.</p>	<p>En aquesta època de l'any les poblacions de les comunitats infralitorals ja han experimentat el reclutament dels nous individus (mesos d'abril - juny), i s'arriba a un equilibri poblacional amb una elevada riquesa específica</p> <p>En general, donada la dinàmica de les poblacions de macroinvertebrats no serà necessari efectuar més d'un mostreig per any.</p>

Part 1 - Mostreig

Passos a seguir	Observacions
<p><b>1. Obtenció de les mostres al camp</b></p> <p>Arribar a l'estació de mostreig seleccionada prèviament i emplenar el full de camp (veure apartat 5.1.4).</p> <p>La recollida de les mostres es farà amb una draga van Veen, (o qualsevol tipus de draga amb funcionament similar) que permeti la recollida d'una superfície de sediment coneguda que serà d'un mínim de 600 cm<sup>2</sup> (20 x 30 cm).</p> <p>Agafar un mínim de dues mostres (rèpliques) a cadascuna de les estacions de mostreig.</p>	<p>En el cas de no disposar de dragues, es poden fer servir altres mitjans (per exemple <i>corers</i>) que permetin recollir superfícies delimitades i conegudes de sediments.</p> <p>La superfície de mostreig ha de garantir la representativitat de la mostra i per tant s'ha d'ajustar a l'estructura de la comunitat mostrejada.</p> <p>És verificarà, que la draga s'ha introduït correctament en el sediment, comprovant que s'ha recollit un volum mínim de mostra que garanteixi la representativitat del mostreig.</p>  <p><i>Diagrama esquemàtic del funcionament d'una draga van Veen.</i></p>

Passos a seguir	Observacions
<p>Un cop agafada la mostra amb la draga, abocar tot el sediment recollit dins d'un contenidor gran de plàstic.</p>	<p>Si es volen prendre submostres de la mateixa mostra de macrofauna per analitzar els continguts en sediment de metalls pesants, matèria orgànica i/o granulometria, es recomana utilitzar una draga amb finestres superiors per poder agafar-les de la capa superficial del sediment. En aquest cas les submostres s'hauran d'agafar abans d'abocar el contingut de la draga al contenidor.</p>  <p><i>Diagrama esquemàtic d'una draga on es veuen les finestres per agafar submostres</i></p>
<p>Agafar el sediment del contenidor i abocar-lo dins d'una xarxa de 500 µm de malla, això es farà amb l'ajut d'un pot de volum conegut (per exemple, d'un litre) per mesurar la quantitat de sediment recollida.</p>	<p>El filtrat de la mostra es podrà fer amb una xarxa de fins a 1000 µm de malla, si es verifica que els resultats d'abundàncies i representativitat de les espècies son similars als obtinguts amb xarxa de 500 µm.</p> <p>Cal conèixer el volum de sediment mostrejat, abans de filtrar la mostra, per poder comparar els resultats (nombre d'organismes trobats) en mostres de volums diferents.</p>
<p>Filtrar el sediment amb la xarxa tancada per dalt, submergint parcialment la xarxa a l'aigua del mar, i movent-la suament fins que s'elimini el material més fi.</p>	 <p><i>Filtrat de sediment amb malla de 500 µm.</i></p>

Passos a seguir	Observacions
<p>Guardar el sediment amb els organismes retinguts en la xarxa en una bossa de plàstic o recipient que tanqui hermèticament.</p>	
<p>Afegir formol al 4% i Rosa de Bengala per conserva i tenyir els organismes, respectivament</p>	<p>La tinció dels organismes amb Rosa de Bengala facilita la seva observació en el sediment, fet que agilitza la separació. La quantitat de Rosa de Bengala a afegir s'ha d'ajustar al volum i tipus de sediment mostrejat.</p>
<p>Tancar la bossa i etiquetar-la convenientment amb el codi de l'estació de mostreig.</p>	<p>Cal procurar que la bossa no quedi inflada per evitar que rebenti i que el material pugui sortir i perdre's.</p>
<p>Rentar bé la xarxa abans de filtrar una nova mostra.</p>	
<p>Mantenir les mostres fixades en bidons hermètics fins al seu processament al laboratori.</p>	<p>La separació dels organismes de les mostres i la identificació d'espècies es fa al laboratori.</p>

## Part 2 – Processament de mostres al laboratori

Passos a seguir	Observacions
<p><b>1. Separació i quantificació de mostres al laboratori</b></p> <p>Prèviament a la separació, cal rentar la mostra per eliminar el formol amb aigua: escampar la mostra en una safata i rentar-la filtrant-la amb un tamís de 500/1000 µm, successivament, tantes vegades com faci falta fins a eliminar el formol.</p> <p>Repartir tota la mostra en plaques de Petri amb una mica d'aigua.</p> <p>Separar els organismes del sediment per taxons amb pinces amb l'ajut de lupa binocular, i de microscopi per identificar les espècies.</p> <p>Identificar tots els organismes fins el nivell taxonòmic més baix possible (espècie) en la majoria dels casos</p> <p>Quantificar els organismes en termes d'abundància comptant el nombre d'individus de cadascun dels taxons identificats.</p> <p>Guardar els organismes en vials de vidre, amb alcohol de 70°, separats i convenientment etiquetats.</p>	<p>A causa de la toxicitat del formol, és imprescindible rentar la mostra sota una campana extractora o bé en un lloc ben ventilat, i utilitzant màscares adequades i equip de protecció individual per evitar el contacte amb la pell.</p> <p>Quan el tipus de mostra ho permeti, es a dir es conservi la representativitat, es poden agafar alíquotes de la mateixa per fer més ràpida la tasca de separació. Posteriorment caldrà multiplicar l'abundància trobada de cada taxó pel nombre de fraccions en què ha estat dividida la mostra.</p>

Part 3 – Tractament de dades i determinació dels nivells de qualitat dels macroinvertebrats

Passos a seguir	Observacions
<p><b>1. Càlcul de l'índex MEDOCC</b></p> <p>Crear una matriu de dades espècies/abundància per a totes les estacions de mostreig.</p> <p>Assignar cada espècie al grup ecològic corresponent, segons la bibliografia existent i el criteri expert (veure apartat 4.1.3.1 dels annexos):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>GE1: espècies sensibles</li> <li>GE2: espècies indiferents</li> <li>GE3: espècies tolerants</li> <li>GE4: espècies oportunistes</li> </ul> <p>Càlcul del valor de l'índex MEDOCC segons la fórmula:</p> $\text{MEDOCC} = [(0x\%GE1)+(2x\%GE2)+(4x\%GE3)+(6x\%GE4)]/100$ <p>L'índex MEDOCC pren valors compresos entre 0 i 6.</p>	<p>L'índex MEDOCC és una adaptació de l'índex AMBI, desenvolupat per a les aigües litorals de l'Atlàntic (Borja et al., 2000), a la costa MEDiterrània OCCidental. Aquests índexs es basen en la capacitat que tenen les espècies a respondre a les variacions ambientals naturals o induïdes per l'home. Concretament l'índex MEDOCC permet detectar l'enriquiment orgànic segons la successió descrita per Pearson i Rosenberg (1978).</p> <p>L'índex MEDOCC té un valor de 0 quan les espècies sensibles (GE1) són el grup dominant i de 6 quan dominen les espècies oportunistes (GE4).</p>
<p><b>2. Valors de referència</b></p> <p>Amb les dades de què es disposa a la costa catalana, s'ha obtingut la condició de referència, amb el resultat de l'estació que presenta un valor de MEDOCC més baix, i s'ha millorat eliminant les espècies tolerants i oportunistes (grups ecològics 3 i 4).</p> <p>Això dona com a resultat una comunitat amb un 90% d'espècies sensibles (GE1) i un 10% d'espècies indiferents (GE2), és a dir amb un valor de referència MEDOCC=0,2.</p>	<p>Aquesta condició de referència és la mateixa per a totes les tipologies presents a les aigües costaneres, ja que estudis previs amb anàlisis d'ordenació (veure apartat 4.1.3.2 dels annexos) no han mostrat diferències significatives entre les estacions de les diferents tipologies.</p>

Passos a seguir	Observacions																		
<p><b>3. Assignació del nivell de qualitat ambiental</b></p> <p>Els líndars que defineixen els nivells de qualitat s'estableixen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a partir de la distribució de freqüències dels quatre grups ecològics al llarg de l'índex MEDOCC (veure gràfic següent) i</li> <li>▪ considerant la definició que la DMA fa dels nivells de qualitat de l'estat ecològic a l'Annex V.</li> </ul> <p><i>Representació gràfica de la determinació dels líndars dels nivells de qualitat en funció dels percentatges de cadascun dels grups ecològics.</i></p> <p>Els nivells de qualitat es defineixen a la taula següent en funció de la abundància relativa de les espècies dels quatre grups ecològics:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nivell de qualitat</th> <th>Abundància relativa d'espècies (%)</th> <th>MEDOCC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Molt bo</td> <td>Sensibles &gt; 40%</td> <td>0 &lt; MEDOCC &lt; 1,6</td> </tr> <tr> <td>Bo</td> <td>Tolerants 20-50% Sensibles 10-40%</td> <td>1,6 &lt; MEDOCC &lt; 3,2</td> </tr> <tr> <td>Mediocre</td> <td>Tolerants &lt; 50% Oportunistes &lt; 45%</td> <td>3,2 &lt; MEDOCC &lt; 4,77</td> </tr> <tr> <td>Deficient</td> <td>Oportunistes &gt; 45% Tolerants presents</td> <td>4,77 &lt; MEDOCC &lt; 5,5</td> </tr> <tr> <td>Dolent</td> <td>Oportunistes &gt; 80% i sediments azoics</td> <td>5,5 &lt; MEDOCC &lt; 6</td> </tr> </tbody> </table>	Nivell de qualitat	Abundància relativa d'espècies (%)	MEDOCC	Molt bo	Sensibles > 40%	0 < MEDOCC < 1,6	Bo	Tolerants 20-50% Sensibles 10-40%	1,6 < MEDOCC < 3,2	Mediocre	Tolerants < 50% Oportunistes < 45%	3,2 < MEDOCC < 4,77	Deficient	Oportunistes > 45% Tolerants presents	4,77 < MEDOCC < 5,5	Dolent	Oportunistes > 80% i sediments azoics	5,5 < MEDOCC < 6	<p>Aquesta distribució s'ha obtingut amb bases de dades d'estacions de sorres fines de Catalunya i també de les Illes Balears.</p>
Nivell de qualitat	Abundància relativa d'espècies (%)	MEDOCC																	
Molt bo	Sensibles > 40%	0 < MEDOCC < 1,6																	
Bo	Tolerants 20-50% Sensibles 10-40%	1,6 < MEDOCC < 3,2																	
Mediocre	Tolerants < 50% Oportunistes < 45%	3,2 < MEDOCC < 4,77																	
Deficient	Oportunistes > 45% Tolerants presents	4,77 < MEDOCC < 5,5																	
Dolent	Oportunistes > 80% i sediments azoics	5,5 < MEDOCC < 6																	

Passos a seguir	Observacions																		
<p><b>4. Obtenció de l'EQR</b></p> <p>Per a cada estació:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Restar del valor de l'índex MEDOCC, el valor de referència (veure apartat 2 d'aquest protocol).</li> <li>Calcular l'EQR transformant i invertint el valor resultant (comprès ara entre 0 i 5,8) a escala 1-0 (seguint la normativa de la DMA)</li> <li>Assignar un nivell de qualitat segons la taula següent:</li> </ul> <table border="1" data-bbox="209 678 798 920"> <thead> <tr> <th>Nivell de qualitat</th> <th>MEDOCC</th> <th>EQR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Molt bo</td> <td><math>0 &lt; \text{MEDOCC} &lt; 1,6</math></td> <td><math>\text{EQR} &gt; 0,73</math></td> </tr> <tr> <td>Bo</td> <td><math>1,6 &lt; \text{MEDOCC} &lt; 3,2</math></td> <td><math>0,47 &lt; \text{EQR} \leq 0,73</math></td> </tr> <tr> <td>Mediocre</td> <td><math>3,2 &lt; \text{MEDOCC} &lt; 4,77</math></td> <td><math>0,20 &lt; \text{EQR} \leq 0,47</math></td> </tr> <tr> <td>Deficient</td> <td><math>4,77 &lt; \text{MEDOCC} &lt; 5,5</math></td> <td><math>0,08 &lt; \text{EQR} \leq 0,20</math></td> </tr> <tr> <td>Dolent</td> <td><math>5,5 &lt; \text{MEDOCC} &lt; 6</math></td> <td><math>0 \leq \text{EQR} \leq 0,08</math></td> </tr> </tbody> </table>	Nivell de qualitat	MEDOCC	EQR	Molt bo	$0 < \text{MEDOCC} < 1,6$	$\text{EQR} > 0,73$	Bo	$1,6 < \text{MEDOCC} < 3,2$	$0,47 < \text{EQR} \leq 0,73$	Mediocre	$3,2 < \text{MEDOCC} < 4,77$	$0,20 < \text{EQR} \leq 0,47$	Deficient	$4,77 < \text{MEDOCC} < 5,5$	$0,08 < \text{EQR} \leq 0,20$	Dolent	$5,5 < \text{MEDOCC} < 6$	$0 \leq \text{EQR} \leq 0,08$	<p>En el càlcul de l'EQR s'ha de tenir en compte la condició de referència (valor de MEDOCC=0,2 en el cas de la costa catalana).</p> <p>Això vol dir que els valors de l'índex MEDOCC oscil·laran entre 0,2 i 6 (essent 0,2 la millor situació que ens podem trobar).</p> <p><b>Exemple d'obtenció de l'EQR:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Valor de MEDOCC = 3,2.</li> <li>Obtenció del valor de MEDOCC corregit per la condició de referència (<math>3,2 - 0,2 = 3,0</math>).</li> <li>Transformar el MEDOCC corregit (comprès entre 0,2 i 6) a escala 0-1 (<math>3,0/5,8 = 0,52</math>).</li> <li>Invertir l'escala per obtenir l'EQR (<math>1 - 0,52 = 0,48</math>; <math>\text{EQR} = 0,48</math>); així s'assigna la qualitat ecològica dolenta a valors propers a 0 i la qualitat ecològica bona a valors propers a 1.</li> <li>Assignar el nivell de qualitat segons la taula adjunta: un <math>\text{EQR} = 0,48</math> correspon a un estat ecològic Bo.</li> </ul>
Nivell de qualitat	MEDOCC	EQR																	
Molt bo	$0 < \text{MEDOCC} < 1,6$	$\text{EQR} > 0,73$																	
Bo	$1,6 < \text{MEDOCC} < 3,2$	$0,47 < \text{EQR} \leq 0,73$																	
Mediocre	$3,2 < \text{MEDOCC} < 4,77$	$0,20 < \text{EQR} \leq 0,47$																	
Deficient	$4,77 < \text{MEDOCC} < 5,5$	$0,08 < \text{EQR} \leq 0,20$																	
Dolent	$5,5 < \text{MEDOCC} < 6$	$0 \leq \text{EQR} \leq 0,08$																	



## 2.2. Elements fisicoquímics

### 2.2.1. Protocol 5. CONDICIONS GENERALS (nutrients)

Les condicions fisicoquímiques generals de les masses d'aigua (MA) de les costes catalanes s'avaluen a partir de dades superficials relatives al contingut en aigua dolça (calculat a partir del valor de salinitat) i a la concentració de nutrients inorgànics dissolts (nitrats, nitrits, amonis, fosfats i silicats), obtingudes a nivell de la línia de costa (camp pròxim) i a 1000 m de la línia de costa (camp mitjà).

El nivell de qualitat final de les condicions fisicoquímiques generals s'obté a partir de l'índex FAN, que mesura el grau d'antropització d'una MA i és inversament proporcional a la qualitat de la mateixa. Aquesta metodologia es basa en el fet que les aigües costaneres s'adiuen a les condicions del continent adjacent i en la premissa que únicament les aportacions continentals antròpiques (bàsicament les urbanes, que aporten nitrits, amonis i fosfats al medi), són les que fan disminuir la seva qualitat, en allunyar les condicions fisicoquímiques generals del seu estat natural.

Els fulls de camp i de laboratori es presenten a l'apartat 5.

#### 2.2.1.1. Material de mostreig

- GPS i mapa o guia per ubicar les estacions de mostreig
- Full de camp i llapis
- Galleda (12 litres) o ampolla hidrogràfica tipus *Niskin* de 10 litres
- Cap de polièster de 1 cm. de diàmetre i 15 m de longitud
- Salinòmetre de camp (salinitat i temperatura) o sonda multiparamètrica CTD (Conductivity-Temperature-Depth)
- Aigua destil·lada (per netejar la sonda entre diferents mesures)
- Pots de plàstic per recollir mostres de 65 ml (nutrients)
- Pots de plàstic per recollir mostres de 150 ml (per a la mesura en el laboratori de la salinitat, en cas de cas de malfuncionament de la sonda de camp)
- Retolador permanent (per l'etiquetatge de les mostres)
- Paper de laboratori
- Congelador o nevera portàtil amb acumuladors de fred
- Embarcació (si l'estació de mostreig ho requereix)
- Material de seguretat per treballar en una embarcació (extintor, etc.)
- Equipament personal apropiat resistent a l'aigua

#### 2.2.1.2. Material de laboratori

##### **Autoanalitzador:**

- Mostrejador
- Bloc multi-4 amb 5 mètodes analítics:
  - Bomba peristàltica

- Circuits analítics
- Banys termostàtics
- Bloc Optoelectrònic amb 4 colorímetres
- Interfase

**Material fungible:**

- Tubs d'assaig de poliestirè
- Tubs de bomba
- Tubs de transmissió
- Espirals de vidre
- Connexions de vidre i tefló
- Parafilm
- Paper secant
- Reactius:

- Clorur sòdic

*Per a l'anàlisi de nitrats:*

- Sulfanilamida
- NED
- Clorur d'amoni
- Amoníac
- Columna reductora de Cd/Cu
- Sulfat de coure
- Cadmi

*Per a l'anàlisi de nitrits:*

- Sulfanilamida
- NED

*Per a l'anàlisi d'amonis:*

- Citrat sòdic
- Hidròxid sòdic
- EDTA
- Fenol (o Salicilat)
- Nitroprussiat sòdic
- Etanol
- Acetona
- Hipoclorit sòdic

*Per a l'anàlisi de fosfats:*

- Heptamolibdat d'amoni
- Tartrat d'antimoni i potassi
- Àcid sulfúric
- Àcid ascòrbic

*Per l'anàlisi de silicats:*

- Molibdat de sodi
- Àcid sulfúric
- Àcid ascòrbic
- Àcid oxàlic

**Material general:**

- Pipetes automàtiques
- Balança Analítica
- Granatari
- Agitador magnètic amb calefactor
- pH-metre
- Aigua Milli-Q
- Salinòmetre
- Matrassos de vidre i de plàstic aforats
- Provetes
- Pipetes vidre aforades
- Pipetes vidre graduades
- Vasos de precipitats de vidre i de plàstic
- Congelador
- Full de laboratori i llapis
- Retolador permanent
- Material de seguretat per treballar al laboratori (Bata, guants, etc.)

### 2.2.1.3. Procediment de treball

#### Part 0 - Consideracions prèvies

Consideracions	Observacions
<p><b>1. Paràmetres a mesurar</b></p> <p>Els paràmetres a mesurar són:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ la salinitat, a partir de la qual es calcula el contingut en aigua dolça.</li> <li>▪ la concentració de nutrients inorgànics dissolts: nitrats, nitrits, amonis, fosfats i silicats.</li> </ul>	<p>Paral·lelament es poden mesurar o avaluar altres paràmetres acompanyants, com per exemple: condicions meteorològiques i oceanogràfiques, temperatura i concentració d'oxigen de l'aigua, transparència (Disc de Secchi) i perfils CTD si s'està mostrejant al camp mitjà, etc.</p>
<p><b>2. Selecció de les estacions de mostreig</b></p> <p>Les estacions de mostreig estaran situades al camp pròxim i al camp mitjà, però sempre dins dels límits de la MA.</p> <p>Cada MA tindrà com a mínim dues estacions de mostreig (una al camp pròxim i una al camp mitjà) però depenent de la seva mida i de la seva heterogeneïtat es podrà mostrejar en més estacions. Les estacions de mostreig del camp pròxim han de ser representatives de la tipologia a la que correspon la MA.</p>	<p>Les estacions situades al camp pròxim es mostrejaran, superficialment, entre 0 i 50 metres de la línia de costa, allà on hi hagi 1 metre de profunditat.</p> <p>Les estacions situades al camp mitjà (a 1000 m de la línia de costa) es mostrejaran, superficialment, des d'una embarcació.</p> <p>A la pràctica es tradueix en equiparar el percentatge de quilòmetres de litoral rocós i de litoral sorrenc de la MA al percentatge d'estacions del camp pròxim mostrejades en litoral rocós i sorrenc.</p>
<p><b>3. Determinació de l'època de mostreig</b></p> <p>Les estacions es mostrejaran, per defecte, mensualment. En el cas que hi hagin estudis previs que demostrin una baixa variabilitat temporal i/o espacial es podrà reduir a trimestral la freqüència de mostreig.</p>	<p>Per a l'avaluació d'una MA cal disposar de, com a mínim, quatre anys de dades. A més a més, entre els diferents anys, el nombre de mostres per trimestre haurà d'estar equilibrat. A més anys de dades disponibles, més robustos estadísticament seran els resultats de les valoracions.</p>

Part 1 - Mostreig

Passos a seguir	Observacions
<p><b>1. Obtenció de les mostres al camp</b></p> <p>Agafar una mostra d'aigua (galleda o ampolla hidrogràfica).</p> <p>Mesurar la salinitat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ si l'estació de mostreig està situada a la línia de costa, agafar aigua amb una galleda i mesurar la salinitat amb la sonda.</li> <li>▪ si l'estació de mostreig està situada mar endins, la salinitat es mesura amb el CTD prenent un perfil vertical i considerant la salinitat subsuperficial, la corresponent a 1m de fondària.</li> </ul> <p>Omplir d'aquesta mostra d'aigua dos pots de 65 ml (dues rèpliques) per poder posteriorment analitzar els nutrients inorgànics dissolts al laboratori.</p> <p>Congelar les mostres.</p> <p>Mantenir les mostres congelades (-20°C o temperatura inferior) fins al moment de l'anàlisi.</p>	<p>És aconsellable que cada estació de mostreig es mostregi més o menys a la mateixa hora.</p> <p>En cas que no es disposi de sonda de camp, es guardarà una mostra de 150 ml d'aigua per mesurar la salinitat al laboratori. Aquesta mostra ha d'estar ben tapada i s'emmagatzemarà a la nevera (per evitar l'evaporació) fins al seu processament.</p> <p>Prèviament a la presa de mostres, esbandir els pots dues vegades amb la mateixa aigua de mar.</p> <p>La segona mostra es pren com a rèplica per tal de poder processar-la en cas de pèrdua de la primera o bé en el cas d'obtenir resultats anòmals.</p> <p>En cas de no disposar de congelador es mantindran les mostres refrigerades i a les fosques dins la nevera portàtil fins a arribar al laboratori, on es congelaran immediatament.</p> <p>És recomanable analitzar les mostres abans de sis mesos.</p>

Part 2 - Processament de mostres al laboratori

Passos a seguir	Observacions
<p>Emplenar full de laboratori 1/1 de l'apartat 5.1.5.</p> <p>Processar una de les dues rèpliques recollides i determinar la concentració dels diferents nutrients inorgànics dissolts per colorimetria d'acord amb Grasshoff <i>et al.</i> (1999).</p> <p>La metodologia aplicada es resumeix, breument, com segueix:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'anàlisi de nitrats (<math>NO_3^-</math>) es basa en la reducció d'aquests ions a nitrit mitjançant una columna reductora de cadmi/coure en presència d'ions amoni, que provenen d'una solució tamponada de clorur amònic; posteriorment es realitza la determinació de nitrit, tal i com es descriu a continuació.</li> <li>▪ L'anàlisi de nitrits (<math>NO_2^-</math>) es basa en dos passos: primer reacciona el nitrit amb una amina aromàtica formant una sal de diazoni i després la sal torna a reaccionar amb una segona amina aromàtica, creant un complex de color rosat.</li> <li>▪ L'anàlisi d'amonis (<math>NH_4^+</math>) es basa en dos passos: primer reacciona l'amoni amb una solució moderadament alcalina d'hipoclorit formant monocloramina, i després aquesta última, en presència de fenol, ions nitroprussiat i excés d'hipoclorit, forma un complex blau d'indofenol.</li> <li>▪ L'anàlisi de fosfats (<math>PO_4^{3-}</math>) es basa en la reacció d'ions ortofosfat amb un reactiu de molibdat, en medi àcid, per formar àcid heteropolifosfomolbídric, el qual es redueix a blau de molibdè.</li> <li>▪ L'anàlisi de silicats (<math>SiO_4^{4-}</math>) es basa en la formació d'un complex silicomolbídric que, per acció de l'àcid ascòrbic, es redueix a blau de molibdè. L'addició d'àcid oxàlic elimina la interferència del fosfat.</li> </ul>	<p>És imprescindible que els límits de detecció i quantificació, les precisions i els rangs de concentració dels estàndards siguin adequats per a l'anàlisi d'aigües marines (els emprats a l'apartat 4.2.1.1 dels annexos).</p> <p>Les concentracions de nutrients han d'estar expressades en <math>\mu\text{mol/l}</math>.</p> <p>Una alternativa a l'ús de fenol, que és tòxic, és utilitzar salicilat.</p> <p>Els silicats dissolts es presenten en varies formes però es simplifica l'escriptura anotant únicament <math>SiO_4^{4-}</math>.</p>

Part 3 - Tractament de les dades i determinació dels nivells de qualitat de les condicions fisicoquímiques generals

Passos a seguir	Observacions																				
<p><b>1. Tractament de les dades</b></p> <p>Comprovar la validesa dels valors extrems de totes les variables. És a dir, verificar que siguin valors reals (possibles al medi) i no productes d'errors de dilució al laboratori o de càlcul; en aquest últim cas, excloure aquests valors en els càlculs següents.</p> <p>Calcular el contingut en aigua dolça (CAD) de cada cas a partir dels valors de salinitat mitjançant l'equació:</p> $CAD = 1000 - \frac{1000 * Salinitat}{38,4}$ <p>Transformar les variables de cada cas (CAD i concentracions de nutrients (<math>\mu\text{mol/l}</math>)), mitjançant l'equació:</p> $V' = \log_{10}(V + 1)$ <p>On V és la variable i V' la variable transformada.</p> <p>Calcular l'índex FAN per a cada cas mitjançant les variables transformades i l'equació:</p> $FAN = -0,332 \times (NO_3^-)' + 2,363 \times (NO_2^-)' + 1,224 \times (NH_4^+)' + 2,352 \times (PO_4^{3-})' - 0,282 \times (SiO_4^+)' - 0,347 \times (CAD)' - 0,274$ <p>Calcular les mitjanes aritmètiques de l'índex FAN del camp pròxim i del camp mitjà de cada MA:</p> $\overline{FAN} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n FAN_i$	<p>S'assumeix que el valor màxim de salinitat al Mediterrani Nord-occidental és de 38,4.</p> <p>Per a més informació sobre l'índex FAN (vegeu Flo <i>et al.</i>, 2005a i b).</p>																				
<p><b>2. Determinació del nivell de qualitat segons les condicions fisicoquímiques generals</b></p> <p>Assignar els nivells de qualitat del camp pròxim i del camp mitjà de cada MA, a partir del valor de l'índex FAN obtingut, segons la taula següent:</p> <table border="1" data-bbox="196 1563 855 1881"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nivell de qualitat</th> <th colspan="2">FAN</th> </tr> <tr> <th>Camp pròxim</th> <th>Camp mitjà</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Molt bo</td> <td>FAN <math>\leq</math> -0,2</td> <td>FAN <math>\leq</math> -0,3</td> </tr> <tr> <td>Bo</td> <td>-0,2 &lt; FAN <math>\leq</math> 0,2</td> <td>-0,3 &lt; FAN <math>\leq</math> 0</td> </tr> <tr> <td>Mediocre</td> <td>0,2 &lt; FAN <math>\leq</math> 0,6</td> <td>0 &lt; FAN <math>\leq</math> 0,3</td> </tr> <tr> <td>Deficient</td> <td>0,6 &lt; FAN <math>\leq</math> 1</td> <td>0,3 &lt; FAN <math>\leq</math> 0,6</td> </tr> <tr> <td>Dolent</td> <td>FAN &gt; 1</td> <td>FAN &gt; 0,6</td> </tr> </tbody> </table>	Nivell de qualitat	FAN		Camp pròxim	Camp mitjà	Molt bo	FAN $\leq$ -0,2	FAN $\leq$ -0,3	Bo	-0,2 < FAN $\leq$ 0,2	-0,3 < FAN $\leq$ 0	Mediocre	0,2 < FAN $\leq$ 0,6	0 < FAN $\leq$ 0,3	Deficient	0,6 < FAN $\leq$ 1	0,3 < FAN $\leq$ 0,6	Dolent	FAN > 1	FAN > 0,6	<p>Treballs posteriors a aquest protocol, la incorporació de noves dades de la costa catalana o futurs estudis sobre l'Índex FAN podrien modificar aquest protocol.</p> <p>A nivell de les comunitats autònomes mediterrànies de l'estat espanyol, s'han fixat preliminarment uns llindars de qualitat per a alguns dels paràmetres fisicoquímics. Aquests llindars es mostren a l'apartat 4.2.1.2 dels annexos.</p>
Nivell de qualitat		FAN																			
	Camp pròxim	Camp mitjà																			
Molt bo	FAN $\leq$ -0,2	FAN $\leq$ -0,3																			
Bo	-0,2 < FAN $\leq$ 0,2	-0,3 < FAN $\leq$ 0																			
Mediocre	0,2 < FAN $\leq$ 0,6	0 < FAN $\leq$ 0,3																			
Deficient	0,6 < FAN $\leq$ 1	0,3 < FAN $\leq$ 0,6																			
Dolent	FAN > 1	FAN > 0,6																			

## **2.2.2. Protocol 6. CONTAMINANTS ESPECÍFICS ORGÀNICS**

Com a contaminants específics orgànics es controlaran els regulats a l'Annex II, del Reial decret 60/2011, relatiu a les normes de qualitat ambiental per a substàncies preferents, així com els contaminants orgànics de l'Annex VIII de la Directiva marc de l'aigua, 2000/60/CE, exclosos els regulats per la Directiva 2008/105/CE, dels quals es tingui constància que s'aboquin, o que s'hagin abocat al medi i que puguin causar contaminació a les masses d'aigua costaneres.

A continuació es presenten les metodologies per a la determinació dels paràmetres químics orgànics a l'aigua i al sediment, que poden intervenir en l'avaluació de l'estat ecològic de les aigües costaneres, d'acord amb el què s'estableix a la mateixa Directiva. Els paràmetres i els elements seleccionats, així com els protocols de mostreig i d'anàlisi, poden aplicar-se a qualsevol dels tipus de masses d'aigua costaneres definits a Catalunya.

### **2.2.2.1. Material de mostreig**

- GPS i mapa o guia per ubicar les estacions de mostreig
- Ampolla hidrogràfica tipus *Niskin* de 10 litres (mostreig d'aigua)
- Draga van Veen (20 x 30 cm)
- Contenidor de plàstic gran per buidar-hi la draga (mostreig de sediment)
- Material de suport de la draga (mostreig de sediment)
- Envasos de vidre Pyrex de color ambre amb tap de tefló de 2,5 litres i de 1 litre (mostreig d'aigua) i de 500 ml de boca ample (mostreig de sediment). Els envasos de 2,5 i 1 litres, han d'estar prèviament rentats amb acetona, aigua desionitzada i aigua Milipore i els de 1 litre, a més a més, tractats a 400°C, segons Standard Methods 20th (Clesceri *et al.* 1998)
- Material per etiquetar resistent a l'aigua (retolador permanent, cinta adhesiva...)
- Espàtula metàl·lica (mostreig de sediment)
- Equip de protecció individual (guants de goma o làtex)
- Nevera portàtil i acumuladors de fred
- Embarcació (si l'estació de mostreig ho requereix)
- Sonda per a mesurar la fondària
- Material de seguretat per treballar en una embarcació (extintor, etc.)
- Equipament personal apropiat resistent a l'aigua

### **2.2.2.2. Material de laboratori**

És necessari que el laboratori estigui equipat en condicions de seguretat segons la directiva de riscos laborals vigent (equipat amb campanes extractores, infraestructures per a la correcta gestió i eliminació de residus, etc.)

- Equip de protecció individual (guants de goma o làtex, bata de laboratori, ulleres protectores, etc.)
- Material divers i apropiat a les tècniques d'extracció, concentració i purificació emprades (les normes US-EPA recomanades especifiquen el tipus de material a utilitzar en cada cas):



- Reactius i dissolvents: acetona, diclometà, isooctà i hexà de grau analític, Florisil, Sílica neutre, sulfat de sodi anhidre, llana de vidre, etc.
- Material de vidre: pipetes pasteur, extractors Soxhlets (Figura 1A), tubs per evaporadors, vials àmbars, provetes, embuts de decantació, etc.
- Aparells de concentració i homogeneïtzació: concentradors de corrent de nitrogen o rotavapors, mantes elèctriques de laboratori, agitadors, banys d'ultrasons, equips d'extracció en fase sòlida (Figura 1C), centrífuga, etc.
- Patrons interns marcats isotòpicament amb els isòtops estables  $^{2}\text{D}$ ,  $^{13}\text{C}$  d'acord amb el mètode analític emprat, i en concentració apropiada (ús del mètode de la dilució isotòpica;  $^{13}\text{C}_{12}$ -PCBs,  $^{13}\text{C}_{12}$ -PBDEs,  $\text{d}_8$ -NP, etc.)
- Instruments Analítics:
  - Balança analítica
  - Espectròmetre de Masses acoblat a un Cromatògraf de Gasos d'Alta Resolució (HRGC/MS; Figura 1B)
  - Espectròmetre de Masses d'Alta Resolució acoblat a un Cromatògraf de Gasos d'Alta Resolució (HRGC/HRMS; Figura 1D)
  - Espectròmetre de Masses d'Alta Resolució acoblat a un cromatògraf de líquids (LC/MS-ESI)
  - Programes informàtics de quantificació adequats per a cada espectròmetre

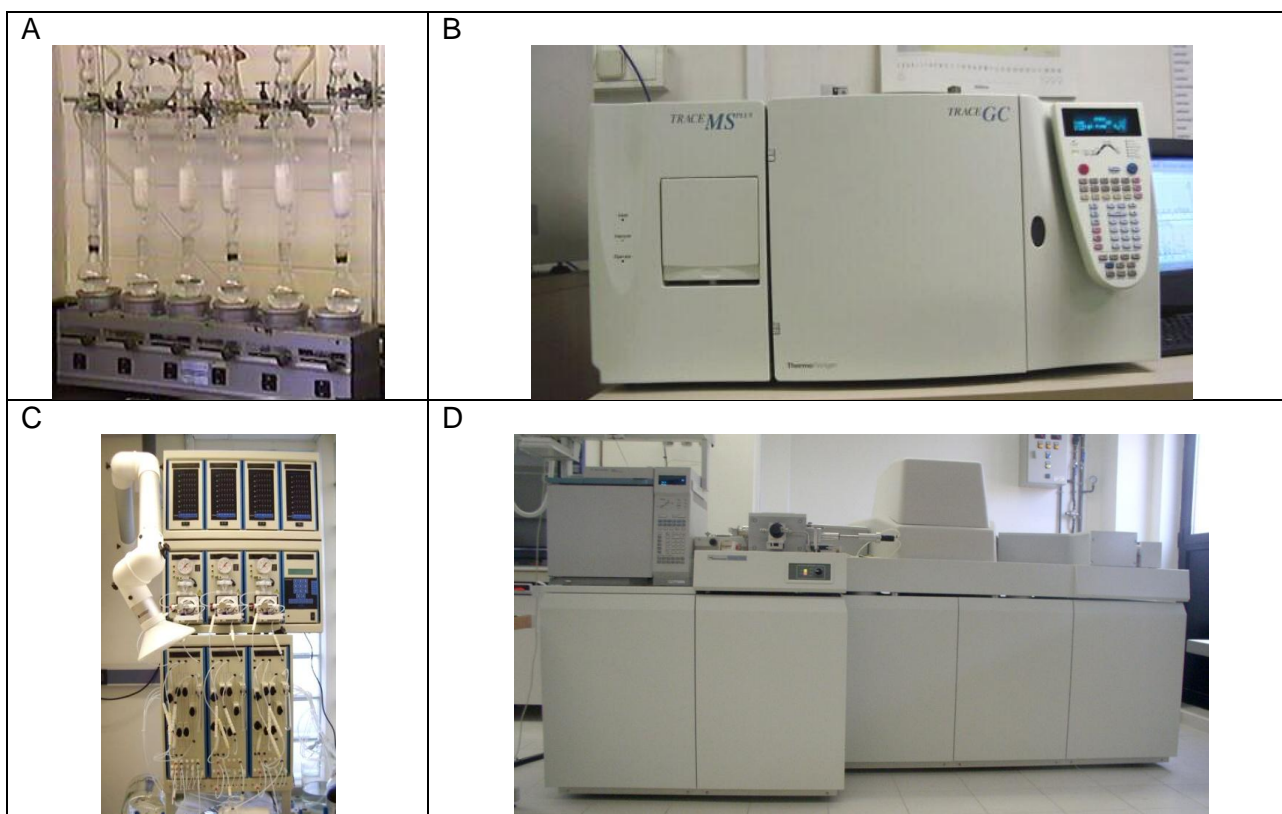


Figura 1. Exemples d'instrumentació analítica necessària per a l'anàlisi de contaminants orgànics. A: Extractors Soxhlets. B: TRACE MS PLUS (2002) HRGC/MS, quadrupol. C: Power Prep/SPE (FMS). D: AUTOSPEC ULTIMA NT (2004).

NOTA: Imatges de la instrumentació analítica cedides pel Laboratori d'Espectrometria de Masses / Contaminants Orgànics de l'Institut de Diagnosi Ambiental i Estudis de l'Aigua (IDAEA-CSIC).

### 2.2.2.3. Procediment de treball

#### Part 0 - Consideracions prèvies

Consideracions	Observacions
<p><b>1. Tipus de mostra</b></p> <p>Es mostregen les matrius d'aigua i sediment marins.</p>	
<p><b>2. Selecció de les estacions de mostreig</b></p> <p><i>Mostreig d'aigües</i></p> <p>Les estacions es situaran en MA on l'anàlisi de risc determina un risc mig o elevat d'incompliment (Agència, 2005). En aquestes MA s'hi disposaran estacions en línia de costa i a més a més s'hi establiran estacions a mar obert, en les que tinguin risc d'incompliment elevat.</p> <p>Les estacions situades a la línia de costa es mostrejaran superficialment, entre 0 i 50 m de la línia de costa, allà on hi hagi un metre de profunditat.</p> <p>Les de mar obert es mostrejaran només en superfície (aigües subsuperficials) si la fondària de l'estació està entre 0 i 15 m i en superfície, mitja fondària i fons si l'estació es troba a més 15-20 m. En aquest darrer cas, les aigües recollides a tres fondàries s'integren en una sola mostra.</p> <p><i>Mostreig de sediments</i></p> <p>Les estacions es situen en totes les MA que presentin risc mig o elevat (Agència, 2005) o en aquelles que rebin aportacions de rius importants. Les estacions es situaran sobre fons de sorres fines i/o fangs.</p> <p>En general, les estacions de mostreig de sediments es situen al llarg de gradients batimètrics i d'influència de les fonts puntuals que provenen del continent. És important que el sediment contingui un mínim percentatge de fangs, ja que aquests determinen la retenció de compostos contaminants.</p>	<p>Atès que les estacions situades a mar obert es mostrejaran des d'una embarcació, per tal d'evitar que la mostra d'aigua en superfície pugui contaminar-se amb restes d'olis i hidrocarburs del motor de l'embarcació, aquesta es pendrà a un nivell subsuperficial.</p> <p>Atès que les mesures en sediments aporten informació de la contaminació acumulada, s'aconsella realitzar algun mostreig també per aquest tipus de substàncies en aquelles MA amb risc baix o nul, en zones d'acumulació de fons. Així, s'obté informació sobre els valors de fons a la costa catalana, valors que són d'utilitat a l'hora d'interpretar la resta de resultats.</p> <p>Com que el contingut de fons al sediment s'incrementa en fondària, es recomana mostrejar el sediment entre els 20 i els 50 m.</p>
<p><b>3. Determinació de l'època de mostreig</b></p> <p>Per al control de l'aigua, es recomana que el mostreig sigui estacional.</p> <p>Pel que fa als sediments es poden prendre mostres en qualsevol moment de l'any ja que el sediment proporciona resultats integrats en el temps.</p>	<p>Es recomana mostrejar els sediments durant els mesos d'estiu, ja que les condicions meteorològiques faciliten el treball al mar.</p>

Consideracions	Observacions
<p><b>4. Selecció dels compostos a analitzar</b></p> <p>Tal i com s'especifica a la DMA, s'analitzaran aquells contaminants orgànics específics del quals es tingui constància del seu abocament o presència en el medi marí.</p> <p>D'acord amb aquest criteri en aquest protocol es controlaran el següents contaminants orgànics específics (veure llistat de compostos a l'apartat 4.2.1.3 dels Annexos):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Al Reial decret 60/2011 sobre les normes de qualitat ambiental en l'àmbit de la política d'aigües es contemplen les següents substàncies preferents volàtils (<b>VOCs</b>): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Toluè</li> <li>○ Xilè</li> <li>○ Etilbenzè</li> <li>○ 1,1,1-Tricloroetà</li> </ul> </li> <li>▪ A l'apartat 5 de l'Annex VIII de la DMA es consideren els <b>hidrocarburs aromàtics policíclics (PAHs)</b>: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Acenaftilè</li> <li>○ Acenaftè</li> <li>○ Fluorè</li> <li>○ Fenantrè</li> <li>○ Pirè</li> <li>○ Benzo[a]Antracè</li> <li>○ Crisè</li> <li>○ Dibenzo[a,h]Antracè</li> </ul> </li> <li>▪ A l'apartat 9 de l'Annex VIII de la DMA es contemplen els <b>plaguicides</b> (biocides i productes fitosanitaris). En aquest protocol es considera adequat analitzar la Terbutilizina</li> </ul> <p>Dins de l'apartat 1 i 5 de l'Annex VIII de la DMA s'inclouen, entre d'altres:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Els <b>Polibromodifenilèters (PBDEs)</b>: s'inclouran els de nº IUPAC BDE#183, BDE #197 i BDE # 209</li> <li>▪ Els <b>Policlorobifenils (PCBs)</b>: s'inclouran els de nº IUPAC 28, 52, 101, 118, 138, 153 i 180. Es considerarà la seva suma.</li> </ul>	<p>Inicialment, per determinar els compostos a analitzar, es pot rocedir a fer un "screening" de contaminants orgànics, basat en les metodologies habituals del laboratori (ús de GC/MS).</p> <p>A causa de les característiques fisicoquímiques d'aquests compostos, aquesta anàlisi només es realitzarà en aigües.</p> <p>L'apartat 5 contempla els hidrocarburs persistents i les substàncies orgàniques tòxiques persistents i bioacumulables. S'analitzaran en aigües i sediments.</p> <p>A causa de les característiques fisicoquímiques d'aquests compostos, aquesta anàlisi només es realitzarà en aigües.</p> <p>L'apartat 1 de l'Annex V de la DMA inclou els compostos organohalogenats (com per exemple els pesticides organoclorats - OCL) i substàncies que puguin donar lloc a compostos d'aquest tipus en el medi aquàtic. Es mesuraran en aigües i sediments.</p> <p>En el cas dels PCBs s'aconsella analitzar-los, dins de l'estat ecològic, es tingui o no constància del seu abocament. S'analitzaran en aigües i sediments.</p>

## Part 1 - Mostreig

Passos a seguir	Observacions
<p><b>1. Recol·lecció de les mostres d'aigua</b></p> <p>Arribar a l'estació de mostreig seleccionada prèviament. Abans d'agafar la mostra d'aigua, esbandir les ampolles tres cops amb aigua de mar.</p> <p>Omplir les ampolles de vidre ambre amb l'aigua a analitzar, fins a vessar. La de 2,5 litres servirà per a l'anàlisi dels compostos orgànics semi-volàtils i la d'1 litre, per als volàtils.</p> <p>Etiquetar els envasos inequívocament, apuntant la referència de l'estació, les coordenades de posició i la data i hora del mostreig.</p> <p>Guardar les mostres en fred i fer-les arribar al laboratori abans de 24 h sense trencar la cadena de fred.</p> <p>Un cop al laboratori, les mostres es poden guardar aïllades de la llum del sol i congelades (-5°C) fins al moment de l'anàlisi.</p>	<p>Si les mostres es prenen des de l'embarcació, cal tenir cura de NO agafar l'aigua sotmesa a la influència del tub d'escapament. Cal assegurar-se que l'embarcació no tingui cap fuita d'oli o similar.</p> <p>Si la mostra d'aigua es pren des de l'embarcació, utilitzar una ampolla tipus <i>Niskin</i>.</p> <p>Com que les ampolles són de vidre ambre, és millor retolar sobre una cinta adhesiva de color clar, abans de la presa de mostres i amb l'ampolla encara seca.</p> <p>És necessari congelar les mostres si es preveu que no es podran transportar al laboratori en un termini màxim de 24 h. En el moment de congelar l'ampolla s'aconsella buidar-la una mica per tal de que no es trenqui.</p> <p>En cas de no congelar-les s'ha d'afegir un 0.8% del volum total de CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (grau analític) com a conservant i s'han de mantenir refrigerades (4°C) fins a un màxim de 10-15 dies.</p>
<p><b>2. Recol·lecció de les mostres de sediment</b></p> <p>Agafar les mostres amb la draga van Veen, o similar conservant al màxim l'estructura vertical del sediment, per poder recol·lectar només la capa superficial.</p> <p>Obrir la draga amb cura, recollir els dos primers centímetres de sediment, amb l'ajuda de l'espàtula, i omplir l'ampolla de vidre Pyrex de 500 ml.</p>	<p>En el cas que no es disposi de dragues, es poden fer servir <i>corers</i> (<i>multi-corers</i>, <i>box-corer</i>, etc.)</p> <p>Es recomana utilitzar una draga amb finestres superiors per poder agafar les mostres de la capa superficial del sediment.</p> <p>Es pot veure un diagrama esquemàtic del mostreig amb draga van Veen en el protocol de macroinvertebrats (apartat 2.1.4).</p> <p>Es recomana també utilitzar un pescant per realitzar el mostreig amb la draga, donat que la major part de mostres es prenen a fondàries considerables.</p> <p>En acabar, cal rentar bé l'espàtula amb aigua de mar.</p> <p>És important que la mostra que agafem NO estigui en cap moment en contacte amb material plàstic.</p>

Passos a seguir	Observacions
<p>Etiquetar l'envàs inequívocament, apuntant la referència de l'estació, les coordenades de la posició i la data i hora del mostreig.</p> <p>Mantenir les mostres en fresc (4°C) fins arribar al laboratori.</p> <p>Un cop al laboratori els sediments s'han d'assecar, triturar, homogeneïtzar i finalment tamisar per eliminar la fracció més gruixuda (&gt;2mm). El sediment un cop tractat d'aquesta manera es conserva en vials ambre (60 ml) en armaris secs fins el moment de l'anàlisi.</p>	<p>Fins que no s'iniciï el procés d'assecatge les mostres es poden mantenir refrigerades (4°C), durant dies.</p>

## Part 2 – Processament de mostres al laboratori

Passos a seguir	Observacions
<p><b>Comentaris generals</b></p> <p>Atés la complexitat i nombre de compostos orgànics a controlar es poden integrar diferents estacions de mostreig per constituir una única mostra a analitzar.</p>	<p>Les mostres s'integraran convenientment seguint el pla de vigilància i control establert prèviament.</p>
<p><b>Anàlisi genèrica dels contaminants orgànics contemplats a l'Annex VIII de la DMA</b></p> <p>S'aplica el mètode <b>US-EPA-625</b> a les mostres d'aigua i el mètode <b>US-EPA 8270 C</b> a les mostres de sediments, amb l'objectiu de fer un escombrat general dels compostos orgànics presents a la mostra.</p>	<p>Aquesta analítica genèrica es realitzarà de forma rutinària a totes les mostres. Si mitjançant aquesta tècnica es detecta alguna substància contemplada a l'Annex VIII, es procedirà a la seva anàlisi específica mitjançant les tècniques que es detallen als apartats 2 al 7 d'aquest protocol.</p>
<p><b>1. Anàlisi de Policlorobifenils (PCBs)</b></p> <p>Analitzar d'acord amb el mètode <b>US-EPA 1668</b> (ús d'Espectrometria de Masses d'Alta Resolució i mètode de la Dilució Isotòpica), que inclou els procediments per matrius d'aigua i de sediment.</p>	<p>Les unitats finals s'expressaran com ng/g de sediment sec o ng/L d'aigua extreta en el cas dels PCBs indicadors del BCR: 28, 52, 101, 118, 138, 153 i 180.</p>
<p><b>2. Anàlisi de Plaguicides</b></p> <p>Analitzar d'acord amb el mètode descrit a Planas et al. (2006) (ús d'Espectrometria de Masses de Baixa Resolució i mètode de la Dilució Isotòpica), que inclou els procediments per aigües.</p>	<p>Les unitats finals s'expressaran com µg/l d'aigua extreta.</p>

Passos a seguir	Observacions
<p><b>3. Anàlisi d'Hidrocarburs aromàtics policíclics (PAHs)</b></p> <p>Analitzar d'acord amb el mètode <b>US-EPA 8270 C</b> (ús d'Espectrometria de Masses i mètode de la Dilució Isotòpica), que inclou els procediments per matrius d'aigua i de sediment.</p>	<p>Les unitats finals s'expressaran com ng/g de sediment sec o ng/L d'aigua extreta.</p>
<p><b>4. Anàlisi de Polibromodifenilèters (PBDEs)</b></p> <p>Analitzar d'acord amb el mètode <b>US-EPA 1614</b> (ús d'Espectrometria de Masses d'Alta Resolució i mètode de la Dilució Isotòpica) que inclou els procediments per matrius d'aigua i de sediment.</p>	<p>Les unitats finals s'expressaran com ng/g de sediment sec o ng/L d'aigua extreta.</p>
<p><b>5. Anàlisi de VOCs</b></p> <p>Analitzar utilitzant la tècnica de Head Space i Closed Loop Stripping Analysis (C.L.S.A) segons el mètode descrit a Standard Methods 20th edition (Clesceri <i>et al.</i>, 1998).</p>	<p>Les unitats finals s'expressaran com µg/l d'aigua extreta.</p>
<p>Els límits de quantificació dels compostos analitzats per l'ACA segons les metodologies anteriors, es presenten a l'apartat 4.2.1.3 dels annexos.</p>	<p>La Directiva 2009/90/CE estableix que la mesura dels contaminants s'ha de dur a terme utilitzant un límit de quantificació inferior o igual al 30% de la NCA, en cas que estigui establerta, i amb les millors tècniques disponibles sempre i quan no suposin costos excessius.</p>

Part 3 – Determinació dels nivells de qualitat dels contaminants orgànics específics.

Passos a seguir	Observacions						
<p><b>1. Assignació del nivell de qualitat en aigües</b></p> <p>Per a les aigües i per als compostos (Terbutilazina, Toluè, Xilè, Etilbenzè i 1,1,1-Tricloroetà) inclosos al Reial Decret 60/2011 sobre les normes de qualitat ambiental en l'àmbit de la política d'aigües, s'apliquen els objectius de qualitat ambiental definits en aquesta normativa (apartat 4.2.1.4 dels annexos).</p> <table border="1" data-bbox="256 687 727 844"> <thead> <tr> <th>Nivell de qualitat</th> <th>Objectius qualitat (mitjana anual)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bo</td> <td>&lt;Objectiu</td> </tr> <tr> <td>Dolent</td> <td>≥Objectiu</td> </tr> </tbody> </table> <p>Per a la resta de contaminants orgànics específics no legislats a nivell estatal se segueix el <b>principi de no deteriorament</b>.</p>	Nivell de qualitat	Objectius qualitat (mitjana anual)	Bo	<Objectiu	Dolent	≥Objectiu	<p>Segons aquest Reial decret, els valors de la taula fan referència a la mitjana aritmètica dels valors obtinguts a les mostres recollides durant un any.</p>
Nivell de qualitat	Objectius qualitat (mitjana anual)						
Bo	<Objectiu						
Dolent	≥Objectiu						
<p><b>2. Assignació del nivell de qualitat en sediments</b></p> <p>No existeixen Normes i Objectius de Qualitat ambiental pels sediments i, per tant, mentre es recullen dades suficients per establir-les, es considerarà com a criteri de qualitat el <b>principi de no deteriorament del medi</b>.</p>							

### **2.2.3. Protocol 7. CONTAMINANTS ESPECÍFICS METALLS**

#### **2.2.3.1. Material de mostreig**

- Embarcació (si l'estació de mostreig ho requereix)
- Sonda per a mesurar la fondària
- GPS i mapa o guia per ubicar les estacions de mostreig
- Equipament personal apropiat resistent a l'aigua
- Material de seguretat per treballar en una embarcació (extintor, etc.)
- Ampolla hidrogràfica tipus *Niskin* de 10 litres (mostreig d'aigües)
- Envasos de plàstic de boca ample de 200 ml prèviament rentats amb àcid nítric 0,5% (mostreig d'aigües)
- Draga van Veen (mida aproximada 20 x 30 cm) i material de suport de la draga (mostreig de sediments)
- Contenidor de plàstic gran per buidar-hi la draga (mostreig de sediment)
- Pots de plàstic (30 ml) amb tap de rosca que tapin hermèticament, o bé bosses de plàstic amb tanca *zip* (per posar 40-50 g de sediment), per a la recol·lecció de sediment
- Espàtula de plàstic o d'un material no metàl·lic (mostreig de sediment)
- Equip de protecció individual (guants de goma o làtex)
- Retolador permanent (o qualsevol altre mètode per etiquetar les mostres)
- Nevera portàtil i acumuladors de fred

#### **2.2.3.2. Material de laboratori**

- Equip de protecció individual (bata, guants, ulleres)
- Campana extractora amb filtres per a àcids
- Congelador
- Liofilitzador
- Estufa (90 °C)
- Microones
- Retolador permanent
- Espàtula de plàstic
- Bombes de tefló de 30 ml amb taps de rosca
- Pipetes automàtiques (1-10 ml, 10-100µl, 100-1000µl)
- Àcid Nítric 35% (*Suprapur Merck®*)
- Peròxid d'hidrogen 30% (*Suprapur Merck®*)
- Dosificadors automàtics
- Aigua destil·lada Milli-Q
- Tubs de polietilè de 50 ml
- Tubs Nessler (50 ml)
- Vials de vidre de 20 ml



- Clorur d'estany baix en mercuri
- Matrassos aforats classe A
- Puntetes amb barrera d'un sol ús
- Balances de precisió 0,1 g i 0,0001 g
- Material de referència Crom hexavalent (Crom VI) *Inorgànic Ventures* 1000 mg/l
- Solució patró de ió cromat ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) de 1000 mg/l
- Patró intern *Internal Standard Stock Solution* 100 mg/l
- Patró multielemental *Certipur*
- Material de referència cal 48 de *Inorganic Ventures*
- Sistema d'introducció de mostres d'alt contingut salí (HMI)
- Campana extractora de gasos
- Espectroscopi de plasma acoblat inductivament amb detecció de masses i cel·la de reacció/col·lisió (ICP-MS-HMI) amb mostrejador automàtic, per a la mesura dels metalls en aigües, excepte el Crom VI
- Espectrofotòmetre de doble feix, per a la mesura del Crom VI
- Espectròmetre de masses de plasma acoblat inductivament (ICP-MS) per a l'anàlisi dels metalls en sediments, excepte ferro i alumini
- Espectroscopi d'emissió òptica de plasma acoblat inductivament (ICP-OES) per a la mesura del ferro i l'alumini en sediments

### 2.2.3.3. Procediment de treball

#### Part 0 - Consideracions prèvies

Consideracions	Observacions
<p><b>1. Tipus de mostra</b></p> <p>Es prenen mostres d'aigües i sediments marins.</p>	
<p><b>2. Selecció de les estacions de mostreig</b></p> <p><i>Mostreig d'aigües</i></p> <p>Les estacions es situaran en MA on l'anàlisi de risc determina un risc mig o elevat d'incompliment (Agència, 2005). En aquestes MA s'hi disposaran estacions en línia de costa i a més a més s'hi establiran estacions a mar obert, en les que tinguin risc d'incompliment elevat.</p> <p>Les estacions situades a la línia de costa es mostrejaran superficialment, entre 0 i 50 m de la línia de costa, allà on hi hagi un metre de profunditat. Les de mar obert es mostrejaran només en superfície (aigües subsuperficials) si la fondària de l'estació està entre 0 i 15 m i en superfície, mitja fondària i fons si l'estació es troba a més 15-20 m. En aquest darrer cas, les aigües recollides a tres fondàries s'integren en una sola mostra.</p> <p><i>Mostreig de sediments</i></p> <p>Les estacions es situen en totes les MA que presentin risc mig o elevat (Agència, 2005) o en aquelles que rebin aportacions de rius importants. Les estacions es situaran sobre fons de sorres fines i/o fangs.</p> <p>En general, les estacions de mostreig de sediments es situen al llarg de gradients batimètrics i d'influència de les fonts puntuals que provenen del continent. És important que el sediment contingui un mínim percentatge de fangs, ja que aquests determinen la retenció de compostos contaminants.</p>	<p>Atès que les estacions situades a mar obert es mostrejaran des d'una embarcació, per tal d'evitar que la mostra d'aigua en superfície pugui contaminar-se amb restes d'olis i hidrocarburs del motor de l'embarcació, aquesta es pendrà a un nivell subsuperficial.</p> <p>Atès que les mesures en sediments aporten informació de la contaminació acumulada, s'aconsella realitzar algun mostreig també per aquest tipus de substàncies en aquelles MA amb risc baix o nul, en zones d'acumulació de fangs. Així, s'obté informació sobre els valors de fons a la costa catalana, valors que són d'utilitat a l'hora d'interpretar la resta de resultats.</p> <p>Atès que el contingut de fangs al sediment s'incrementa en fondària, es recomana mostrejar el sediment entre els 20 i els 50 m.</p>

Consideracions	Observacions
<p><b>3. Determinació de l'època de mostreig</b></p> <p>En el cas de l'aigua, es recomana que el mostreig sigui estacional.</p> <p>Pel que fa als sediments es poden prendre mostres en qualsevol moment de l'any ja que el sediment proporciona resultats integrats en el temps.</p>	<p>Es recomana mostrejar els sediments durant els mesos d'estiu, ja que les condicions meteorològiques faciliten el treball al mar</p>
<p><b>4. Selecció dels metalls a mesurar</b></p> <p>En aquest protocol s'analitzaran els següents metalls considerats com a contaminants (veure llistat a l'apartat 4.2.1.5 dels annexos):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ en aigües: arsènic (As), coure (Cu), crom hexavalent (Crom VI), seleni, i zinc (Zn)</li> <li>○ en sediments: arsènic (As), coure (Cu), crom (Cr), seleni (Se), zinc (Zn)</li> </ul>	<p>Tal i com s'especifica a la DMA, s'analitzaran sempre i quan es tingui constància del seu abocament o presència.</p> <p>En aigües es mesuren els metalls totals. Atès que en el Reial decret 60/2011 s'estableix els NCAs per a aquests metalls dissolts, en el cas en què els valors de cada metall superin el seu NCA s'analitzarà també la part dissolta del metall.</p> <p>Complementàriament es recomana analitzar el Ferro (Fe) i l'Alumini (Al) com a indicadors de les característiques litogèniques naturals del sediment. Els valors d'aquests elements permet estimar les concentracions naturals en sediments dels metalls pesants regulats.</p> <p>Així mateix es recomana obtenir mesures complementàries pel que fa a la granulometria i continguts en matèria orgànica (Carboni orgànic total) dels sediments, per la important relació d'aquests factors amb la capacitat d'acumulació de metalls i per tant serveixen d'ajuda per interpretar els resultats. La metodologia per determinar aquest paràmetres es troba als apartats 4.2.1.6 i 4.2.1.7 dels annexos.</p>

## Part 1 - Mostreig

Passos a seguir	Observacions
<p><b>1. Recol·lecció de les mostres d'aigua</b></p> <p>Arribar a l'estació de mostreig seleccionada prèviament.</p> <p>Abans d'agafar la mostra d'aigua, esbandir l'envàs de plàstic (200 ml) tres cops amb aigua de mar.</p> <p>Omplir l'envàs deixant una part del volum buit per a què es pugui congelar.</p> <p>Etiquetar l'envàs inequívocament, apuntant la referència de l'estació, les coordenades de posició i la data i hora del mostreig.</p> <p>Guardar les mostres en fred fins a arribar al laboratori.</p>	<p>Si les mostres es prenen des de l'embarcació, cal tenir cura de NO agafar l'aigua sotmesa a la influència del tub d'escapament. Cal assegurar-se que l'embarcació no tingui cap fuga d'oli o similar.</p> <p>Anar amb molta cura per no contaminar la mostra durant el mostreig i sempre que sigui possible prendre-la directament amb l'ampolla.</p> <p>Si l'aigua es pren des d'una embarcació, es recomana utilitzar un sistema de bombeig connectat mitjançant un tub de tefló al recipient o utilitzar una ampolla tipus <i>Niskin</i>, si és possible amb el mecanisme de tancament extern per no contaminar la mostra.</p> <p>Es recomana tenir els envasos etiquetats prèviament al mostreig, per tal de marcar-los en sec.</p> <p>És necessari congelar les mostres si es preveu que no es podran transportar al laboratori el mateix dia del mostreig o si no es pot analitzar la mostra ràpidament.</p>

Passos a seguir	Observacions
<p><b>2. Recol·lecció de les mostres de sediment</b></p> <p>Agafar les mostres amb la draga van Veen, o similar conservant al màxim l'estructura vertical del sediment, per poder recol·lectar només la capa superficial.</p> <p>Obrir la draga amb cura, i agafar amb un pot net (o amb l'espàtula en una bossa de plàstic amb tanca zip) un volum de sediment d'uns 20 cm<sup>3</sup> preferiblement del primer centímetre.</p> <p>Tapar el pot amb l'obturador i el tap de rosca o tancar la bossa de plàstic amb la mostra de sediment</p> <p>Identificar les mostres amb una etiqueta adequadament retolada, posada entre l'obturador i el tap i/o retolant l'exterior del pot o la bossa.</p> <p>Guardar les mostres a la nevera portàtil fins arribar al laboratori.</p> <p>Un cop al laboratori, guardar les mostres al congelador a una temperatura de -20°C o inferior fins al seu processament.</p>	<p>En el cas que no es disposi de dragues, es poden fer servir <i>corers</i> (<i>multi-corers</i>, <i>box-corer</i>, etc.)</p> <p>Es recomana utilitzar una draga amb finestres superiors per poder agafar les mostres de la capa superficial del sediment.</p> <p>Es pot veure un diagrama esquemàtic del mostreig amb draga van Veen en el protocol de macroinvertebrats (apartat 2.1.4).</p> <p>Es recomana també utilitzar un pescant per realitzar el mostreig amb la draga, donat que la major part de mostres es prenen a fondàries considerables.</p> <p>Cal anar en compte d'agafar sediment que no hagi estat en contacte amb el metall de la draga.</p>

Part 2 - Processament de mostres al laboratori

Passos a seguir	Observacions
<p><b>1. Digestió i quantificació del contingut de metalls en aigües</b></p> <p>Descongelar les mostres fins a temperatura ambient.</p> <p>Separar la mostra de l'envàs de plàstic en 2 submostres: per una banda es determinarà el Crom VI, i per l'altra la resta dels metalls.</p> <p>Analitzar el contingut de metall utilitzant els mètodes que s'indiquen a continuació:</p> <p>Per a la determinació de l'arsènic, coure, seleni i zinc, realitzar una digestió àcida de les mostres mitjançant l'addició d'àcid nítric: prendre 20 ml de mostra i afegir 100 µl d'àcid nítric concentrat i 100 µl de la solució de patrons interns en un tub de polietilè de 50 ml.</p> <p>Analitzar les mostres digerides amb Plasma d'acoblament inductiu amb detecció per espectrometria de masses i cel·la de reacció/col·lisió (ICP-MS-HMI).</p> <p>Per a la determinació de Crom VI, prendre 50 ml de mostra i incloure 2,5 ml de difenilcarbazida en un tub Nessler.</p> <p>Al cap de 10 minuts, mesurar el color de la mostra a 540 nm, per espectrofotometria molecular utilitzant un espectrofotòmetre de doble feix.</p>	<p>Amb la cel·la de reacció col·lisió s'eliminen gran quantitat d'interferències, a diferència dels ICP-MS convencionals, mitjançant la utilització de gasos com Heli i Hidrogen. El sistema de introducció de mostres HMI permet l'anàlisi de matrius d'alt contingut salí.</p> <p>Aquesta tècnica permet la quantificació dels metalls en concentracions de l'ordre de pocs µg/l.</p> <p>Cal ajustar l'aparell per a la mesura de cada metall.</p> <p>Treballar dins d'una campana de gasos per evitar contaminacions amb els vapors.</p> <p>L'espectrofotòmetre de doble feix és capaç de mesurar amb gran estabilitat (pot utilitzar diferents mides de camí òptic), i permet un augment de la sensibilitat de l'equip, i per tant, un bon límit de quantificació.</p>
<p>Els límits de quantificació dels compostos analitzats per l'ACA segons les metodologies anteriors, es presenten a l'apartat 4.2.1.5 dels annexos.</p>	<p>La Directiva 2009/90/CE estableix que la mesura dels contaminants s'ha de dur a terme utilitzant un límit de quantificació inferior o igual al 30% de la NCA, en cas que estigui establerta, i amb les millors tècniques disponibles sempre i quan no suposin costos excessius.</p>

Passos a seguir	Observacions
<p><b>2. Digestió i quantificació del contingut de metalls en sediments</b></p> <p>Posar les mostres congelades a liofilitzar per eliminar totalment el contingut d'aigua present a la mostra.</p> <p>Treure les mostres del liofilitzador una vegada s'hagi comprovat que estan perfectament seques; normalment cal esperar un temps entre 48 i 72 h.</p> <p>Passar el sediment per un tamís de 2mm per eliminar la part més gruixuda.</p> <p>Homogeneïtzar el sediment en un morter.</p> <p>Rentar les bombes de tefló i els taps en un bany d'àcid nítric al 10%, i esbandir-los amb aigua destil·lada Milli-Q.</p> <p>Per cada mostra, posar la bomba buida a la balança i tarar-la.</p> <p>Introduir a la bomba aproximadament 0,1 g de sediment, prèviament homogeneïtzat, anotant el pes exacte.</p> <p>Sota la campana extractora, posar a la bomba de tefló 2 ml d'àcid nítric al 35% i afegir 1 ml de peròxid d'hidrogen al 30%, utilitzant una pipeta automàtica.</p> <p>Per a cada tanda de mostres posades a digerir, fer uns quants "blancs" (unes quantes bombes de tefló amb els reactius i sense el sediment) per tal d'assegurar-se que no s'hagi contaminat la mostra durant el procés de preparació de la digestió.</p> <p>Posar les bombes, tancades amb molta cura dins del microones a 175 °C per uns 20 min. Deixar refredar 20 minuts.</p>	<p>També es poden assecar en una estufa, sempre i quan no se superin els 40°C.</p> <p>La quantitat a afegir d'àcid nítric i de peròxid d'hidrogen pot haver de canviar segons el tipus i volum de les bombes de tefló.</p> <p>Es recomana utilitzar reactius del tipus Suprapur.</p> <p>Es recomana comprovar l'eficàcia del mètode d'extracció dels metalls emprant un material certificat, és a dir, un sediment amb una concentració de metalls coneguda i certificada. Aquest tipus de material es pot demanar a la "Community Bureau of Reference" de la Comissió de la Comunitat Europea.</p>

Passos a seguir	Observacions
<p>Si no es disposa de microones, posar les bombes, tancades amb molta cura, a l'estufa a 90°C durant un temps entre 16 i 24 h.</p> <p>Per a cada mostra, obrir amb compte la bomba i afegir 27 ml d'aigua destil·lada Milli-Q a la solució digerida.</p> <p>Transvasar la solució diluïda a un tub de polietilè.</p> <p>Calibrar l'espectroscopi d'emissió òptica de plasma acoblat inductivament (ICP-OES) per a cada mesura del ferro i de l'alumini, i l'espectròmetre de masses de plasma acoblat inductivament (ICP-MS) per a cadascun de la resta dels metalls a analitzar.</p> <p>Analitzar les mostres amb els ICP-OES i ICP-MS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realitzar una primera anàlisi per tal de determinar l'ordre de magnitud i el rang aproximat de la concentració dels metalls que s'han seleccionat.</li> <li>▪ En cas que sigui necessari, diluir la mostra en funció dels resultats fins a obtenir unes concentracions adients per ser mesurades amb l'espectrofotòmetre.</li> <li>▪ Anotar els resultats.</li> </ul> <p>Expressar els resultats obtinguts amb l'espectrofotòmetre respecte al pes de sediment digerit.</p> <p>Els límits de quantificació d'aquests mètodes per a l'anàlisi dels metalls en sediments es presenten a l'apartat 4.2.1.5 dels annexos.</p>	<p>Es recomana posar les bombes dins d'un recipient amb tapa, resistent als àcids i a l'escalfor, per tal d'evitar la dispersió de vapors àcids si no s'han tapat bé les bombes. Per aquest mateix motiu, es recomana l'ús de bombes de tefló amb tap de rosca, així com la utilització de claus específiques que permeten tancar les bombes amb més força.</p> <p>Per motius de seguretat, també es recomana treballar amb l'estufa situada dins d'una campana extractora de gasos.</p> <p>Aquesta primera anàlisi serà necessària sempre que es desconegui la possible concentració de metalls que es pot trobar a la mostra analitzada.</p> <p>Els valors finals de concentració de metalls traça s'expressen en micrograms de metall per gram de sediment sec (<math>\mu\text{g/g}</math>). Els metalls majoritaris (alumini i ferro) s'expressen en % en pes.</p>



Part 3 - Determinació dels nivells de qualitat dels metalls.

Passos a seguir	Observacions						
<p><b>1. Assignació del nivell de qualitat en aigües</b></p> <p>Per a les aigües i pels metalls inclosos al Reial decret 60/2011 sobre les normes de qualitat ambiental en l'àmbit de la política d'aigües (arsènic, coure, crom VI, seleni i zinc), s'apliquen els objectius de qualitat ambiental que hi són definits. Els objectius de qualitat es troben a l'apartat 4.2.1.4. dels annexos.</p> <table border="1" data-bbox="252 633 727 846"> <thead> <tr> <th data-bbox="252 633 427 730">Nivell de qualitat</th> <th data-bbox="427 633 727 730">Objectius qualitat (mitjana anual)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="252 730 427 790">Bo</td> <td data-bbox="427 730 727 790">&lt;Objectiu</td> </tr> <tr> <td data-bbox="252 790 427 846">Dolent</td> <td data-bbox="427 790 727 846">≥Objectiu</td> </tr> </tbody> </table>	Nivell de qualitat	Objectius qualitat (mitjana anual)	Bo	<Objectiu	Dolent	≥Objectiu	<p>Segons aquest Reial decret, els valors de la taula fan referència a la mitjana aritmètica dels valors obtinguts a les mostres recollides durant un any.</p>
Nivell de qualitat	Objectius qualitat (mitjana anual)						
Bo	<Objectiu						
Dolent	≥Objectiu						
<p><b>2. Assignació del nivell de qualitat en sediments</b></p> <p>No existeixen Normes i Objectius de Qualitat ambiental per als sediments i, per tant, mentre es recullen dades suficients per establir-les, es considerarà com a criteri de qualitat el <b>principi de no deteriorament del medi</b>.</p>							





## **TERCERA PART**

# **Protocolos d'avaluació de l'estat químic**



## 3.1. Estat químic

A continuació es presenten les metodologies per a l'avaluació de l'estat químic de les aigües costaneres d'acord amb el què s'estableix a la Directiva marc de l'aigua, 2000/60/EC. Els paràmetres i els elements seleccionats, mesurats a l'aigua i al sediment, així com els protocols de mostreig i d'anàlisi, poden aplicar-se a qualsevol dels tipus de masses d'aigua (MA) costaneres definits a Catalunya.

L'estat químic es valora en funció de la concentració de contaminants que estan presents en una MA i de la seva evolució en el temps. Les substàncies contaminants que es consideren per a l'avaluació de l'estat químic són les definides a l'Annex X de la Directiva marc de l'aigua i a la decisió 2455/2001/CE, *European Commission* (2001), i que estan regulades a l'Annex I (normes de qualitat ambiental per a substàncies prioritàries i altres contaminants en aigües) de la Directiva 2008/105/CE (transposada mitjançant el Reial decret 60/2011 a la legislació espanyola). Aquesta Directiva determina nivells de qualitat ambiental (NCAs) per a aigües i modifica i deroga les Directives 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE i 86/280/CEE i 2000/60/CE (2006/0129 (COD)). Pel que fa a les substàncies prioritàries i altres contaminants en sediments, i mentre no es fixin uns nivells de qualitat, l'Agència es regirà pel principi de no deteriorament.

Es mesuraran els contaminants en aquelles MA en risc i, en funció de les pressions a què estan sotmeses, s'analitzaran quins compostos són susceptibles de ser controlats en cada cas.

### 3.1.1. Protocol 8. CONTAMINANTS ORGÀNICS

A continuació es presenten les metodologies analítiques i de mostreig dels contaminants orgànics regulats a l'Annex I de la Directiva 2008/105/CE que cal controlar per a l'avaluació de l'estat químic. Tot i que, en gran part, aquestes metodologies són coincidents amb les descrites a l'apartat 2.2.2 del protocol dels contaminants orgànics específics es tornen a especificar en el present protocol per no perdre la integritat del mateix.

#### 3.1.1.1. Material de mostreig

- Equipament personal apropiat resistent a l'aigua
- Embarcació (si l'estació de mostreig ho requereix)
- Sonda per a mesurar la fondària
- Material de seguretat per treballar en una embarcació (extintor, etc.)
- GPS i mapa o guia per ubicar les estacions de mostreig
- Sonda per a mesurar la fondària
- Ampolla hidrogràfica tipus *Niskin* de 10 L (mostreig d'aigua)
- Draga van Veen (20 x 30 cm)
- Contenidor de plàstic gran per buidar-hi la draga (mostreig de sediment)
- Material de suport de la draga (mostreig de sediment)
- Equip de protecció individual (guants de goma o làtex)

- Envasos de vidre Pyrex de color ambre amb tap de tefló de 2.5 litres i de 1 litre (mostreig d'aigua) o de 500 ml de boca ample (mostreig de sediment). Els envasos de 2,5 i 1 litres han d'estar prèviament rentats amb acetona, aigua desionitzada i aigua Milipore i els de 1 litre, a més a més, tractats a 400°C segons *Standard Methods 20th Edition* (Clesceri *et al.*, 1998)
- Espàtula metàl·lica (mostreig de sediment)
- Material per etiquetar resistent a l'aigua (retolador permanent...)
- Nevera portàtil i acumuladors de fred

### 3.1.1.2. Material de laboratori

És necessari que el laboratori estigui equipat amb condicions de seguretat, segons la directiva de riscos laborals vigent (campanes extractores, infraestructures per a la correcta gestió i eliminació de residus, etc.).

- Equip de protecció individual (guants de goma o làtex, bata de laboratori, ulleres protectores, etc.)
- Material divers i apropiat a les tècniques d'extracció, concentració i purificació emprades (les normes US-EPA recomanades especifiquen el tipus de material a utilitzar en cada cas):
  - Reactius i dissolvents: acetona, diclorometà, isooctà i hexà de grau analític, Florisil, Sílica neutre, sulfat de sodi anhidre, llana de vidre, etc.
  - Material de vidre: pipetes pasteur, extractors Soxhlets (Figura 1A), tubs per evaporadors, vials ambres 60 ml, provetes, embuts de decantació, etc.
  - Aparells de concentració i homogeneïtzació: concentradors de corrent de nitrogen o rotavapors, mantes elèctriques de laboratori, agitadors, banys d'ultrasons, equips d'extracció en fase sòlida (Figura 1C), centrífuga, etc.
- Patrons interns marcats isotòpicament amb els isòtops estables  $^2\text{D}$ ,  $^{13}\text{C}$  d'acord al mètode analític emprat, i de concentració apropiada (ús del mètode de la dilució isotòpica;  $^{13}\text{C}_{12}$ -PCBs,  $^{13}\text{C}_{12}$ -PBDEs,  $\text{d}_8$ -NP, etc)
- Instruments Analítics:
  - Balança analítica
  - Espectròmetre de masses de baixa resolució acoblat a un cromatògraf de gasos d'alta resolució (HRGC/MS) (Figura 1B)
  - Espectròmetre de masses d'alta resolució acoblat a un cromatògraf de gasos d'alta resolució (HRGC/HRMS) (Figura 1D)
  - Programes informàtics de quantificació adequats per a cada espectròmetre
- Congelador o nevera amb capacitat per emmagatzemar mostres a  $-10^\circ\text{C}$

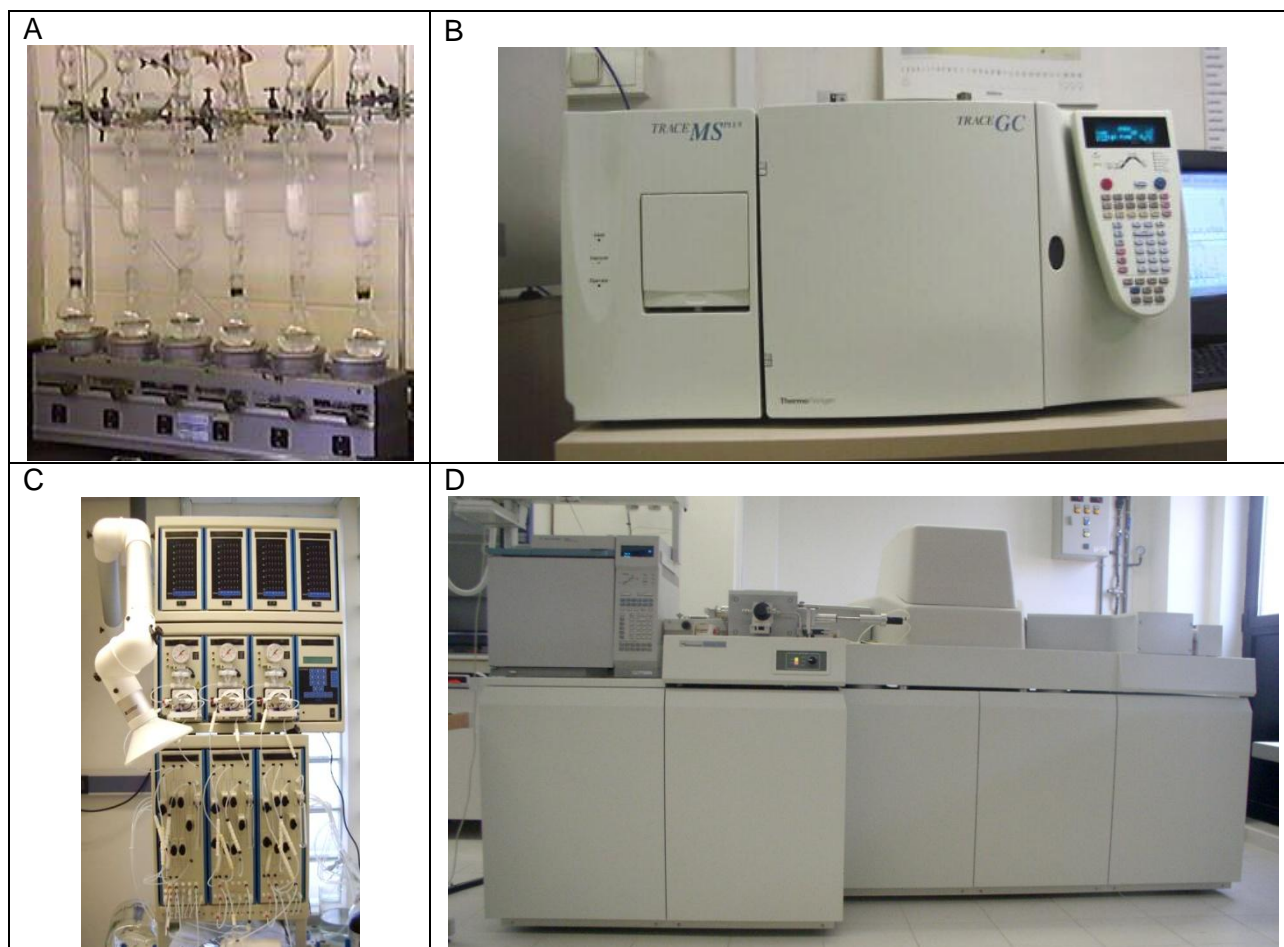


Figura 1. Exemples d'instrumentació analítica necessària per a l'anàlisi de contaminants orgànics. A: Extractors Soxhlets. B: TRACE MS PLUS (2002) HRGC/MS, quadrupol. C: Power Prep/SPE (FMS). D: AUTOSPEC ULTIMA NT (2004) EBE.

*NOTA: Imatges de la instrumentació analítica cedides pel Laboratori d'Espectrometria de Masses / Contaminants Orgànics de l'Institut de Diagnosi Ambiental i Estudis de l'Aigua (IDAEA-CSIC).*

### 3.1.1.3. Procediment de treball

#### Part 0 - Consideracions prèvies

Consideracions	Observacions
<p><b>1. Tipus de mostra</b></p> <p>Es mostregen les matrius d'aigua i sediment marins.</p>	
<p><b>2. Selecció de les estacions de mostreig</b></p> <p><i>Mostreig d'aigües</i></p> <p>Les estacions es situaran en MA on l'anàlisi de risc determina un risc mig o elevat d'incompliment (Agència, 2005). En aquestes MA s'hi disposaran estacions en línia de costa i a més a més s'hi establiran estacions a mar obert, en les que tinguin risc d'incompliment elevat.</p> <p>Les estacions situades a la línia de costa es mostrejaran superficialment, entre 0 i 50 m de la línia de costa, allà on hi hagi un metre de profunditat.</p> <p>Les de mar obert es mostrejaran només en superfície (aigües subsuperficials) si la fondària de l'estació està entre 0 i 15 m i en superfície, mitja fondària i fons si l'estació es troba a més 15-20 m. En aquest darrer cas, les aigües recollides a tres fondàries s'integren en una sola mostra.</p> <p><i>Mostreig de sediments</i></p> <p>Les estacions es situen en totes les MA que presentin risc mig o elevat (Agència, 2005) o en aquelles que rebin aportacions de rius importants. Les estacions es situaran sobre fons de sorres fines i/o fangs.</p> <p>En general, les estacions de mostreig de sediments es situen al llarg de gradients batimètrics i d'influència de les fonts puntuals que provenen del continent. És important que el sediment contingui un mínim percentatge de fangs, ja que aquests determinen la retenció de compostos contaminants.</p>	<p>Atès que les estacions situades a mar obert es mostrejaran des d'una embarcació, per tal d'evitar que la mostra d'aigua en superfície pugui contaminar-se amb restes d'olis i hidrocarburs del motor de l'embarcació, aquesta es pendrà a un nivell subsuperficial.</p> <p>Atès que les mesures en sediments aporten informació de la contaminació acumulada, s'aconsella realitzar algun mostreig també per aquest tipus de substàncies en aquelles MA amb risc baix o nul, en zones d'acumulació de fins. Així, s'obté informació sobre els valors de fons a la costa catalana, valors que són d'utilitat a l'hora d'interpretar la resta de resultats.</p> <p>Com que el contingut de fins al sediment s'incrementa en fondària, es recomana mostrejar el sediment entre els 20 i els 50 m.</p>



Consideracions	Observacions
<p><b>3. Determinació de l'època de mostreig</b></p> <p>En el cas de les mostres d'aigua, es recomana que el mostreig sigui estacional. Pel que fa als sediments, es poden prendre mostres en qualsevol moment de l'any ja que el sediment proporciona resultats integrats en el temps.</p>	<p>Es recomana mostrejar els sediments durant els mesos d'estiu, ja que les condicions meteorològiques faciliten el treball al mar.</p>
<p><b>4. Selecció dels compostos a analitzar</b></p> <p>Per caracteritzar l'estat químic s'analitzaran els contaminants orgànics que figuren a l'Annex I de la Directiva 2008/105/CE (Normes de qualitat ambiental per a les substàncies prioritàries i altres contaminants). Veure el llistat de substàncies a controlar a l'apartat 4.3.1.1. dels Annexos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Compostos orgànics volàtils (VOCs)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,2-dicloroetà</li> <li>• Benzè</li> <li>• Cloroform</li> <li>• Percloroetilè</li> <li>• Tetraclorur de Carboni</li> <li>• Triclorobenzens</li> <li>• Tricloroetilè</li> </ul> </li> <li>▪ <b>Hidrocarburs Aromàtics Policíclics (PAHs):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antracè</li> <li>• Benzo (a)pirè</li> <li>• Benzo (b)fluorantè</li> <li>• Benzo (g,h,i)perilè</li> <li>• Benzo (k)fluorantè</li> <li>• Fluorantè</li> <li>• Indeno(1,2,3-c,d)pirè</li> <li>• Naftalè</li> </ul> </li> <li>▪ <b>Pesticides Organoclorats (POCs):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aldrí</li> <li>• Dieldrí</li> <li>• Endrí</li> <li>• Hexaclorobenzè</li> <li>• Hexaclorobutadiè</li> <li>• Hexaclorociclohexans</li> <li>• Isodrí</li> <li>• p,p-DDT i els DDTs totals (suma de o,p-DDT, p,p-DDT, p,p-DDE i p,p-DDD).</li> <li>• Pentaclorobenzè</li> </ul> </li> </ul>	<p>Tal i com s'especifica a la DMA, s'analitzaran sempre i quan es tingui constància del seu abocament o presència.</p> <p>A causa de les característiques fisicoquímiques d'aquests compostos, aquesta anàlisi només es realitzarà en aigües.</p> <p>S'analitzaran en aigües i sediments.</p> <p>S'analitzaran en aigües i sediments.</p>

Consideracions	Observacions
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Plaguicides:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alaclor</li> <li>• Atrazina</li> <li>• Clorfenvinfós</li> <li>• Clorpirifos</li> <li>• Diuró</li> <li>• Endosulfà</li> <li>• Isoproturó</li> <li>• Simazina</li> <li>• Trifluralina</li> </ul> </li> <li>▪ <b>Polibromodifenilèters (PBDEs) de n<sup>o</sup></b> IUPAC: 28, 47, 99, 100, 153 i 154</li> <li>▪ <b>Altres compostos orgànics:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cloroalcans C<sub>10</sub>-C<sub>13</sub></li> <li>• Di(2-etilhexil)ftalat (DEHP)</li> <li>• Nonilfenol (suma d'isòmers)</li> <li>• Octilfenol (4-(1,1,3,3-tetrametilbutil)fenol)</li> </ul> </li> </ul>	<p>A causa de les característiques fisicoquímiques d'aquests compostos, aquesta anàlisi només es realitzarà en aigües.</p> <p>S'analitzaran en aigües i sediments.</p> <p>S'analitzaran en aigües i sediments, excepte els cloroalcans que s'anlitzaran només en sediments</p>

Part 1 - Mostreig

Passos a seguir	Observacions
<p><b>1. Recol·lecció de les mostres d'aigua</b></p> <p>Arribar a l'estació de mostreig seleccionada prèviament. Abans d'agafar la mostra d'aigua, esbandir les ampolles tres cops amb aigua de mar.</p> <p>Omplir les ampolles de vidre ambre amb l'aigua a analitzar, fins a vessar. La de 2,5 litres servirà per a l'anàlisi dels compostos orgànics semi-volàtils i la d'1 litre, pels volàtils.</p> <p>Etiquetar els envasos inequívocament, apuntant la referència de l'estació, les coordenades de posició i la data i hora del mostreig.</p> <p>Guardar les mostres en fred i fer-les arribar al laboratori abans de 24 h sense trencar la cadena de fred.</p> <p>Un cop al laboratori, les mostres es poden guardar aïllades de la llum del sol i congelades (-5°C) fins al moment de l'anàlisi.</p>	<p>Si les mostres es prenen des de l'embarcació, cal tenir cura de NO agafar l'aigua sotmesa a la influència del tub d'escapament. Cal assegurar-se que l'embarcació no tingui cap fuga d'oli o similar.</p> <p>Si la mostra d'aigua es pren des de l'embarcació, utilitzar una ampolla tipus <i>Niskin</i>.</p> <p>Donat que les ampolles són de vidre ambre és millor retolar sobre una cinta adhesiva de color clar, prèviament a la presa de mostres amb l'ampolla encara seca.</p> <p>És necessari congelar les mostres si es preveu que no es podran transportar al laboratori en un termini màxim de 24 h. En el moment de congelar l'ampolla s'aconsella buidar-la una mica per a què no es trenqui.</p> <p>En cas de no congelar-les s'ha d'afegir un 0.8% del volum total de CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (grau analític) com a conservant i s'han de mantenir refrigerades (4°C) fins a un màxim de 10-15 dies.</p>
<p><b>2. Recol·lecció de les mostres de sediment</b></p> <p>Agafar les mostres amb la draga van Veen, o similar conservant al màxim l'estructura vertical del sediment, per poder recol·lectar només la capa superficial.</p> <p>Obrir la draga amb cura, recollir els dos primers centímetres de sediment, amb l'ajuda de l'espàtula, i omplir l'ampolla de vidre Pyrex de 500 ml.</p>	<p>En el cas que no es disposi de dragues, es poden fer servir <i>corers</i> (<i>multi-corers</i>, <i>box-corer</i>, etc.)</p> <p>Es recomana utilitzar una draga amb finestres superiors per poder agafar les mostres de la capa superficial del sediment.</p> <p>Es pot veure un diagrama esquemàtic del mostreig amb draga van Veen en el protocol de macroinvertebrats (apartat 2.1.4).</p> <p>Es recomana també utilitzar un pescant per realitzar el mostreig amb la draga, donat que la major part de mostres es prenen a fondàries considerables.</p> <p>En acabar, cal rentar bé l'espàtula amb aigua de mar.</p> <p>És important que la mostra que agafem NO estigui en cap moment en contacte amb material plàstic.</p>

Passos a seguir	Observacions
<p>Etiquetar l'envàs inequívocament, apuntant la referència de l'estació, les coordenades de la posició i la data i hora del mostreig.</p> <p>Mantenir les mostres en fresc (4°C) fins arribar al laboratori</p> <p>Un cop al laboratori els sediments s'han d'assecar, triturar, homogeneïtzar i finalment tamisar per eliminar la fracció més gruixuda (&gt;2mm). El sediment un cop tractat d'aquesta manera es conserva en vials ambre (60 ml) en armaris secs fins el moment de l'anàlisi.</p>	<p>Fins que no s'iniciï el procés d'assecatge les mostres es poden mantenir refrigerades (4°C), durant dies.</p>

## Part 2 – Processament de mostres al laboratori

Passos a seguir	Observacions
<p><b>Comentaris generals</b></p> <p>En el cas de les mostres d'orgànics, i atesa la complexitat i el nombre de compostos a analitzar, sovint s'integren diferents estacions de mostreig per constituir una mostra.</p>	<p>Les mostres s'integraran convenientment seguint el pla de seguiment i vigilància establert prèviament.</p>
<p><b>1. Anàlisi de Compostos Orgànics Volàtils (VOCs)</b></p> <p>Analitzar utilitzant la tècnica de <i>Head Space</i> i <i>Closed Loop Stripping Analysis</i> (C.L.S.A) segons el mètode descrit a <i>Standard Methods 20th edition</i> (Clesceri <i>et al.</i>, 1998).</p>	<p>Les unitats finals s'expressaran com µg/l d'aigua extreta.</p>
<p><b>2. Anàlisi d'Hidrocarburs aromàtics policíclics (PAHs)</b></p> <p>Analitzar d'acord amb el mètode <b>US-EPA 8270 C</b> i <b>US-EPA 1625</b> (ús d'espectrometria de masses i mètode de la dilució isotòpica), que inclou els procediments per a matrius d'aigua i de sediment.</p>	<p>Les unitats finals s'expressaran com ng/g de sediment sec o µg/l d'aigua extreta.</p>
<p><b>3. Anàlisi de pesticides organoclorats (POCs)</b></p> <p>Analitzar d'acord amb el mètode <b>US-EPA 1668</b> adaptat (ús d'espectrometria de masses d'alta resolució i mètode de la dilució isotòpica).</p>	<p>Les unitats finals s'expressaran com ng/g de sediment sec o µg/l d'aigua extreta</p>

Passos a seguir	Observacions
<p><b>4. Anàlisi de plaguicides</b></p> <p>Analitzar d'acord amb el mètode descrit a Planas <i>et al.</i> (2006) (ús d'espectrometria de masses de baixa resolució i mètode de la dilució isotòpica), que inclou els procediments per a aigües.</p>	<p>Les unitats finals s'expressaran com µg/l d'aigua extreta.</p>
<p><b>5. Anàlisis de Polibromodifenilèters (PBDEs)</b></p> <p>Analitzar d'acord amb el mètode <b>US-EPA 1614</b> (ús d'espectrometria de masses d'alta resolució i mètode de la dilució isotòpica) que inclou els procediments per a matrius d'aigua i de sediment.</p>	<p>Les unitats finals s'expressaran com ng/g de sediment sec o µg/l d'aigua extreta.</p>
<p><b>6. Anàlisis de Nonilfenols (NPEOs) i Octilfenol</b></p> <p>Analitzar d'acord amb el mètode descrit a Planas <i>et al.</i> (2002) (ús d'espectrometria de masses de baixa resolució i mètode de la dilució isotòpica), que inclou els procediments per a matrius d'aigua i de sediment.</p>	<p>Les unitats finals s'expressaran com ng/g de sediment sec o µg/l d'aigua extreta.</p>
<p><b>7. Altres compostos orgànics</b></p> <p>Cloroalcans, DEHP, Pentaclorofenol: Anàlisi segons metodologies pròpies del laboratori, d'acord amb els mètodes <b>US-EPA 8270 C</b> i <b>US-EPA 1625</b>, que inclou els procediments per a matrius d'aigua i de sediment.</p>	<p>Les unitats finals s'expressaran com ng/g de sediment sec o µg/l d'aigua extreta.</p>
<p>Els límits de quantificació dels compostos analitzats per l'ACA segons les metodologies anteriors es presenten a l'apartat 4.3.1.1 dels annexos.</p>	<p>La Directiva 2009/90/CE estableix que la mesura dels contaminants s'ha de dur a terme utilitzant un límit de quantificació inferior o igual al 30% de la NCA i amb les millors tècniques disponibles sempre i quan no suposin costos excessius.</p>

Part 3 – Determinació dels nivells de qualitat dels contaminants orgànics.

Passos a seguir	Observacions						
<p><b>1. Assignació del nivell de qualitat en aigües</b></p> <p>Aplicar les normes de qualitat ambiental (NCAs) que estableix la Directiva 2008/105/CE i que es mostren a l'apartat 4.3.1.2 dels annexos.</p> <table border="1" data-bbox="197 539 786 763"> <thead> <tr> <th data-bbox="197 539 352 633">Nivell de qualitat</th> <th data-bbox="354 539 786 633">Objectiu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="197 636 352 698">Bo</td> <td data-bbox="354 636 786 698">&lt; NCA (mitjana anual i màxim admès)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="197 701 352 763">Dolent</td> <td data-bbox="354 701 786 763">≥ NCA (mitjana anual i màxim admès)</td> </tr> </tbody> </table>	Nivell de qualitat	Objectiu	Bo	< NCA (mitjana anual i màxim admès)	Dolent	≥ NCA (mitjana anual i màxim admès)	
Nivell de qualitat	Objectiu						
Bo	< NCA (mitjana anual i màxim admès)						
Dolent	≥ NCA (mitjana anual i màxim admès)						
<p><b>2. Assignació del nivell de qualitat en sediments</b></p> <p>No existeixen normes i objectius de qualitat ambiental per als sediments i, per tant, mentre es recullen dades suficients per establir-les, es considerarà com a criteri de qualitat el <b>principi de no deteriorament del medi</b>.</p>							

### 3.1.2. Protocol 9. METALLS PESANTS

A continuació es presenten les metodologies analítiques i de mostreig dels metalls pesants, regulats a l'Annex I de la Directiva 2008/105/CE, i que cal controlar per a l'avaluació de l'estat químic. Tot i que, en gran part, aquestes metodologies són coincidents amb les descrites a l'apartat 2.2.3 del protocol dels contaminants específics metalls, es tornen a especificar en el present protocol per no perdre la intergritat del mateix.

#### 3.1.2.1. Material de mostreig

- Embarcació (si l'estació de mostreig ho requereix).
- Sonda per mesurar la fondària
- GPS i mapa o guia per ubicar les estacions de mostreig.
- Equipament personal apropiat resistent a l'aigua.
- Material de seguretat per treballar en una embarcació (extintor, etc.).
- Ampolla hidrogràfica tipus *Niskin* de 10 litres (mostreig d'aigües).
- Draga van Veen (mida aproximada 20 x 30 cm) i material de suport de la draga (mostreig de sediments).
- Contenidor de plàstic gran per buidar-hi la draga (mostreig de sediment).
- Pots de plàstic (30 ml) amb tap de rosca que tapin hermèticament, o bé bosses de plàstic amb tanca *zip* (per posar 40-50 g de sediment), per a la recol·lecció de sediment.
- Espàtula de plàstic o d'un material no metàl·lic (mostreig de sediment).
- Envasos de plàstic de boca ample de 200 ml i de vidre topazi de 125 ml (per Hg) prèviament rentats amb àcid nítric 0,5% (mostreig d'aigües).
- Equip de protecció individual (guants de goma o làtex).
- Retolador permanent (o qualsevol altre mètode per etiquetar les mostres).
- Nevera portàtil i acumuladors de fred.

#### 3.1.2.2. Material de laboratori

- Congelador.
- Equip de protecció individual (bata, guants, ulleres).
- Campana extractora amb filtres per a àcids.
- Liofilitzador.
- Estufa (90 °C).
- Microones
- Retolador permanent.
- Balances de precisió de 0,1 g i 0,0001 g.
- Espàtula de plàstic.
- Pipetes automàtiques (1-10 ml, 10-100µl, 100-1000µl).
- Àcid Nítric 35% (baix en Hg màx.0,0000005%).
- Àcid clorhídric (baix en Hg màx 0,0000005%).

- Dosificadors automàtics.
- Aigua destil·lada Milli-Q.
- Tubs de polietilè de 50 ml.
- Vials de vidre de 21 ml.
- Bombes de tefló de 30 ml amb taps de rosca.
- Bromur potàssic 0,2 N.
- Bromat potàssic 0,2 N.
- Clorur d'estany baix en mercuri.
- Clorur d'hidroxilamoni.
- Matrassos aforats classe A.
- Puntetes amb barrera d'un sol ús.
- Material de referència Hg Inorgànic Ventures 1000 mg/l.
- Solució patró de Hg de 1000 mg/l.
- Patró intern internal Standard Stock Solution 100 mg/l.
- Patró multielemental Certipur.
- Material de referència cal 48 de Inorganic Ventures.
- Sistema d'introducció de mostres d'alt contingut salí (HMI).
- Espectrofotòmetre de fluorescència atòmica amb mostrejador automàtic per a la mesura del mercuri en aigües.
- Espectroscopi de plasma acoblat inductivament amb detecció de masses i cel·la de reacció/col·lisió (ICP-MS-HMI) per a la mesura dels metalls en aigües, amb l'excepció del mercuri.
- Espectròmetre de plasma acoblat inductivament amb detecció de masses (ICP-MS) per a la mesura dels metalls al sediment.



### 3.1.2.3. Procediment de treball

#### Part 0 - Consideracions prèvies

Consideracions	Observacions
<p><b>1. Tipus de mostra</b></p> <p>Es prenen mostres d'aigües i sediments marins.</p>	
<p><b>2. Selecció de les estacions de mostreig</b></p> <p><i>Mostreig d'aigües</i></p> <p>Les estacions se situaran en MA on l'anàlisi de risc determina un risc mig o elevat d'incompliment (Agència, 2005). En aquestes MA s'hi disposaran estacions en línia de costa i a més a més s'hi establiran estacions a mar obert, en les que tinguin risc d'incompliment elevat.</p> <p>Les estacions situades a la línia de costa es mostrejaran superficialment, entre 0 i 50 m de la línia de costa, allà on hi hagi un metre de profunditat.</p> <p>Les de mar obert es mostrejaran només en superfície (aigües subsuperficials) si la fondària de l'estació està entre 0 i 15 m i en superfície, mitja fondària i fons si l'estació es troba a més 15-20 m. En aquest darrer cas, les aigües recollides a tres fondàries s'integren en una sola mostra.</p> <p><i>Mostreig de sediments</i></p> <p>Les estacions es situen en totes les MA que presentin risc mig o elevat (Agència, 2005) o en aquelles que rebin aportacions de rius importants. Les estacions es situaran sobre fons de sorres fines i/o fangs.</p> <p>En general, les estacions de mostreig de sediments es situen al llarg de gradients batimètrics i d'influència de les fonts puntuals que provenen del continent.</p> <p>És important que el sediment contingui un mínim percentatge de fangs, ja que aquests determinen la retenció de compostos contaminants.</p>	<p>Atès que les estacions situades a mar obert es mostrejaran des d'una embarcació, per tal d'evitar que la mostra d'aigua en superfície pugui contaminar-se amb restes d'olis i hidrocarburs del motor de l'embarcació, aquesta es pendrà a un nivell subsuperficial.</p> <p>Atès que les mesures en sediments aporten informació de la contaminació acumulada, s'aconsella realitzar algun mostreig també per aquest tipus de substàncies en aquelles MA amb risc baix o nul, en zones d'acumulació de fons. Així, s'obté informació sobre els valors de fons a la costa catalana, valors que són d'utilitat a l'hora d'interpretar la resta de resultats.</p> <p>Donat que el contingut de fons al sediment s'incrementa en fondària, es recomana mostrejar el sediment entre els 20 i els 50 m.</p>

Consideracions	Observacions
<p><b>3. Determinació de l'època de mostreig</b></p> <p>En el cas de l'aigua, es recomana que el mostreig sigui estacional.</p> <p>Pel que fa als sediments es poden prendre mostres en qualsevol moment de l'any ja que el sediment proporciona resultats integrats en el temps.</p>	<p>Es recomana mostrejar els sediments durant els mesos d'estiu, ja que les condicions meteorològiques faciliten el treball al mar.</p>
<p><b>4. Selecció dels metalls a mesurar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cadmi</li> <li>▪ Mercuri</li> <li>▪ Níquel</li> <li>▪ Plom</li> </ul>	<p>Tal i com s'especifica a la DMA, s'analitzaran sempre i quan es tingui constància del seu abocament o presència.</p>

## Part 1 - Mostreig

Passos a seguir	Observacions
<p><b>1. Recol·lecció de les mostres d'aigua</b></p> <p>Arribar a l'estació de mostreig seleccionada prèviament.</p> <p>Abans d'agafar la mostra d'aigua, esbandir l'envàs de plàstic (200 ml) i el de vidre topazi tres cops amb aigua de mar.</p> <p>Omplir els dos envasos deixant una part del volum buit per a què es pugui congelar.</p> <p>Etiquetar els envasos inequívocament, apuntant la referència de l'estació, les coordenades de posició i la data i hora del mostreig.</p>	<p>Si les mostres es prenen des de l'embarcació, cal tenir cura de NO agafar l'aigua sotmesa a la influència del tub d'escapament. Cal assegurar-se que l'embarcació no tingui cap fuga d'oli o similar</p> <p>Anar amb molta cura per no contaminar la mostra durant el mostreig i sempre que sigui possible prendre-la directament amb l'ampolla.</p> <p>Si l'aigua es pren des d'una embarcació, es recomana utilitzar un sistema de bombeig connectat mitjançant un tub de tefló al recipient o utilitzar una ampolla tipus <i>Niskin</i>, si és possible amb el mecanisme de tancament extern per no contaminar la mostra.</p> <p>Es recomana tenir els envasos etiquetats prèviament al mostreig per tal de marcar-los en sec.</p>

Passos a seguir	Observacions
<p>Guardar les mostres en fred fins a arribar al laboratori.</p>	<p>És necessari congelar les mostres si es preveu que no es podran transportar al laboratori el mateix dia del mostreig o si no es pot analitzar la mostra ràpidament.</p>
<p><b>2. Recol·lecció de les mostres de sediment</b></p> <p>Agafar les mostres amb la draga van Veen, o similar conservant al màxim l'estructura vertical del sediment, per poder recol·lectar només la capa superficial.</p> <p>Obrir la draga amb cura, i agafar amb un pot net (o amb l'espàtula en una bossa de plàstic amb tanca zip) un volum de sediment d'uns 20 cm<sup>3</sup>, preferiblement del primer centímetre.</p> <p>Tapar el pot amb l'obturador i el tap de rosca o tancar la bossa de plàstic amb la mostra de sediment</p> <p>Identificar les mostres amb una etiqueta adequadament retolada posada entre l'obturador i el tap i/o retolant l'exterior del pot.</p> <p>Guardar les mostres a la nevera portàtil fins arribar al laboratori.</p> <p>Un cop al laboratori, guardar les mostres al congelador a una temperatura de -20°C o inferior, fins al seu processament.</p>	<p>En el cas que no es disposi de dragues, es poden fer servir <i>corers</i> (<i>multi-corers, box-corer, etc.</i>)</p> <p>Es recomana utilitzar una draga amb finestres superiors per poder agafar les mostres de la capa superficial del sediment.</p> <p>Es pot veure un diagrama esquemàtic del mostreig amb draga van Veen en el protocol de macroinvertebrats (apartat 2.1.4).</p> <p>Es recomana també utilitzar un pescant per realitzar el mostreig amb la draga, donat que la major part de mostres es prenen a fondàries considerables.</p> <p>Cal anar en compte d'agafar sediment que no hagi estat en contacte amb el metall de la draga.</p>

Part 2 - Processament de mostres al laboratori

Passos a seguir	Observacions
<p><b>1. Digestió i quantificació del contingut de metalls en aigües</b></p> <p>Descongelar les mostres fins a temperatura ambient.</p> <p>Separar les mostres de l'envàs de plàstic i de l'ampolla topazi en 2 fraccions per tal d'analitzar la fracció de metall total i, en cas de ser necessari, la dissolta.</p> <p>La mostra de l'envàs de plàstic s'utilitzarà per a l'anàlisi de Cadmi, Plom i Níquel, i de la mostra de l'ampolla de vidre topazi s'analitzarà el mercuri.</p> <p>Analitzar el contingut de metall total utilitzant els mètodes que s'indiquen a continuació:</p> <p>Per a la mesura dels metalls, realitzar una digestió àcida de les mostres mitjançant l'addició d'àcid nítric per als metalls i d'àcid clorhídric per al mercuri.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Per a la determinació de Cadmi, Plom i Níquel, prendre 20 ml de mostra i afegir 100 µl d'àcid nítric concentrat i 100 µl de la solució de patrons interns en un tub de polietilè de 50 ml.</li> <li>○ Per a la determinació de mercuri posar, en un vial de vidre de 21 ml, 19,5 ml de mostra i 1 ml d'àcid clorhídric i 0,5 ml de Bromur-Bromat amb la finalitat de digerir la mostra. 20 minuts després, incloure 15 µl de Clorur de hidroxilamoni.</li> </ul> <p>En cas d'haver d'analitzar els metalls dissolts, filtrar prèviament un volum conegut de cada mostra amb un filtre de 0,45 µm.</p> <p>Analitzar les mostres per a l'anàlisi de Cadmi, Níquel i Plom amb Plasma d'acoblament inductiu amb detecció per espectrometria de masses i cel·la de reacció/col·lisió (ICP-MS-HMI).</p>	<p>Atès que la Directiva estableix els NCAs en metalls dissolts, en el cas en què els valors de metall superin els valors de NCAs s'analitzaran també els metalls dissolts.</p> <p>Amb la digestió àcida s'aconsegueix la dissolució dels metalls inclosos en les partícules en suspensió.</p> <p>Un cop preparades les mostres s'introdueixen en els mostrejadors automàtics dels respectius aparells amb què es mesuraran les concentracions dels diferents metalls. Amb la finalitat d'assegurar la qualitat dels resultats obtinguts, es disposa de materials de referència per a cadascun dels elements analitzats, el valor del qual no podrà variar en més d'un 10% del teòric.</p> <p>Amb la cel·la de reacció col·lisió s'eliminen gran quantitat d'interferències, a diferència dels ICP-MS convencionals, mitjançant la utilització de gasos com Heli i Hidrogen. El sistema d'introducció de mostres HMI permet l'anàlisi de matrius d'alt contingut salí.</p> <p>Cal ajustar l'aparell per a la mesura de cada metall.</p>

Passos a seguir	Observacions
<p>Analitzar les mostres per a l'anàlisi de mercuri per espectrofotometria de fluorescència atòmica (FAS).</p> <p>Els límits de quantificació dels metalls en aigües analitzats segons les metodologies anteriors es presenten a l'apartat 4.3.1.3 dels annexos.</p>	<p>Aquest mètode es basa en l'anàlisi de l'emissió de fluorescència del mercuri a una longitud d'ona de 254 nm.</p> <p>La mostra es barreja automàticament amb el reductor (SnCl) en l'equip, reduint-se el Hg a Hg<sup>0</sup>, que és borbollejat per Argó i arrossegat a la zona d'excitació i detecció de l'equip.</p>
<p><b>2. Digestió i quantificació del contingut de metalls en sediments</b></p> <p>Posar les mostres congelades a liofilitzar per eliminar totalment el contingut d'aigua present a la mostra.</p> <p>Treure les mostres del liofilitzador una vegada s'hagi comprovat que estan perfectament seques; normalment cal esperar un temps entre 48 i 72 h.</p> <p>Passar el sediment per un tamís de 2mm per eliminar la part més gruixuda.</p> <p>Homogeneïtzar el sediment en un morter.</p> <p>Rentar les bombes de tefló i els taps en un bany d'àcid nítric al 10%, i esbandir-los amb aigua destil·lada Milli-Q.</p> <p>Per cada mostra, posar la bomba buida a la balança i tarar-la.</p> <p>Introduir a la bomba aproximadament 0,1 mg de sediment, anotant el pes exacte.</p> <p>Sota la campana extractora, posar a la bomba de tefló 2 ml d'àcid nítric al 35% i afegir 1 ml de peròxid d'hidrogen al 30%, utilitzant una micropipeta automàtica.</p> <p>Per a cada tanda de mostres posades a digerir, fer uns quants "blancs" (unes quantes bombes de tefló amb els reactius i sense el sediment) per tal d'assegurar-se que no s'hagi contaminat la mostra durant el procés de preparació de la digestió.</p> <p>Posar les bombes, tancades amb molta cura dins del microones a 175 °C per uns 20 min. Deixar refredar 20 minuts.</p>	<p>També es poden assecar en una estufa, sempre i quan no se superin els 40°C.</p> <p>La quantitat d'àcid nítric i de peròxid d'hidrògen a afegir pot haver de canviar segons el tipus de volum de les bombes de tefló.</p> <p>Es recomana utilitzar reactius del tipus Suprapur.</p> <p>Es recomana comprovar l'eficàcia del mètode d'extracció dels metalls emprant un material certificat, és a dir, un sediment amb una concentració de metalls coneguda i certificada. Aquest tipus de material es pot demanar a la <i>Community Bureau of Reference</i> de la Comissió Europea.</p>

Passos a seguir	Observacions
<p>Posar les bombes, tancades amb molta cura dins del microones a 175 °C durant uns 20 minuts. Deixar refredar 20 minuts.</p> <p>Si no es disposa de microones, posar les bombes, tancades amb molta cura, a l'estufa a 90°C durant un temps entre 16 i 24 h.</p> <p>Per cada mostra, obrir amb compte la bomba i afegir 27 ml d'aigua destil·lada Milli-Q a la solució digerida.</p> <p>Transvasar la solució diluïda a un tub de polietilè.</p> <p>Guardar el tub a la nevera fins a l'anàlisi dels metalls.</p> <p>Calibrar l'espectròmetre de masses de plasma acoblat inductivament (ICP-MS) per a cadascun dels metalls a analitzar.</p> <p>Analitzar les mostres amb els ICP-OES i ICP-MS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realitzar una primera anàlisi per tal de determinar l'ordre de magnitud i el rang aproximat de la concentració dels metalls que s'han seleccionat.</li> <li>▪ En cas que sigui necessari, diluir la mostra en funció dels resultats fins a obtenir unes concentracions adients per ser mesurades amb l'espectrofotòmetre.</li> <li>▪ Anotar els resultats.</li> </ul> <p>Expressar els resultats obtinguts amb l'espectrofotòmetre respecte el pes de sediment digerit.</p>	<p>Es recomana posar les bombes dins un recipient amb tapa, resistent als àcids i a l'escalfor, per tal d'evitar la dispersió de vapors àcids si no s'han tapat bé les bombes. Per aquest mateix motiu, es recomana l'ús de bombes de tefló amb tap de rosca, així com la utilització de claus especials que permeten tancar les bombes amb més força.</p> <p>Per motius de seguretat, també es recomana treballar amb el microones, o l'estufa, situats dins d'una campana extractora de gasos.</p> <p>Aquesta primera anàlisi serà necessària sempre que es desconegui la possible concentració de metalls que es pot trobar a la mostra analitzada.</p> <p>Els valors finals de concentració de metalls s'expressen en micrograms de metall per gram de sediment sec (µg/g).</p>
<p>Els límits de quantificació dels compostos analitzats per l'ACA segons les metodologies anteriors es presenten a l'apartat 4.3.1.3 dels annexos.</p>	<p>La Directiva 2009/90/CE estableix que la mesura dels contaminants s'ha de dur a terme utilitzant un límit de quantificació inferior o igual al 30% de la NCA i amb les millors tècniques disponibles sempre i quan no suposin costos excessius.</p>

Part 3 - Determinació dels nivells de qualitat dels metalls.

Passos a seguir		Observacions						
<p><b>1. Assignació del nivell de qualitat en aigües</b></p> <p>Aplicar les normes de qualitat ambiental (NCA) que estableix la Directiva 2008/105/CE segons la taula següent. Les NCAs es mostren a l'apartat 4.3.1.4 dels annexos.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nivell de qualitat</th> <th>Objectiu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bo</td> <td>&lt; NCA (mitjana anual i màxim admès)</td> </tr> <tr> <td>Dolent</td> <td>≥ NCA (mitjana anual i màxim admès)</td> </tr> </tbody> </table>		Nivell de qualitat	Objectiu	Bo	< NCA (mitjana anual i màxim admès)	Dolent	≥ NCA (mitjana anual i màxim admès)	
Nivell de qualitat	Objectiu							
Bo	< NCA (mitjana anual i màxim admès)							
Dolent	≥ NCA (mitjana anual i màxim admès)							
<p><b>2. Assignació del nivell de qualitat en sediments</b></p> <p>No existeixen Normes i Objectius de Qualitat ambiental pels sediments i, per tant, mentre es recullen dades suficients per establir-les, es considerarà com a criteri de qualitat el <b>principi de no deteriorament del medi</b>.</p>								







# **QUARTA PART**

## **Annexos dels protocols**



## 4.1. Elements biològics

### 4.1.1. Protocol 1. FITOPLÀNCTON

#### 4.1.1.1. Llindars entre categories de qualitat: mitjana de clorofil-la-a

**Taula 4.1.1.1.** Taules d'avaluació de la qualitat de les masses d'aigua (MA) al camp pròxim (a) i al camp mitjà (b) a partir del bioindicador fitoplàncton, en funció de la concentració mitjana de clorofil-la a (Chl-a) ( $\mu\text{g/l}$ ) i el valor EQR. Aquesta taula s'ha obtingut per consens de les Comunitats Autònomes espanyoles mediterrànies, coordinades per la Divisió para la Protección del Mar y Prevención de la Contaminación Marina del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. S'indiquen les condicions de salinitat i les condicions de referència (CR) per a cadascun dels tipus de MA definits en funció de la influència continental (IC) que reben: elevada, moderada i baixa, definides com a Type I, II o III pel grup d'intercalibració europeu.

(a)

Nivell de qualitat	Camp pròxim					
	Elevada IC (Type I UE)		Moderada IC (Type II UE)		Baixa IC (Type III UE)	
	Mitjana Chl-a-a ( $\mu\text{g/l}$ )	EQR	Mitjana Chl-a-a ( $\mu\text{g/l}$ )	EQR	Mitjana Chl-a-a ( $\mu\text{g/l}$ )	EQR
Molt bo	$\text{Chl-a} \leq 5,72$	$\text{EQR} \leq 0,82$	$\text{Chl-a} \leq 2,19$	$\text{EQR} \leq 0,83$	$\text{Chl-a} \leq 1,32$	$\text{EQR} \leq 0,85$
Bo	$5,72 < \text{Chl-a} \leq 9,98$	$0,47 \leq \text{EQR} < 0,82$	$2,19 < \text{Chl-a} \leq 3,37$	$0,54 \leq \text{EQR} < 0,83$	$1,32 < \text{Chl-a} \leq 1,84$	$0,61 \leq \text{EQR} < 0,85$
Mediocre	$9,98 < \text{Chl-a} \leq 14,21$	$0,33 \leq \text{EQR} < 0,47$	$3,37 < \text{Chl-a} \leq 4,55$	$0,40 \leq \text{EQR} < 0,54$	$1,84 < \text{Chl-a} \leq 2,24$	$0,50 \leq \text{EQR} < 0,61$
Deficient	$14,21 < \text{Chl-a} \leq 18,76$	$0,25 \leq \text{EQR} < 0,33$	$4,55 < \text{Chl-a} \leq 5,52$	$0,33 \leq \text{EQR} < 0,40$	$2,24 < \text{Chl-a} \leq 2,67$	$0,42 \leq \text{EQR} < 0,50$
Dolent	$\text{Chl-a} > 18,76$	$\text{EQR} < 0,25$	$\text{Chl-a} > 5,52$	$\text{EQR} < 0,33$	$\text{Chl-a} > 2,67$	$\text{EQR} < 0,42$
Salinitat	< 34,5		34,5-37,5		> 37,5	
CR (Mitjana de Chl-a)	4,69 $\mu\text{g/l}$		1,82 $\mu\text{g/l}$		1,12 $\mu\text{g/l}$	

(b)

Nivell de qualitat	Camp mitjà					
	Elevada IC (Type I UE)		Moderada IC (Type II UE)		Baixa IC (Type III UE)	
	Mitjana Chl-a-a ( $\mu\text{g/l}$ )	EQR	Mitjana Chl-a-a ( $\mu\text{g/l}$ )	EQR	Mitjana Chl-a-a ( $\mu\text{g/l}$ )	EQR
Molt bo	$\text{Chl-a} \leq 2,74$	$\text{EQR} \leq 0,82$	$\text{Chl-a} \leq 1,08$	$\text{EQR} \leq 0,83$	$\text{Chl-a} \leq 0,61$	$\text{EQR} \leq 0,85$
Bo	$2,74 < \text{Chl-a} \leq 4,79$	$0,47 \leq \text{EQR} < 0,82$	$1,08 < \text{Chl-a} \leq 1,67$	$0,54 \leq \text{EQR} < 0,83$	$0,61 < \text{Chl-a} \leq 0,85$	$0,61 \leq \text{EQR} < 0,85$
Mediocre	$4,79 < \text{Chl-a} \leq 6,82$	$0,33 \leq \text{EQR} < 0,47$	$1,67 < \text{Chl-a} \leq 2,25$	$0,40 \leq \text{EQR} < 0,54$	$0,85 < \text{Chl-a} \leq 1,04$	$0,50 \leq \text{EQR} < 0,61$
Deficient	$6,82 < \text{Chl-a} \leq 9$	$0,25 \leq \text{EQR} < 0,33$	$2,25 < \text{Chl-a} \leq 2,73$	$0,33 \leq \text{EQR} < 0,40$	$1,04 < \text{Chl-a} \leq 1,23$	$0,42 \leq \text{EQR} < 0,50$
Dolent	$\text{Chl-a} > 9$	$\text{EQR} < 0,25$	$\text{Chl-a} > 2,73$	$\text{EQR} < 0,33$	$\text{Chl-a} > 1,23$	$\text{EQR} < 0,42$
Salinitat	< 34,5		34,5-37,5		> 37,5	
CR (Mitjana de Chl-a)	2,25 $\mu\text{g/l}$		0,9 $\mu\text{g/l}$		0,52 $\mu\text{g/l}$	

#### 4.1.1.2. Llindars entre categories de qualitat: percentil-90 de clorofil-la-a

**Taula 4.1.1.2.** Taules d'avaluació de la qualitat de les MA al camp pròxim (a) i al camp mitjà (b) a partir del bioindicador fitoplàncton mitjançant valors de percentil-90 (P90) de concentració de Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ ) i el valor EQR. Aquesta taula s'ha obtingut per consens de les Comunitats Autònomes espanyoles mediterrànies, coordinades per la División para la Protección del Mar y Prevención de la Contaminación Marina del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. S'indiquen les condicions de salinitat i les condicions de referència (CR) per a cadascun dels tipus de MA definits en funció de la influència continental (IC) que reben: elevada, moderada i baixa, definides com a Type I, II o III pel grup d'intercalibració europeu.

(a)

Nivell de qualitat	Camp pròxim					
	Elevada IC (Type I UE)		Moderada IC (Type II UE)		Baixa IC (Type III UE)	
	P90 Chl-a-a ( $\mu\text{g/l}$ )	EQR	P90 Chl-a-a ( $\mu\text{g/l}$ )	EQR	P90 Chl-a-a ( $\mu\text{g/l}$ )	EQR
Molt bo	$\text{Chl-a} \leq 12,73$	$\text{EQR} \leq 0,82$	$\text{Chl-a} \leq 4,58$	$\text{EQR} \leq 0,83$	$\text{Chl-a} \leq 2,59$	$\text{EQR} \leq 0,85$
Bo	$12,73 < \text{Chl-a} \leq 22,21$	$0,47 \leq \text{EQR} < 0,82$	$4,58 < \text{Chl-a} \leq 7,04$	$0,54 \leq \text{EQR} < 0,83$	$2,59 < \text{Chl-a} \leq 3,61$	$0,61 \leq \text{EQR} < 0,85$
Mediocre	$22,21 < \text{Chl-a} \leq 31,64$	$0,33 \leq \text{EQR} < 0,47$	$7,04 < \text{Chl-a} \leq 9,50$	$0,40 \leq \text{EQR} < 0,54$	$3,61 < \text{Chl-a} \leq 4,40$	$0,50 \leq \text{EQR} < 0,61$
Deficient	$31,64 < \text{Chl-a} \leq 41,76$	$0,25 \leq \text{EQR} < 0,33$	$9,50 < \text{Chl-a} \leq 11,52$	$0,33 \leq \text{EQR} < 0,40$	$4,40 < \text{Chl-a} \leq 5,24$	$0,42 \leq \text{EQR} < 0,50$
Dolent	$\text{Chl-a} > 41,76$	$\text{EQR} < 0,25$	$\text{Chl-a} > 11,52$	$\text{EQR} < 0,33$	$\text{Chl-a} > 5,24$	$\text{EQR} < 0,42$
<b>Salinitat</b>	$< 34,5$		$34,5-37,5$		$> 37,5$	
<b>CR (P90 de Chl-a)</b>	$10,44 \mu\text{g/l}$		$3,80 \mu\text{g/l}$		$2,20 \mu\text{g/l}$	

(b)

Nivell de qualitat	Camp mitjà					
	Elevada IC (Type I UE)		Moderada IC (Type II UE)		Baixa IC (Type III UE)	
	P90 Chl-a-a ( $\mu\text{g/l}$ )	EQR	P90 Chl-a-a ( $\mu\text{g/l}$ )	EQR	P90 Chl-a-a ( $\mu\text{g/l}$ )	EQR
Molt bo	$\text{Chl-a} \leq 6,37$	$\text{EQR} \leq 0,82$	$\text{Chl-a} \leq 2,29$	$\text{EQR} \leq 0,83$	$\text{Chl-a} \leq 1,29$	$\text{EQR} \leq 0,85$
Bo	$6,37 < \text{Chl-a} \leq 11,11$	$0,47 \leq \text{EQR} < 0,82$	$2,29 < \text{Chl-a} \leq 3,52$	$0,54 \leq \text{EQR} < 0,83$	$1,29 < \text{Chl-a} \leq 1,80$	$0,61 \leq \text{EQR} < 0,85$
Mediocre	$11,11 < \text{Chl-a} \leq 15,82$	$0,33 \leq \text{EQR} < 0,47$	$3,52 < \text{Chl-a} \leq 4,75$	$0,40 \leq \text{EQR} < 0,54$	$1,80 < \text{Chl-a} \leq 2,20$	$0,50 \leq \text{EQR} < 0,61$
Deficient	$15,82 < \text{Chl-a} \leq 20,88$	$0,25 \leq \text{EQR} < 0,33$	$4,75 < \text{Chl-a} \leq 5,76$	$0,33 \leq \text{EQR} < 0,40$	$2,20 < \text{Chl-a} \leq 2,62$	$0,42 \leq \text{EQR} < 0,50$
Dolent	$\text{Chl-a} > 20,88$	$\text{EQR} < 0,25$	$\text{Chl-a} > 5,76$	$\text{EQR} < 0,33$	$\text{Chl-a} > 2,62$	$\text{EQR} < 0,42$
<b>Salinitat</b>	$< 34,5$		$34,5-37,5$		$> 37,5$	
<b>CR (P90 de Chl-a)</b>	$5,22 \mu\text{g/l}$		$1,9 \mu\text{g/l}$		$1,1 \mu\text{g/l}$	

#### 4.1.2. Protocol 2. Altra flora aquàtica MACROALGUES

##### 4.1.2.1. Nivells de sensibilitat de les comunitats

**Taula 4.1.2.1.** Nivell de sensibilitat de les comunitats i combinacions d'espècies (SLj) al litoral català i a les zones de referència escollides (Af: Algues fotòfiles; Cc: Cystoseira compressa; Cm: Cystoseira mediterranea; Cssp: Cystoseira spp.; Cer: Ceramials; Ciano: Cianofícies; Co: Corallina; Gel: Gelidium; Halip: Haliptilon virgatum; Hyp: Hypnea; Inc: algues incrustants; L: Lithophyllum; M: Mytilus; Ost: Ostres; Pat: Patella; T: Trottoir; U: Ulvàcies).

COMUNITATS	SLj
Cspp (batut)	20
Cspp (calmat)	20
Cm 4-5	20
Cm 5	20
Dendropoma	20
Fanerògames	20
T	20
Cm 4	19
Cm 4-5 +U	19
Af+Cspp (calmat)	18
Cm 4 +U	18
Cc+Cm 5	16
Cm 3-4	16
Cm 3	15
Hyp	15
Cc+Cm 4	14
Cm 2-3	14
Cm 3 + U	13
Af	12
Cc	12
Cc+Cm 3	12
Cm 2	12
Cc+Cm 1 o 2	10
Cm 1	10
Cm 2 +U	10
Halip	10

COMUNITATS	SLj
Co	8
Cm 1+U	8
Gel	8
Co+U	7
Gel+M	7
Cer	6
Gel+U	6
Inc	6
L o (L+M)	6
M	6
Ost	6
Pat o (Pat+U+Co)	5
Co+Ciano	4
L+U	4
M+U	4
M+U+Ciano	3
U	3
Ciano+M+Ost o (Ciano+U)	2
Ciano	1

#### 4.1.2.2. Classificació de situacions ambientals segons el tipus de costa

**Taula 4.1.2.2.** Situacions definides en base als paràmetres morfològics (tipus i artificialitat) de la costa que més influeixen les comunitats litorals, segons Ballesteros et al. (2007).

Situació (i)	Tipus de costa	Artificialitat
1	Blocs decimètrics	Artificial
2	Costa Baixa	Artificial
3	Costa Alta	Artificial
4	Blocs decimètrics	Natural
5	Costa Baixa	Natural
6	Costa Alta	Natural

#### 4.1.2.3. Qualitat ambiental de referència per a cada situació ambiental

**Taula 4.1.2.3.** EQ de referència calculat per a cada situació definida pel tipus de costa i substrat.

Situació (i)	EQrsi
1	12,06
2	11,86
3	8,00
4	12,20
5	16,61
6	15,25

#### 4.1.2.4. Mostreig de les comunitats litorals

El mètode BENTHOS (Pinedo et al., 2007) es basa en el mostreig de les comunitats litorals en punts determinats del litoral (estacions de mostreig), i complementa la metodologia CARLIT, utilitzada actualment en la valoració de l'estat ecològic de les MA costaneres de la costa catalana. Ambdues metodologies s'apliquen en costes de tipologia rocallosa (així com en totes aquelles zones en les què hi ha una presència significativa de litoral rocós tot i que la MA corresponent hagi estat tipificada com a sorrenca) i es basen en les comunitats que es desenvolupen a l'horitzó infralitoral superior –allà on trenquen les onades– sobre substrat rocós, tant natural com artificial.

En aquest mètode, la qualitat ambiental s'avalua a partir de la mesura de la cobertura de les comunitats litorals, entesa com la superfície horitzontal ocupada per cada espècie (complementàriament, també es pot utilitzar la biomassa). La cobertura es relaciona amb la qualitat ambiental segons les espècies dominants que es troben a cada estació de mostreig a partir de l'anàlisi estadística dels resultats. Malgrat el pes que les espècies dominants tenen en la determinació del nivell de qualitat d'una estació de mostreig, cal recordar que les espècies acompanyants també tenen un paper important en el resultat obtingut amb l'anàlisi estadística, en determinar la posició de les estacions en l'espai factorial i, per tant, l'agrupació de les estacions de mostreig.

El mètode BENTHOS es resumeix a continuació:

##### **Material de mostreig**

- Embarcació pneumàtica amb capacitat mínima per a dues persones
- Equipament personal: vestit de neoprè, vestit impermeable, etc.
- Martell i escarpra

- Regle
- Bossa de malla per portar el material de camp i les mostres
- Bosses de plàstic amb tanca hermètica
- Bidons de plàstic per guardar i transportar les mostres
- Pots de mostreig amb tap hermètic per a la recollida d'espècies desconegudes
- Retolador permanent (o qualsevol altre mètode per etiquetar les mostres)
- Formol al 4% (fixador per a les mostres)
- Equipament de protecció individual (guants, màscara per a formol...)
- Càmera de fotos
- GPS i mapa o guia per ubicar les estacions de mostreig

#### **Material de laboratori**

- Campana extractora
- Equip de protecció individual (guants, màscara per a formol, bata,...)
- Safates o cubetes blanques de plàstic (mínim de 20 x 30 cm)
- Aigua de mar
- Pinces (de diferents mides)
- Plaques de Petri
- Lupa binocular
- Microscopi
- Portes i cobreobjectes per a la identificació d'espècies al microscopi
- Regle (max. 30 cm)
- Guies i/o material bibliogràfic per a la identificació de les espècies

#### **Mostreig**

Per avaluar la qualitat ambiental de les MA costanera utilitzant aquest mètode, es mostreja en aquelles MA on l'element biològic considerat hi és present de manera significativa. Tenint aquest criteri present, les estacions de mostreig se situen en funció del nombre de MA que es volen avaluar i de la mida de cada MA, de manera que es garanteixi que la zona d'estudi estigui ben representada. La millor època per realitzar el mostreig és la primavera (entre abril i juny), quan els macròfits que es mostregen presenten el seu màxim desenvolupament i, per tant, és més senzill descriure les comunitats.

Durant el mostreig, s'identifica la comunitat representativa present en aquesta zona de l'infralitoral superior i s'agafen, com a mínim, dues mostres (rèpliques) de 15 x15 cm, extraient els organismes de la superfície fins que es veu el substrat rocós. En la majoria dels casos, queden restes d'algues incrustants i es quantifiquen en el camp com a percentatge de recobriment per a cada taxó. Els organismes extrets en cada estació de mostreig es guarden en una bossa de plàstic, procurant que la bossa no quedi inflada per evitar que rebenti i el material pugui sortir i perdre's, i es fixen amb formol al 4%. Cada bossa s'etiqueta convenientment amb el codi de l'estació de mostreig, i es guarda fins al seu processament al laboratori.

### Processament al laboratori

En el moment de processar les mostres, es renten amb aigua per evitar el contacte dels analistes amb el formol. Un cop rentades, les mostres es posen en cubetes i se separen les espècies amb unes pinces. Les espècies desconegudes s'identifiquen amb l'ajut d'una lupa binocular. Cal identificar els organismes fins al nivell taxonòmic més baix possible (que, en la majoria dels casos, serà a nivell d'espècie). Un cop separades, s'estenen cadascuna de les espècies sobre una superfície horitzontal i se'n mesura la cobertura (recobriment) com l'àrea ocupada en cm<sup>2</sup> (per a més detalls sobre com mesurar aquesta cobertura, consultar Ballesteros,1992).

### Processament de les dades i determinació dels nivells de qualitat

Un cop obtingudes les dades de cobertura, es crea una matriu de dades espècies-recobriment per a totes les estacions de mostreig, i es treballa amb anàlisis d'ordenació (p.e. amb els programes CANOCO o PRIMER). A partir de l'ordenació de les mostres a l'espai factorial s'identifiquen grups d'estacions de mostreig que es relacionen amb el recobriment de les espècies més dominants: *Cystoseira mediterranea*, *Corallina elongata*, *Mytilus galloprovincialis*, *Lithophyllum incrustans* i algues verdes (*Ulva*, principalment). Aquestes espècies són més o menys sensibles (sensibilitat/tolerància de les espècies) a les alteracions que es puguin produir en les variables ambientals, per causes antròpiques (veure Manual d'aplicació, apartat de l'indicador Macroalgues).

Per assignar nivells de qualitat a les diferents estacions de mostreig s'inclouen a l'anàlisi estadística les comunitats de les zones de referència. S'ha considerat que les condicions de referència corresponen a les comunitats existents a Catalunya a principis del segle XX (Pinedo et al., 2007). Per a la tipologia "rocallosa" s'han definit tres zones de referència on encara es troben aquest tipus de comunitat: la Reserva Marina del Nord de Menorca (Illes Balears), el Parc Natural de Ses Salines (Illes Balears), i la façana marítima del *Parc Naturel Régional de Corse* (França). Per a la resta de tipologies, s'estan cercant zones de referència més apropiades.

Cada grup d'estacions de mostreig obtingut amb l'anàlisi estadística s'associa a un nivell de qualitat ambiental segons l'espècie dominant de cada comunitat i la seva sensibilitat als canvis ambientals. Els nivells de qualitat es relacionen amb les comunitats dominants tal i com es mostra a la taula següent:

Nivell de qualitat	Espècies dominants
Molt bo	<i>Cystoseira mediterranea</i> molt abundant
Bo	<i>Cystoseira mediterranea</i>
Mediocre	<i>Corallina elongata</i> i/o <i>Mytilus galloprovincialis</i> i/o <i>Cystoseira compressa</i>
Deficient	<i>Lithophyllum incrustans</i> o <i>C. elongata</i> i/o <i>M. galloprovincialis</i> i/o <i>C. compressa</i> amb algues verdes
Dolent	algues verdes i cianofícies



### 4.1.3. Protocol 4. MACROINVERTEBRATS.

#### 4.1.3.1. Grup ecològic assignat a les espècies de macroinvertebrats

**Taula 4.1.3.1.** Llistat d'espècies (taxa) dels macroinvertebrats bentònics trobats a les comunitats de sorres de la costa catalana i illes balears entre els anys 2002 i 2010. A Catalunya s'inclouen els estudis tant d'aigües costaneres com de transició (Badies del Delta de l'Ebre). Els valors corresponen al grup ecològic (G.E.) assignat: 1, espècies sensibles; 2, espècies indiferents; 3, espècies tolerants; 4, espècies oportunistes; NA: no utilitzades en l'anàlisi de l'índex MEDOCC, ja que són espècies de les quals encara falta informació per poder assignar un grup ecològic.

(\*) El G.E és susceptible de canviar en el futur depenent dels coneixements científics sobre les característiques ecològiques de cadascuna de les espècies.

Espècie/taxó	Phylum	Classe	Ordre	Família	G.E. (*)
Abra alba	mol·luscs	bivalves		SEMELIDAE	3
Abra longicallus	mol·luscs	bivalves		SEMELIDAE	3
Abra nitida	mol·luscs	bivalves		SEMELIDAE	3
Abra prismatica	mol·luscs	bivalves		SEMELIDAE	3
Abra tenuis	mol·luscs	bivalves		SEMELIDAE	3
Abyssoninoe hibernica	anèl·lids	poliquets		LUMBRINERIDAE	2
Acanthocardia echinata	mol·luscs	bivalves		CARDIIDAE	1
Acanthocardia paucicostata	mol·luscs	bivalves		CARDIIDAE	2
Acanthocardia spp.	mol·luscs	bivalves		CARDIIDAE	1
Acanthocardia tuberculata	mol·luscs	bivalves		CARDIIDAE	2
Acanthomysis longicornis	artròpodes	crustacis	Misidacis	MYSIDAE	NA
ACARINA	artròpodes	aràcnids	Àcars		NA
Achelia echinata	artròpodes	picnogònids	Pantòpodes	AMMOTHEIDAE	1
Achelia spp.	artròpodes	picnogònids	Pantòpodes	AMMOTHEIDAE	1
ACLEIOPROCTA	mol·luscs	gasteròpodes			NA
ACOETIDAE	anèl·lids	poliquets		ACOETIDAE	NA
Acrocnida brachiata	equinoderms	ofiuroïdeus	Ofiúrids	AMPHIURIDAE	1
Acteon tornatilis	mol·luscs	gasteròpodes		ACTEONIDAE	1
ACTINIIDAE	cnidaris	antozous	Actiniaris	ACTINIIDAE	2
AEOLIDIIDAE	mol·luscs	gasteròpodes		AEOLIDIIDAE	NA
Aequipecten opercularis	mol·luscs	bivalves		PECTINIDAE	NA
Aglaophamus rubellus	anèl·lids	poliquets		NEPHTYIDAE	2
Albunea carabus	artròpodes	crustacis	Decàpodes	ALBUNEIDAE	1
ALCYONACEA	cnidaris	antozous	Alcionacis		NA
Alvania spp.	mol·luscs	gasteròpodes		RISSOIDAE	NA
Amage sp1	anèl·lids	poliquets		AMPHARETIDAE	1
Ampelisca brevicornis	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPELISCIDAE	2
Ampelisca diadema	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPELISCIDAE	2
Ampelisca gibba	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPELISCIDAE	1
Ampelisca ledoyeri	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPELISCIDAE	2
Ampelisca pseudosarsi	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPELISCIDAE	1
Ampelisca pseudospinimana	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPELISCIDAE	1
Ampelisca sarsi	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPELISCIDAE	2
Ampelisca spinifer	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPELISCIDAE	1
Ampelisca spinipes	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPELISCIDAE	1
Ampelisca spp.	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPELISCIDAE	NA
Ampelisca tenuicornis	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPELISCIDAE	1
Ampelisca truncata	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPELISCIDAE	1
Ampelisca typica	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPELISCIDAE	2
Ampharete lindstroemi	anèl·lids	poliquets		AMPHARETIDAE	3
Ampharete spp.	anèl·lids	poliquets		AMPHARETIDAE	NA
AMPHARETIDAE	anèl·lids	poliquets		AMPHARETIDAE	NA
Amphiglena mediterranea	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	1
AMPHILOCHIDAE	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPHILOCHIDAE	NA
Amphilocheus brunneus	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPHILOCHIDAE	2

Espècie/taxó	Phylum	Classe	Ordre	Família	G.E. (*)
<i>Amphilochus picadurus</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPHILOCHIDAE	2
<i>Amphipholis squamata</i>	equinoderms	ofiuroïdeus	Ofiúrids	AMPHIURIDAE	2
AMPHIPODA	artròpodes	crustacis	Amfípodes		NA
<i>Amphitrite</i> spp.	anèl·lids	poliquets		TEREBELLIDAE	NA
<i>Amphitritides gracilis</i>	anèl·lids	poliquets		TEREBELLIDAE	1
<i>Amphiura chiajei</i>	equinoderms	ofiuroïdeus	Ofiúrids	AMPHIURIDAE	2
<i>Amphiura filiformis</i>	equinoderms	ofiuroïdeus	Ofiúrids	AMPHIURIDAE	2
AMPHIURIDAE	equinoderms	ofiuroïdeus	Ofiúrids	AMPHIURIDAE	NA
<i>Ampithoe ferox</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPITHOIDAE	NA
<i>Ampithoe ramondi</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPITHOIDAE	3
<i>Ampithoe spuria</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPITHOIDAE	NA
<i>Anapagurus laevis</i>	artròpodes	crustacis	Decàpodes	PAGURIDAE	3
<i>Anapagurus</i> spp.	artròpodes	crustacis	Decàpodes	PAGURIDAE	NA
<i>Anchialina</i> spp.	artròpodes	crustacis	Misidacis	MYSIDAE	NA
<i>Anodontia fragilis</i>	mol·luscs	bivalves		LUCINIDAE	1
<i>Anomia ephippium</i>	mol·luscs	bivalves		ANOMIIDAE	1
ANOMIIDAE	mol·luscs	bivalves		ANOMIIDAE	1
<i>Anoplodactylus pygmaeus</i>	artròpodes	picnogònids	Pantòpodes	PHOXICHILIDIIDAE	2
<i>Anoplosyllis</i> spp.	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	NA
<i>Antalis agilis</i>	mol·luscs	escafòpodes		DENTALIIDAE	1
<i>Antalis dentalis</i>	mol·luscs	escafòpodes		DENTALIIDAE	1
<i>Antalis inaequicostata</i>	mol·luscs	escafòpodes		DENTALIIDAE	1
<i>Antalis</i> sp1	mol·luscs	escafòpodes		DENTALIIDAE	1
<i>Antalis</i> spp.	mol·luscs	escafòpodes		DENTALIIDAE	1
<i>Antalis vulgaris</i>	mol·luscs	escafòpodes		DENTALIIDAE	1
ANTHOZOA	cnidaris	antozous			2
<i>Anthura gracilis</i>	artròpodes	crustacis	Isòpodes	ANTHURIDAE	2
ANTHURIDAE	artròpodes	crustacis	Isòpodes	ANTHURIDAE	NA
<i>Aonides oxycephala</i>	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	3
<i>Aonides paucibranchiata</i>	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	3
<i>Aora gracilis</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AORIDAE	1
<i>Aora spinicornis</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AORIDAE	2
<i>Aora</i> spp.	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AORIDAE	NA
AORIDAE	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AORIDAE	NA
<i>Aphelochaeta marioni</i>	anèl·lids	poliquets		CIRRATULIDAE	4
<i>Aphelochaeta multibranchis</i>	anèl·lids	poliquets		CIRRATULIDAE	4
<i>Aphelochaeta</i> spp.	anèl·lids	poliquets		CIRRATULIDAE	4
<i>Apherusa alacris</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	EUSIRIDAE	1
<i>Apherusa chiereghinii</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	EUSIRIDAE	1
<i>Apherusa mediterranea</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	EUSIRIDAE	1
<i>Apherusa</i> spp.	artròpodes	crustacis	Amfípodes	EUSIRIDAE	1
<i>Apherusa vexatrix</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	EUSIRIDAE	1
<i>Aphrodita</i> spp.	anèl·lids	poliquets		APHRODITIDAE	1
<i>Apistobranchus tullbergi</i>	anèl·lids	poliquets		APISTOBRANCHIDAE	1
<i>Aponuphis bilineata</i>	anèl·lids	poliquets		ONUPHIDAE	2
<i>Apseudopsis latreillii</i>	artròpodes	crustacis	Tanaidacis	APSEUDIDAE	2
<i>Arabella</i> sp1	anèl·lids	poliquets		ARABELLIDAE	1
<i>Arca tetragona</i>	mol·luscs	bivalves		ARCIDAE	1
ARCHIANELIDA	anèl·lids	arquianèl·lids			NA
<i>Arctica islandica</i>	mol·luscs	bivalves		VENERIDAE	3
<i>Arcturinella banyulensis</i>	artròpodes	crustacis	Isòpodes	ARCTURIDAE	NA
<i>Arenicola marina</i>	anèl·lids	poliquets		ARENICOLIDAE	3
<i>Argissa stebbingi</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	ARGISSIDAE	NA
<i>Argyrotheca cuneata</i>	braquiòpods	rinconel·lats	Terebratúlids	MEGATHYRIDIDAE	NA
<i>Aricidea assimilis</i>	anèl·lids	poliquets		PARAONIDAE	1
<i>Aricidea capensis bansei</i>	anèl·lids	poliquets		PARAONIDAE	1
<i>Aricidea catherinae</i>	anèl·lids	poliquets		PARAONIDAE	2
<i>Aricidea cerruti</i>	anèl·lids	poliquets		PARAONIDAE	1
<i>Aricidea claudiae</i>	anèl·lids	poliquets		PARAONIDAE	2
<i>Aricidea fragilis</i>	anèl·lids	poliquets		PARAONIDAE	2

Espècie/taxó	Phylum	Classe	Ordre	Família	G.E. (*)
<i>Aricidea simonae</i>	anèl·lids	poliquets		PARAONIDAE	1
<i>Aricidea</i> spp.	anèl·lids	poliquets		PARAONIDAE	NA
<i>Aricidea suecica</i>	anèl·lids	poliquets		PARAONIDAE	2
<i>Armandia cirrhosa</i>	anèl·lids	poliquets		OPHELIIDAE	1
ASCIDIACEA	cordats	ascidiacis			NA
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	sipuncúlids	fascolosomatídeus	Aspidosifònids	ASPIDOSIPHONIDAE	1
<i>Astacilla dilatata</i>	artròpodes	crustacis	Isòpodes	ARCTURIDAE	2
<i>Astacilla longicornis</i>	artròpodes	crustacis	Isòpodes	ARCTURIDAE	1
<i>Astenognathus atlanticus</i>	artròpodes	crustacis	Decàpodes	PINNOTHERIDAE	NA
ASTEROIDEA	equinoderms	asteroídeus			NA
<i>Astropecten spinulosus</i>	equinoderms	asteroídeus	Paxil·lòsids	ASTROPECTINIDAE	1
<i>Atylus guttatus</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	ATYLIDAE	1
<i>Atylus massiliensis</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	ATYLIDAE	1
<i>Atylus</i> spp.	artròpodes	crustacis	Amfípodes	ATYLIDAE	1
<i>Atys jeffreysi</i>	mol·luscs	gasteròpodes		HAMINOEIDAE	NA
<i>Autonoe karamani</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AORIDAE	1
<i>Autonoe rubromaculatus</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AORIDAE	1
<i>Autonoe spiniventris</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AORIDAE	1
<i>Axionice maculata</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	1
<i>Batharca philippiana</i>	mol·luscs	bivalves		ARCIDAE	1
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PONTOPOREIIDAE	1
<i>Bathyporeia leucophthalma</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PONTOPOREIIDAE	1
<i>Bathyporeia lindstromi</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PONTOPOREIIDAE	1
<i>Bathyporeia megalops</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PONTOPOREIIDAE	1
<i>Bathyporeia nana</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PONTOPOREIIDAE	1
<i>Bathyporeia phaiophthalma</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PONTOPOREIIDAE	1
<i>Bathyporeia</i> spp.	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PONTOPOREIIDAE	1
<i>Bathyporeia sunniviae</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PONTOPOREIIDAE	1
<i>Bela laevigata</i>	mol·luscs	gasteròpodes		CONIDAE	1
<i>Bela nebula</i>	mol·luscs	gasteròpodes		CONIDAE	1
<i>Bela</i> spp.	mol·luscs	gasteròpodes		CONIDAE	1
<i>Bittium lacteum</i>	mol·luscs	gasteròpodes		CERITHIIDAE	1
<i>Bittium latreilli</i>	mol·luscs	gasteròpodes		CERITHIIDAE	1
<i>Bittium</i> spp.	mol·luscs	gasteròpodes		CERITHIIDAE	1
BIVALVIA	mol·luscs	bivalves			NA
<i>Bivalvo</i> sp2	mol·luscs	bivalves			1
<i>Bivalvo</i> sp3	mol·luscs	bivalves			1
<i>Bodotria pulchella</i>	artròpodes	crustacis	Cumacis	BODOTRIIDAE	1
<i>Bodotria scorpioides</i>	artròpodes	crustacis	Cumacis	BODOTRIIDAE	2
<i>Bodotria</i> spp.	artròpodes	crustacis	Cumacis	BODOTRIIDAE	NA
<i>Bolinus brandaris</i>	mol·luscs	gasteròpodes		MURICIDAE	NA
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	cordats	leptocardis			1
<i>Brania arminii</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Brania</i> spp.	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Buccinum undatum</i>	mol·luscs	gasteròpodes		BUCCINIDAE	2
<i>Bulla striata</i>	mol·luscs	gasteròpodes		BULLIDAE	2
BULLOMORPHA	mol·luscs	gasteròpodes			1
<i>Cabira</i> spp.	anèl·lids	poliquets		PILARGIDAE	NA
<i>Caecum auriculatum</i>	mol·luscs	gasteròpodes		CAECIDAE	NA
<i>Caecum glabrum</i>	mol·luscs	gasteròpodes		CAECIDAE	1
<i>Caecum</i> spp.	mol·luscs	gasteròpodes		CAECIDAE	NA
<i>Caecum subannulatum</i>	mol·luscs	gasteròpodes		CAECIDAE	NA
<i>Caecum trachea</i>	mol·luscs	gasteròpodes		CAECIDAE	1
<i>Callianassa subterranea</i>	artròpodes	crustacis	Decàpodes	CALLIANASSIDAE	3
CALLIANASSIDAE	artròpodes	crustacis	Decàpodes	CALLIANASSIDAE	3
CALLIOPIIDAE	artròpodes	crustacis	Amfípodes	CALLIOPIIDAE	NA
<i>Callista chione</i>	mol·luscs	bivalves		VENERIDAE	1
<i>Calyptrea chinensis</i>	mol·luscs	gasteròpodes		CALYPTRAEIDAE	1
<i>Campylaspis glabra</i>	artròpodes	crustacis	Cumacis	NANNASTACIDAE	2
<i>Campylaspis macrophthalma</i>	artròpodes	crustacis	Cumacis	NANNASTACIDAE	2

Espècie/taxó	Phylum	Classe	Ordre	Família	G.E. (*)
<i>Cancellaria similis</i>	mol·luscs	gasteròpodes		CANCELLARIIDAE	NA
<i>Capitella capitata</i>	anèl·lids	poliquets		CAPITELLIDAE	4
CAPITELLIDAE	anèl·lids	poliquets		CAPITELLIDAE	NA
<i>Caprella acanthifera</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	CAPRELLIDAE	2
<i>Caprella grandimana</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	CAPRELLIDAE	2
<i>Caprella hirsuta</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	CAPRELLIDAE	2
<i>Caprella mitis</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	CAPRELLIDAE	2
<i>Caprella telarpax</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	CAPRELLIDAE	2
<i>Capsella variegata</i>	mol·luscs	bivalves		DONACIDAE	2
<i>Carcinus aestuarii</i>	artròpodes	crustacis	Decàpodes	PORTUNIDAE	3
CARDIIDAE	mol·luscs	bivalves		CARDIIDAE	NA
<i>Cardites antiquatus</i>	mol·luscs	bivalves		CARDITIDAE	NA
CARDITIDAE	mol·luscs	bivalves		CARDITIDAE	NA
<i>Cauleriella alata</i>	anèl·lids	poliquets		CIRRATULIDAE	4
<i>Cauleriella bioculata</i>	anèl·lids	poliquets		CIRRATULIDAE	4
<i>Cerastoderma edule</i>	mol·luscs	bivalves		CARDIIDAE	3
CERITHIDAE	mol·luscs	gasteròpodes		CERITHIIDAE	NA
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	anèl·lids	poliquets		CHAETOPTERIDAE	1
<i>Chaetozone setosa</i>	anèl·lids	poliquets		CIRRATULIDAE	4
<i>Chamelea gallina</i>	mol·luscs	bivalves		VENERIDAE	1
<i>Chaunorhynchus andaman</i>	anèl·lids	poliquets		NEREIDIDAE	NA
<i>Cheirocratus monodontus</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	MELITIDAE	1
<i>Cheirocratus sundevalli</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	MELITIDAE	1
<i>Chone acustica</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
<i>Chone arenicola</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
<i>Chone collaris</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
<i>Chone dunerii</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
<i>Chone infundibuliformis</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
<i>Chone longiseta</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
<i>Chone spp.</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
<i>Chrysallida spp.</i>	mol·luscs	gasteròpodes		PYRAMIDELLIDAE	NA
<i>Chrysopetalum debile</i>	anèl·lids	poliquets		CHRYSOPETALIDAE	1
<i>Cingula cingillus</i>	mol·luscs	gasteròpodes		RISSOIDAE	1
<i>Ciona intestinalis</i>	cordats	ascidiacis	Flebobrànquids	CIONIDAE	3
CIROLANIDAE	artròpodes	crustacis	Isòpodes	CIROLANIDAE	NA
CIRRATULIDAE	anèl·lids	poliquets		CIRRATULIDAE	4
<i>Cirratulus cirratus</i>	anèl·lids	poliquets		CIRRATULIDAE	4
<i>Cirriformia filigera</i>	anèl·lids	poliquets		CIRRATULIDAE	4
<i>Cirriformia spp.</i>	anèl·lids	poliquets		CIRRATULIDAE	4
<i>Cirriformia tentaculata</i>	anèl·lids	poliquets		CIRRATULIDAE	4
<i>Cirrophorus branchiatus</i>	anèl·lids	poliquets		PARAONIDAE	3
<i>Cirrophorus furcatus</i>	anèl·lids	poliquets		PARAONIDAE	2
<i>Clausinella fasciata</i>	mol·luscs	bivalves		VENERIDAE	1
CLAVELINIDAE	cordats	ascidiacis	Aplosobrànquid	CLAVELINIDAE	NA
<i>Cleantis prismatica</i>	artròpodes	crustacis	Isòpodes	IDOTEIDAE	2
<i>Colus jeffreysianus</i>	mol·luscs	gasteròpodes		BUCCINIDAE	1
<i>Corbula gibba</i>	mol·luscs	bivalves		CORBULIDAE	4
<i>Corophium acherusichum</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	COROPHIIDAE	3
<i>Corophium aculeatum</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	COROPHIIDAE	3
<i>Corophium acutum</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	COROPHIIDAE	3
<i>Corophium annulatum</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	COROPHIIDAE	3
<i>Corophium minimum</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	COROPHIIDAE	3
<i>Corophium spp.</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	COROPHIIDAE	3
<i>Corystes spp.</i>	artròpodes	crustacis	Decàpodes	CORYSTIDAE	NA
<i>Cossura soyeri</i>	anèl·lids	poliquets		COSSURIDAE	4
<i>Crangon crangon</i>	artròpodes	crustacis	Decàpodes	CRANGONIDAE	1
CRANGONIDAE	artròpodes	crustacis	Decàpodes	CRANGONIDAE	1
<i>Crisilla semistriata</i>	mol·luscs	gasteròpodes		RISSOIDAE	1
CRYPTOBRANCHIA	mol·luscs	gasteròpodes			NA
<i>Crysallida excavata</i>	mol·luscs	gasteròpodes		PYRAMIDELLIDAE	NA

Espècie/taxó	Phylum	Classe	Ordre	Família	G.E. (*)
Ctena decussata	mol·luscs	bivalves		LUCINIDAE	1
CTENODRILLIDAE	anèl·lids	poliquets		CTENODRILLIDAE	NA
Ctenodrilus serratus	anèl·lids	poliquets		CTENODRILLIDAE	NA
CUCUMARIIDAE	equinoderms	holoturoïdeus	Dendroquiròtids	CUCUMARIIDAE	NA
CUMACEA	artròpodes	crustacis	Cumacis		NA
Cumella limicola	artròpodes	crustacis	Cumacis	NANNASTACIDAE	2
Cumella pygmaea	artròpodes	crustacis	Cumacis	NANNASTACIDAE	2
Cumopsis goodsir	artròpodes	crustacis	Cumacis	BODOTRIIDAE	2
Cumopsis longipes	artròpodes	crustacis	Cumacis	BODOTRIIDAE	2
Cyathura carinata	artròpodes	crustacis	Isòpodes	ANTHURIDAE	3
Cyclope neritea	mol·luscs	gasteròpodes		NASSARIIDAE	1
Cyclope pellucida	mol·luscs	gasteròpodes		NASSARIIDAE	2
Cylichna cylindracea	mol·luscs	gasteròpodes		CYLICHNIDAE	1
Cylichnina umbilicata	mol·luscs	gasteròpodes		RETUSIDAE	2
Cymodoce truncata	artròpodes	crustacis	Isòpodes	SPHAEROMATIDAE	1
CYPRIDINIDAE	artròpodes	crustacis	Ostràcodes	CYPRIDINIDAE	NA
Cythereis jonesi	artròpodes	crustacis	Ostràcodes	CYTHERIDAE	NA
Cythereis spp.	artròpodes	crustacis	Ostràcodes	CYTHERIDAE	NA
CYTHERIDAE	artròpodes	crustacis	Ostràcodes	CYTHERIDAE	NA
Dardanus arrosor	artròpodes	crustacis	Decàpodes	DIOGENIDAE	2
Dardanus calidus	artròpodes	crustacis	Decàpodes	DIOGENIDAE	NA
Decamastus spp.	anèl·lids	poliquets		CAPITELLIDAE	NA
DECAPODA	artròpodes	crustacis	Decàpodes		NA
DENTALIIDAE	mol·luscs	escafòpodes		DENTALIIDAE	1
Dexamine sp1	artròpodes	crustacis	Amfípodes	DEXAMINIDAE	3
Dexamine spinosa	artròpodes	crustacis	Amfípodes	DEXAMINIDAE	3
Diastylis rugosa	artròpodes	crustacis	Cumacis	DIASTYLIDAE	2
Diastylis spp.	artròpodes	crustacis	Cumacis	DIASTYLIDAE	NA
Diogenes pugilator	artròpodes	crustacis	Decàpodes	DIOGENIDAE	2
Diopatra neapolitana	anèl·lids	poliquets		ONUPHIDAE	1
Dipolydora coeca	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	4
Dipolydora socialis	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	4
Dischides politus	mol·luscs	escafòpodes		GADILIDAE	NA
Dispia spp.	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	3
Ditrupa arietina	anèl·lids	poliquets		SERPULIDAE	1
Donacilla cornea	mol·luscs	bivalves		MESODESMATIDAE	1
Donax semistriatus	mol·luscs	bivalves		DONACIDAE	1
Donax trunculus	mol·luscs	bivalves		DONACIDAE	1
Dorvillea rubrovittata	anèl·lids	poliquets		DORVILLEIDAE	2
Dosinia exoleta	mol·luscs	bivalves		VENERIDAE	1
Dosinia lupinus	mol·luscs	bivalves		VENERIDAE	1
Ebala striatula	mol·luscs	gasteròpodes		EBALIDAE	1
Ebalia deshayesi	artròpodes	crustacis	Decàpodes	LEUCOSIIDAE	2
Echinocardium cordatum	equinoderms	equinoïdeus	Espatàngids	LOVENIIDAE	1
Echinocyamus pusillus	equinoderms	equinoïdeus	Clypeasteroide	ECHYNOCIAMIDAE	1
ECHINOIDEA (irregularia)	equinoderms	equinoïdeus			1
ECHINOIDEA (regularia)	equinoderms	equinoïdeus			NA
Elasmopus brasiliensis	artròpodes	crustacis	Amfípodes	MELITIDAE	3
ENDEIDAE	artròpodes	picnogònids	Pantòpodes	ENDEIDAE	NA
Endeis charybdaea	artròpodes	picnogònids	Pantòpodes	ENDEIDAE	NA
Ensis ensis	mol·luscs	bivalves		PHARIDAE	1
Ensis minor	mol·luscs	bivalves		PHARIDAE	1
ENTEROPNEUSTA	hemicordats	enteropneusts			NA
Eocuma dollfusi	artròpodes	crustacis	Cumacis	BODOTRIIDAE	2
Eocuma ferox	artròpodes	crustacis	Cumacis	BODOTRIIDAE	2
Ephesiella cantonei	anèl·lids	poliquets		SPHAERODORIDAE	2
Epitonium linctum	mol·luscs	gasteròpodes		EPITONIIDAE	1
Erichthonius punctatus	artròpodes	crustacis	Amfípodes	ISCHYROCERIDAE	3
Erinaceusyllis serratosetosa	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	NA
Eteone barbata	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	3

Espècie/taxó	Phylum	Classe	Ordre	Família	G.E. (*)
<i>Eteone flava</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	3
<i>Eteone foliosa</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	3
<i>Eteone picta</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	3
<i>Eteone spetsbergensis</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	3
<i>Eteone spp.</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	3
<i>Eteone suecica</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	3
<i>Ethusa mascarone</i>	artròpodes	crustacis	Decàpodes	DORIPPIDAE	NA
<i>Euchone pseudolimnicola</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
<i>Euchone rosea</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
<i>Euchone rubrocincta</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
<i>Euchone southerni</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
<i>Euchone spp.</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
<i>Euclymene collaris</i>	anèl·lids	poliquets		MALDANIDAE	3
<i>Euclymene lumbricoides</i>	anèl·lids	poliquets		MALDANIDAE	1
<i>Euclymene oerstedii</i>	anèl·lids	poliquets		MALDANIDAE	3
<i>Euclymene spp.</i>	anèl·lids	poliquets		MALDANIDAE	NA
<i>Eudorella nana</i>	artròpodes	crustacis	Cumacis	LEUCONIDAE	3
<i>Eudorella truncatula</i>	artròpodes	crustacis	Cumacis	LEUCONIDAE	NA
<i>Eulalia aurea</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
<i>Eulalia bilineata</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
<i>Eulalia brunnea</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
<i>Eulalia clavigera</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
<i>Eulalia mustela</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
<i>Eulalia spp.</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
<i>Eulalia viridis</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
<i>Eulima bilineata</i>	mol·luscs	gasteròpodes		EULIMIDAE	1
<i>Eulima glabra</i>	mol·luscs	gasteròpodes		EULIMIDAE	1
<i>Eulimella spp.</i>	mol·luscs	gasteròpodes		PYRAMIDELLIDAE	1
<i>Eulimella ventricosa</i>	mol·luscs	gasteròpodes		PYRAMIDELLIDAE	1
EULIMIDAE	mol·luscs	gasteròpodes		EULIMIDAE	NA
<i>Eumida sanguinea</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
<i>Eumida spp.</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
<i>Eunice harasii</i>	anèl·lids	poliquets		EUNICIDAE	2
<i>Eunice oersterdi</i>	anèl·lids	poliquets		EUNICIDAE	2
<i>Eunice pennata</i>	anèl·lids	poliquets		EUNICIDAE	2
<i>Eunice vittata</i>	anèl·lids	poliquets		EUNICIDAE	2
EUNICIDAE	anèl·lids	poliquets		EUNICIDAE	2
<i>Eupolymnia nebulosa</i>	anèl·lids	poliquets		TEREBELLIDAE	3
<i>Eurydice affinis</i>	artròpodes	crustacis	Isòpodes	CIROLANIDAE	1
<i>Eurydice spinigera</i>	artròpodes	crustacis	Isòpodes	CIROLANIDAE	1
<i>Eurydice spp.</i>	artròpodes	crustacis	Isòpodes	CIROLANIDAE	1
<i>Eurysyllis tuberculata</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Euspira pulchella</i>	mol·luscs	gasteròpodes		NATICIDAE	2
<i>Eusyllis spp.</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Euthalenessa oculata</i>	anèl·lids	poliquets		SIGALIONIDAE	1
<i>Exogone dispar</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Exogone hebes</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Exogone mediterranea</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Exogone naidina</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	3
<i>Exogone verugera</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	3
<i>Fabricia spp.</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
<i>Fabricia stellaris</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
<i>Fabriciola tonerella</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	4
<i>Filograna implexa</i>	anèl·lids	poliquets		SERPULIDAE	1
<i>Fimbriosthenelais longipinnis</i>	anèl·lids	poliquets		SIGALIONIDAE	NA
FLABELIGERIDAE	anèl·lids	poliquets		FLABELIGERIDAE	NA
<i>Fusinus rostratus</i>	mol·luscs	gasteròpodes		FASCIOLARIIDAE	1
<i>Fustiaria rubescens</i>	mol·luscs	escafòpodes		FUSTIARIIDAE	1
<i>Galathea spp.</i>	artròpodes	crustacis	Decàpodes	GALATHEIIDAE	NA
<i>Galathowenia oculata</i>	anèl·lids	poliquets		OWENIIDAE	2

Espècie/taxó	Phylum	Classe	Ordre	Família	G.E. (*)
<i>Gammarella fucicola</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	MELITIDAE	3
GAMMARIDAE	artròpodes	crustacis	Amfípodes	GAMMARIDAE	NA
<i>Gammaropsis dentata</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PHOTIDAE	1
<i>Gammaropsis maculata</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PHOTIDAE	1
<i>Gammaropsis palmata</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PHOTIDAE	1
<i>Gammaropsis sophiae</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PHOTIDAE	1
<i>Gammarus insensibilis</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	GAMMARIDAE	1
<i>Gari costulata</i>	mol·luscs	bivalves		PSAMMOBIIDAE	1
<i>Gari fervensis</i>	mol·luscs	bivalves		PSAMMOBIIDAE	1
<i>Gari intermedia</i>	mol·luscs	bivalves		PSAMMOBIIDAE	1
<i>Gastrana fragilis</i>	mol·luscs	bivalves		TELLINIDAE	3
GASTROPODA	mol·luscs	gasteròpodes			NA
GASTROPODA sp1	mol·luscs	gasteròpodes			NA
<i>Gastrosaccus sanctus</i>	artròpodes	crustacis	Misidacis	MYSIDAE	2
<i>Gibberula miliaria</i>	mol·luscs	gasteròpodes		CYSTISCIDAE	2
<i>Gibberula philippii</i>	mol·luscs	gasteròpodes		CYSTISCIDAE	2
<i>Gibberula</i> spp.	mol·luscs	gasteròpodes		CYSTISCIDAE	2
<i>Gibbula drepanensis</i>	mol·luscs	gasteròpodes		TROCHIDAE	1
<i>Glans aculeata</i>	mol·luscs	bivalves		CARDITIDAE	1
<i>Glans trapezia</i>	mol·luscs	bivalves		CARDITIDAE	1
<i>Glossobalanus minutus</i>	hemicordats	enteropneusts	Enteropneusts	PTYCHODERIDAE	NA
<i>Glycera alba</i>	anèl·lids	poliquets		GLYCERIDAE	3
<i>Glycera capitata</i>	anèl·lids	poliquets		GLYCERIDAE	2
<i>Glycera celtica</i>	anèl·lids	poliquets		GLYCERIDAE	2
<i>Glycera fallax</i>	anèl·lids	poliquets		GLYCERIDAE	2
<i>Glycera lapidum</i>	anèl·lids	poliquets		GLYCERIDAE	2
<i>Glycera oxycephala</i>	anèl·lids	poliquets		GLYCERIDAE	2
<i>Glycera</i> spp.	anèl·lids	poliquets		GLYCERIDAE	NA
<i>Glycera tessellata</i>	anèl·lids	poliquets		GLYCERIDAE	2
<i>Glycera tridactyla</i>	anèl·lids	poliquets		GLYCERIDAE	2
<i>Glycera unicornis</i>	anèl·lids	poliquets		GLYCERIDAE	2
<i>Glycymeris bimaculata</i>	mol·luscs	bivalves		GLYCYMERIDIDAE	2
<i>Glycymeris glycymeris</i>	mol·luscs	bivalves		GLYCYMERIDIDAE	3
<i>Glycymeris insubrica</i>	mol·luscs	bivalves		GLYCYMERIDIDAE	NA
<i>Glycymeris</i> spp.	mol·luscs	bivalves		GLYCYMERIDIDAE	NA
<i>Gnathia phallonajopsis</i>	artròpodes	crustacis	Isòpodes	GNATHIIDAE	NA
GNATHIIDAE	artròpodes	crustacis	Isòpodes	GNATHIIDAE	NA
<i>Goneplax rhomboides</i>	artròpodes	crustacis	Decàpodes	GONEPLACIDAE	1
<i>Goniadella galaica</i>	anèl·lids	poliquets		GONIADIDAE	3
<i>Goodallia</i> spp.	mol·luscs	bivalves		ASTARTIDAE	2
<i>Goodallia triangularis</i>	mol·luscs	bivalves		ASTARTIDAE	2
<i>Gouldia minima</i>	mol·luscs	bivalves		VENERIDAE	2
<i>Gregariella semigranata</i>	mol·luscs	bivalves		MYTILIDAE	1
<i>Guernea coalita</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	DEXAMINIDAE	2
<i>Gyptis rosea</i>	anèl·lids	poliquets		HESIONIDAE	1
<i>Haminoea hydatis</i>	mol·luscs	gasteròpodes		HAMINOEIDAE	2
<i>Haminoea navicula</i>	mol·luscs	gasteròpodes		HAMINOEIDAE	2
<i>Haminoea</i> spp.	mol·luscs	gasteròpodes		HAMINOEIDAE	2
<i>Haplostylus normani</i>	artròpodes	crustacis	Misidacis		2
<i>Harmothoe antilopes</i>	anèl·lids	poliquets		POLYNOIDAE	2
<i>Harmothoe aspera</i>	anèl·lids	poliquets		POLYNOIDAE	2
<i>Harmothoe bellanii</i>	anèl·lids	poliquets		POLYNOIDAE	2
<i>Harmothoe extenuata</i>	anèl·lids	poliquets		POLYNOIDAE	2
<i>Harmothoe fragilis</i>	anèl·lids	poliquets		POLYNOIDAE	2
<i>Harmothoe imbricata</i>	anèl·lids	poliquets		POLYNOIDAE	2
<i>Harmothoe impar</i>	anèl·lids	poliquets		POLYNOIDAE	2
<i>Harmothoe longisetis</i>	anèl·lids	poliquets		POLYNOIDAE	2
<i>Harmothoe lunulata</i>	anèl·lids	poliquets		POLYNOIDAE	2
<i>Harmothoe spinifera</i>	anèl·lids	poliquets		POLYNOIDAE	2
<i>Harmothoe</i> spp.	anèl·lids	poliquets		POLYNOIDAE	2

Espècie/taxó	Phylum	Classe	Ordre	Família	G.E. (*)
HARPACTICOIDA	artròpodes	crustacis	Copèpodes		NA
Harpinia agna	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PHOXOCEPHALIDAE	1
Harpinia ala	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PHOXOCEPHALIDAE	1
Harpinia pectinata	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PHOXOCEPHALIDAE	2
Harpinia truncata	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PHOXOCEPHALIDAE	1
Hediste diversicolor	anèl·lids	poliquets		NEREIDIDAE	3
Hemilepton nitidum	mol·luscs	bivalves		LASEIDAE	NA
HESIONIDAE	anèl·lids	poliquets		HESIONIDAE	NA
Hesionura elongata	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
Hesionura serrata	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
Hesiospina similis	anèl·lids	poliquets		HESIONIDAE	2
Heteromastus filiformis	anèl·lids	poliquets		CAPITELLIDAE	4
Heteromysis spp.	artròpodes	crustacis	Misidacis	MYSIDAE	NA
HEXACTINELLIDA	porífers				NA
Hexaplex trunculus	mol·luscs	gasteròpodes		MURICIDAE	NA
Hiatella arctica	mol·luscs	bivalves		HIATELLIDAE	1
Hippomedon ambiguus	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LYSIANASSIDAE	1
Hippomedon massiliensis	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LYSIANASSIDAE	1
Hippomedon oculatus	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LYSIANASSIDAE	1
Hippomedon spp.	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LYSIANASSIDAE	1
HOLOTHUROIDEA	equinoderms	holoturoïdeus			1
HOMOSCLEROPHORIDA	porífers	homoscleromòrfis	Homosclerofòri		NA
HOPLOMERTEA	nemertins	enòplids			NA
Hyale camptonyx	artròpodes	crustacis	Amfípodes	HYALIDAE	1
Hyale schmidti	artròpodes	crustacis	Amfípodes	HYALIDAE	1
Hydrobia acuta	mol·luscs	gasteròpodes		HYDROBIIDAE	3
Hydrobia ulvae	mol·luscs	gasteròpodes		HYDROBIIDAE	3
Hydroides elegans	anèl·lids	poliquets		SERPULIDAE	3
Hydroides spp.	anèl·lids	poliquets		SERPULIDAE	NA
HYDROZOA	cnidaris	hidrozous			NA
Idotea chelipes	artròpodes	crustacis	Isòpodes	IDOTEIDAE	2
Idotea linearis	artròpodes	crustacis	Isòpodes	IDOTEIDAE	2
Idotea neglecta	artròpodes	crustacis	Isòpodes	IDOTEIDAE	2
IDOTEIDAE	artròpodes	crustacis	Isòpodes	IDOTEIDAE	2
Inachus sp1	artròpodes	crustacis	Decàpodes	INACHIDAE	1
Iphimedia minuta	artròpodes	crustacis	Amfípodes	IPHIMEDIIDAE	1
Iphimedia obesa	artròpodes	crustacis	Amfípodes	IPHIMEDIIDAE	1
Iphimedia spp.	artròpodes	crustacis	Amfípodes	IPHIMEDIIDAE	1
Iphinoe crassipes	artròpodes	crustacis	Cumacis	BODOTRIIDAE	1
Iphinoe inermis	artròpodes	crustacis	Cumacis	BODOTRIIDAE	1
Iphinoe serrata	artròpodes	crustacis	Cumacis	BODOTRIIDAE	1
Iphinoe spp.	artròpodes	crustacis	Cumacis	BODOTRIIDAE	NA
Iphinoe tenella	artròpodes	crustacis	Cumacis	BODOTRIIDAE	2
Iphinoe trispinosa	artròpodes	crustacis	Cumacis	BODOTRIIDAE	2
Irus irus	mol·luscs	bivalves		VENERIDAE	1
ISAEIDAE	artròpodes	crustacis	Amfípodes	ISAEIDAE	NA
ISCHYROCERIDAE	artròpodes	crustacis	Amfípodes	ISCHYROCERIDAE	NA
ISOPODA	artròpodes	crustacis	Isòpodes		NA
Jaera normadnni	artròpodes	crustacis	Isòpodes	JANIRIDAE	NA
Jaeropsis sp1	artròpodes	crustacis	Isòpodes	JOEROPSIDIDAE	NA
Jasmineira caudata	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
Jasmineira elegans	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
Jasmineira spp.	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
Jassa marmorata	artròpodes	crustacis	Amfípodes	ISCHYROCERIDAE	4
Jassa ocia	artròpodes	crustacis	Amfípodes	ISCHYROCERIDAE	4
Jujubinus striatus	mol·luscs	gasteròpodes		TROCHIDAE	1
Kellia suborbicularis	mol·luscs	bivalves		KELLIDAE	1
Kurtiella bidentata	mol·luscs	bivalves		MONTACUTIDAE	3
Labidoplax digitata	equinoderms	holoturoïdeus	Apòdids	SYNAPTIDAE	1
Labioleanira yhleni	anèl·lids	poliquets		SIGALIONIDAE	1



Espècie/taxó	Phylum	Classe	Ordre	Família	G.E. (*)
Laetmonice hystrix	anèl·lids	poliquets		APHRODITIDAE	2
Laevicardium crassum	mol·luscs	bivalves		CARDIDAE	1
Lagis koreni	anèl·lids	poliquets		PECTINARIDAE	3
Lanice conchilega	anèl·lids	poliquets		TEREBELIDAE	2
Laonice bahusiensis	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	3
Laonome kroeyeri	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
Leiochone leiopygos	anèl·lids	poliquets		MALDANIDAE	3
Leiostraca subulata	mol·luscs	gasteròpodes		EULIMIDAE	NA
Lekanesphaera spp.	artròpodes	crustacis	Isòpodes	SPHAEROMATIDAE	NA
Lembos sp1	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AORIDAE	1
Lembos sp2	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AORIDAE	1
Lembos websteri	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AORIDAE	1
Lentidium mediterraneum	mol·luscs	bivalves		CORBULIDAE	2
Lepidepcreum longicornis	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LYSIANASSIDAE	2
Lepidonotus clava	anèl·lids	poliquets		POLYNOIDAE	2
Leptocheirus guttatus	artròpodes	crustacis	Amfípodes	COROPHIIDAE	3
Leptocheirus hirsutimanus	artròpodes	crustacis	Amfípodes	COROPHIIDAE	3
Leptocheirus mariae	artròpodes	crustacis	Amfípodes	COROPHIIDAE	3
Leptocheirus pectinatus	artròpodes	crustacis	Amfípodes	COROPHIIDAE	3
Leptochelia savignyi	artròpodes	crustacis	Tanaidacis	LEPTOCHELIIDAE	3
Leptomysis spp.	artròpodes	crustacis	Misidacis	MYSIDAE	NA
Leptopentacta elongata	equinoderms	holoturoïdeus	Dendroquiròtids	CUCUMARIIDAE	1
Leptosynapta inhaerens	equinoderms	holoturoïdeus	Apòdids	SYNAPTIDAE	1
Leptosynapta minuta	equinoderms	holoturoïdeus	Apòdids	SYNAPTIDAE	1
Leucon mediterraneus	artròpodes	crustacis	Cumacis	LEUCONIDAE	2
Leucon spp.	artròpodes	crustacis	Cumacis	LEUCONIDAE	2
Leucothoe incisa	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LEUCOTHOIDAE	1
Leucothoe occulta	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LEUCOTHOIDAE	1
Leucothoe procera	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LEUCOTHOIDAE	1
Leucothoe spinicarpa	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LEUCOTHOIDAE	1
Leucothoe spp.	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LEUCOTHOIDAE	1
Levinsenia gracilis	anèl·lids	poliquets		PARAONIDAE	3
Levinsenia sp1	anèl·lids	poliquets		PARAONIDAE	3
Limaria loscombi	mol·luscs	bivalves		LIMIDAE	2
Limatula spp.	mol·luscs	bivalves		LIMIDAE	NA
LINEIDAE	nemertins	anòplids		LINEIDAE	2
Liocarcinus arcuatus	artròpodes	crustacis	Decàpodes	PORTUNIDAE	1
Liocarcinus bolivari	artròpodes	crustacis	Decàpodes	PORTUNIDAE	1
Liocarcinus depurator	artròpodes	crustacis	Decàpodes	PORTUNIDAE	1
Liocarcinus pusillus	artròpodes	crustacis	Decàpodes	PORTUNIDAE	1
Liocarcinus spp.	artròpodes	crustacis	Decàpodes	PORTUNIDAE	1
Liropus elongatus	artròpodes	crustacis	Amfípodes	CAPRELLIDAE	NA
Loripes lacteus	mol·luscs	bivalves		LUCINIDAE	3
Lucinella divaricata	mol·luscs	bivalves		LUCINIDAE	1
LUCINIDAE	mol·luscs	bivalves		LUCINIDAE	NA
LUMBRINERIDAE	anèl·lids	poliquets		LUMBRINERIDAE	NA
Lumbrinerides acuta	anèl·lids	poliquets		LUMBRINERIDAE	2
Lumbrineris fragilis	anèl·lids	poliquets		LUMBRINERIDAE	2
Lumbrineris latreilli	anèl·lids	poliquets		LUMBRINERIDAE	3
Lumbrineris nonatoi	anèl·lids	poliquets		LUMBRINERIDAE	2
Lumbrineris sp1	anèl·lids	poliquets		LUMBRINERIDAE	2
Lutraria oblonga	mol·luscs	bivalves		MACTRIDAE	1
Lysianassa caesarea	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LYSIANASSIDAE	1
Lysianassa costae	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LYSIANASSIDAE	1
LYSIANASSIDAE	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LYSIANASSIDAE	NA
Macoma cumana	mol·luscs	bivalves		TELLINIDAE	2
Macropodia rostrata	artròpodes	crustacis	Decàpodes	INACHIDAE	1
Mactra stultorum	mol·luscs	bivalves		MACTRIDAE	1
Maera grossimana	artròpodes	crustacis	Amfípodes	MELITIDAE	1
Maera hamigera	artròpodes	crustacis	Amfípodes	MELITIDAE	1

Espècie/taxó	Phylum	Classe	Ordre	Família	G.E. (*)
Maera inaequipis	artròpodes	crustacis	Amfípodes	MELITIDAE	1
Maera knudseni	artròpodes	crustacis	Amfípodes	MELITIDAE	1
Magelona alleni	anèl·lids	poliquets		MAGELONIDAE	1
Magelona equilamellae	anèl·lids	poliquets		MAGELONIDAE	1
Magelona filiformis	anèl·lids	poliquets		MAGELONIDAE	2
Magelona minuta	anèl·lids	poliquets		MAGELONIDAE	1
Magelona mirabilis	anèl·lids	poliquets		MAGELONIDAE	2
MAJIDAE	artròpodes	crustacis	Decàpodes	MAJIDAE	NA
Malacoceros fuliginosus	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	4
Malacoceros spp.	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	3
Malacoceros vulgaris	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	3
Maldane spp.	anèl·lids	poliquets		MALDANIDAE	1
Malmgreniella lunulata	anèl·lids	poliquets		SIGALIONIDAE	2
Mangelia attenuata	mol·luscs	gasteròpodes		CONIDAE	2
Mangelia multilineolata	mol·luscs	gasteròpodes		CONIDAE	NA
Mangelia unifasciata	mol·luscs	gasteròpodes		CONIDAE	2
Marphysa bellii	anèl·lids	poliquets		EUNICIDAE	2
Marphysa fallax	anèl·lids	poliquets		EUNICIDAE	2
Marphysa sanguinea	anèl·lids	poliquets		EUNICIDAE	2
Marphysa sp1	anèl·lids	poliquets		EUNICIDAE	2
Marphysa spp.	anèl·lids	poliquets		EUNICIDAE	2
Mastobranchus trinchesi	anèl·lids	poliquets		CAPITELLIDAE	4
Medicorophium rotundirostre	artròpodes	crustacis	Amfípodes	COROPHIIDAE	NA
Medicorophium runcicorne	artròpodes	crustacis	Amfípodes	COROPHIIDAE	2
Mediomastus fragilis	anèl·lids	poliquets		CAPITELLIDAE	3
Megalomma vesiculosum	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	1
Megaluropus massiliensis	artròpodes	crustacis	Amfípodes	MEGALUROPIDAE	1
Megaluropus monasteriensis	artròpodes	crustacis	Amfípodes	MEGALUROPIDAE	1
Megamphopus brevidactylus	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PHOTIDAE	1
Megamphopus cornutus	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PHOTIDAE	1
Megamphopus spp.	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PHOTIDAE	1
Melita bulla	artròpodes	crustacis	Amfípodes	MELITIDAE	NA
Melita hergensis	artròpodes	crustacis	Amfípodes	MELITIDAE	1
Mellinna palmata	anèl·lids	poliquets		AMPHARETIDAE	3
Metaphoxus fultoni	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PHOXOCEPHALIDAE	2
Microdeutopus algicola	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AORIDAE	1
Microdeutopus gryllotalpa	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AORIDAE	3
Microdeutopus obtusatus	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AORIDAE	NA
Microdeutopus similis	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AORIDAE	NA
Microdeutopus spp.	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AORIDAE	NA
Microdeutopus stationis	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AORIDAE	1
Microdeutopus versiculatus	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AORIDAE	3
Micronephthys minuta	anèl·lids	poliquets		NEPHTYIDAE	2
Micronephthys sphaerocirrata	anèl·lids	poliquets		NEPHTYIDAE	2
Micronephthys stammeri	anèl·lids	poliquets		NEPHTYIDAE	3
Microprotopus maculatus	artròpodes	crustacis	Amfípodes	MICROPROPOTIDAE	1
Microspio mecnikowianus	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	3
Mimachlamys varia	mol·luscs	bivalves		PECTINIDAE	1
Mitrella broderipi	mol·luscs	gasteròpodes		COLUMBELLIDAE	1
Modiolula phaseolina	mol·luscs	bivalves		MYTILIDAE	1
Modiolus adriaticus	mol·luscs	bivalves		MYTILIDAE	1
Modiolus barbatus	mol·luscs	bivalves		MYTILIDAE	1
Modiolus modiolus	mol·luscs	bivalves		MYTILIDAE	1
Monoculodes acutipes	artròpodes	crustacis	Amfípodes	OEDICEROTIDAE	1
Monoculodes carinatus	artròpodes	crustacis	Amfípodes	OEDICEROTIDAE	1
Monoculodes gibbosus	artròpodes	crustacis	Amfípodes	OEDICEROTIDAE	1
Monoculodes sp1	artròpodes	crustacis	Amfípodes	OEDICEROTIDAE	1
Monticellina heterochaeta	anèl·lids	poliquets		CIRRATULIDAE	3
Munna sp1	artròpodes	crustacis	Isòpodes	MUNNIDAE	2
Musculus costulatus	mol·luscs	bivalves		MYTILIDAE	1

Espècie/taxó	Phylum	Classe	Ordre	Família	G.E. (*)
<i>Myosotella denticulata</i>	mol·luscs	gasteròpodes		ELLOBIIDAE	NA
<i>Myrianida brachycephala</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Myrianida edwarsi</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Myrianida prolifer</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Myrianida spp.</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Myrtea spinifera</i>	mol·luscs	bivalves		LUCINIDAE	2
MYSIDACEA	artròpodes	crustacis	Misidacis		NA
<i>Mysidopsis gibbosa</i>	artròpodes	crustacis	Misidacis	MYSIDAE	NA
<i>Mytilaster marioni</i>	mol·luscs	bivalves		MYTILIDAE	1
<i>Mytilaster minimus</i>	mol·luscs	bivalves		MYTILIDAE	1
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	mol·luscs	bivalves		MYTILIDAE	3
<i>Naineris laevigata</i>	anèl·lids	poliquets		ORBINIIDAE	2
NANNASTACIDAE	artròpodes	crustacis	Cumacis	NANNASTACIDAE	2
<i>Nannastacus unguiculatus</i>	artròpodes	crustacis	Cumacis	NANNASTACIDAE	2
<i>Nassarius corniculum</i>	mol·luscs	gasteròpodes		NASSARIIDAE	2
<i>Nassarius cuvierii</i>	mol·luscs	gasteròpodes		NASSARIIDAE	2
<i>Nassarius denticulatus</i>	mol·luscs	gasteròpodes		NASSARIIDAE	2
<i>Nassarius incassatus</i>	mol·luscs	gasteròpodes		NASSARIIDAE	2
<i>Nassarius mutabilis</i>	mol·luscs	gasteròpodes		NASSARIIDAE	2
<i>Nassarius pygmaeus</i>	mol·luscs	gasteròpodes		NASSARIIDAE	2
<i>Nassarius reticulatus</i>	mol·luscs	gasteròpodes		NASSARIIDAE	2
<i>Nassarius spp.</i>	mol·luscs	gasteròpodes		NASSARIIDAE	2
<i>Natica hebraea</i>	mol·luscs	gasteròpodes		NATICIDAE	2
<i>Natica rizzae</i>	mol·luscs	gasteròpodes		NATICIDAE	2
<i>Natica spp.</i>	mol·luscs	gasteròpodes		NATICIDAE	2
<i>Natica stercusmuscarum</i>	mol·luscs	gasteròpodes		NATICIDAE	2
NATICIDAE	mol·luscs	gasteròpodes		NATICIDAE	2
<i>Neanthes caudata</i>	anèl·lids	poliquets		NEREIDIDAE	2
<i>Neanthes irrorata</i>	anèl·lids	poliquets		NEREIDIDAE	4
<i>Nebalia spp.</i>	artròpodes	crustacis	Leptostracis		NA
NEMATODA	nematodes				3
<i>Nematonereis spp.</i>	anèl·lids	poliquets		EUNICIDAE	2
<i>Nematonereis unicornis</i>	anèl·lids	poliquets		EUNICIDAE	2
NEMERTEA	nemertins				3
<i>Neolepton spp.</i>	mol·luscs	bivalves		NEOLEPTONIDAE	3
<i>Nephasoma spp.</i>	sipuncúlids	sipunculideus	Golfingids	GOLFINGIIDAE	1
<i>Nephtys assimilis</i>	anèl·lids	poliquets		NEPHTYIDAE	2
<i>Nephtys cirrosa</i>	anèl·lids	poliquets		NEPHTYIDAE	2
<i>Nephtys hombergi</i>	anèl·lids	poliquets		NEPHTYIDAE	2
<i>Nephtys hystricis</i>	anèl·lids	poliquets		NEPHTYIDAE	2
<i>Nephtys kersivalensis</i>	anèl·lids	poliquets		NEPHTYIDAE	2
<i>Nephtys spp.</i>	anèl·lids	poliquets		NEPHTYIDAE	2
NEREIDAE	anèl·lids	poliquets		NEREIDIDAE	NA
<i>Nereiphylla castanea</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
<i>Nereiphylla nana</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
<i>Nereiphylla paretii</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
<i>Nereiphylla pusilla</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
<i>Nereiphylla rubiginosa</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
<i>Nereiphylla spp.</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
<i>Nereis spp.</i>	anèl·lids	poliquets		NEREIDIDAE	NA
<i>Neverita josephinia</i>	mol·luscs	gasteròpodes		NATICIDAE	1
<i>Nicolea venustula</i>	anèl·lids	poliquets		ORBINIIDAE	2
<i>Niso foresti</i>	mol·luscs	gasteròpodes		EULIMIDAE	NA
<i>Notaulux pheotenia</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	NA
<i>Notocirrus scoticus</i>	anèl·lids	poliquets		OENONIDAE	2
<i>Notolimea crassa</i>	mol·luscs	bivalves		LIMIDAE	NA
<i>Notomastus aberans</i>	anèl·lids	poliquets		CAPITELLIDAE	3
<i>Notomastus latericeus</i>	anèl·lids	poliquets		CAPITELLIDAE	3
<i>Nucula nitidosa</i>	mol·luscs	bivalves		NUCULIDAE	2
<i>Nucula nucleus</i>	mol·luscs	bivalves		NUCULIDAE	1

Espècie/taxó	Phylum	Classe	Ordre	Família	G.E. (*)
<i>Nucula sulcata</i>	mol·luscs	bivalves		NUCULIDAE	2
<i>Nuculana illirica</i>	mol·luscs	bivalves		NUCULANIDAE	1
<i>Nuculana pella</i>	mol·luscs	bivalves		NUCULANIDAE	1
NUDIBRANCHIA	mol·luscs	gasteròpodes			NA
<i>Nymphon</i> spp.	artròpodes	picnogònids	Pantòpodes	NYMPHONIDAE	1
<i>Ocinebrina aciculata</i>	mol·luscs	gasteròpodes		MURICIDAE	2
<i>Odontosyllis ctenostoma</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Odontosyllis fulgurans</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Odontosyllis gibba</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Odontosyllis</i> spp.	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Odostomia angusta</i>	mol·luscs	gasteròpodes		PYRAMIDELLIDAE	2
<i>Odostomia conoidea</i>	mol·luscs	gasteròpodes		PYRAMIDELLIDAE	2
<i>Odostomia eulimoides</i>	mol·luscs	gasteròpodes		PYRAMIDELLIDAE	2
<i>Odostomia</i> spp.	mol·luscs	gasteròpodes		PYRAMIDELLIDAE	2
OEDICEROTIDAE	artròpodes	crustacis	Amfípodes	OEDICEROTIDAE	NA
OLIGOCHAETA	anèl·lids	oligoquets			4
<i>Omalogyra atomus</i>	mol·luscs	gasteròpodes		OMALOGYRIDAE	NA
<i>Ondina obliqua</i>	mol·luscs	gasteròpodes		PYRAMIDELLIDAE	NA
<i>Onuphis conchilega</i>	anèl·lids	poliquets		ONUPHIDAE	2
<i>Onuphis eremita</i>	anèl·lids	poliquets		ONUPHIDAE	2
<i>Onuphis</i> spp.	anèl·lids	poliquets		ONUPHIDAE	2
OPHELIDAE	anèl·lids	poliquets		OPHELIDAE	1
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	anèl·lids	poliquets		HESIONIDAE	2
<i>Ophiodromus pallidus</i>	anèl·lids	poliquets		HESIONIDAE	2
<i>Ophiodromus</i> spp.	anèl·lids	poliquets		HESIONIDAE	2
<i>Ophiothrix fragilis</i>	equinoderms	ofiuroïdeus	Ofiúrids	OPHIOTRICHIDAE	1
<i>Ophiura albida</i>	equinoderms	ofiuroïdeus	Ofiúrids	OPHIURIDAE	2
<i>Ophiura ophiura</i>	equinoderms	ofiuroïdeus	Ofiúrids	OPHIURIDAE	2
<i>Ophiura</i> spp.	equinoderms	ofiuroïdeus	Ofiúrids	OPHIURIDAE	2
OPHIUROIDEA	equinoderms	ofiuroïdeus			2
<i>Ophryotrocha labronica</i>	anèl·lids	poliquets		DORVILLEIDAE	4
<i>Opisthodonta pterochaeta</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
OPISTOBRANCHIA	mol·luscs	gasteròpodes			NA
<i>Orbinia papillosa</i>	anèl·lids	poliquets		ORBINIDAE	2
ORBINIDAE	anèl·lids	poliquets		ORBINIIDAE	NA
<i>Orchomene grimaldii</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LYSIANASSIDAE	2
<i>Orchomene humilis</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LYSIANASSIDAE	2
<i>Orchomene similis</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LYSIANASSIDAE	2
<i>Orchomene</i> spp.	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LYSIANASSIDAE	2
<i>Orchomenella nana</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LYSIANASSIDAE	2
<i>Oriopsis armandi</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
<i>Oriopsis eimeri</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
OSTRACODA	artròpodes	crustacis	Ostràcodes		NA
<i>Ostracoda</i> sp1	artròpodes	crustacis	Ostràcodes		NA
<i>Ostracoda</i> sp2	artròpodes	crustacis	Ostràcodes		NA
<i>Ostracoda</i> sp3	artròpodes	crustacis	Ostràcodes		NA
<i>Ostracoda</i> sp4	artròpodes	crustacis	Ostràcodes		2
<i>Owenia fusiformis</i>	anèl·lids	poliquets		OWENIIDAE	2
<i>Oxynoe olivacea</i>	mol·luscs	gasteròpodes			NA
PAGURIDAE	artròpodes	crustacis	Decàpodes	PAGURIDAE	NA
<i>Paguristes eremita</i>	artròpodes	crustacis	Decàpodes	DIOGENIDAE	2
<i>Pagurus prideauxi</i>	artròpodes	crustacis	Decàpodes	PAGURIDAE	2
<i>Palliolum incomparabile</i>	mol·luscs	bivalves		PECTINIDAE	1
<i>Palola siciliensis</i>	anèl·lids	poliquets		EUNICIDAE	NA
<i>Palposyllis prosostoma</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	NA
PANDALIDAE	artròpodes	crustacis	Decàpodes	PANDALIDAE	NA
<i>Pandora inaequalis</i>	mol·luscs	bivalves		PANDORIDAE	1
<i>Pandora pinna</i>	mol·luscs	bivalves		PANDORIDAE	1
PANTOPODA	artròpodes	picnogònids	Pantòpodes		NA
<i>Paracapitella southwardi</i>	anèl·lids	poliquets		CAPITELLIDAE	NA

Espècie/taxó	Phylum	Classe	Ordre	Família	G.E. (*)
Paracentromedon crenulatum	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LYSIANASSIDAE	1
Paradialychone filicaudata	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
Paradoneis armata	anèl·lids	poliquets		PARAONIDAE	3
Paradoneis fulgens	anèl·lids	poliquets		PARAONIDAE	3
Paradoneis ilvana	anèl·lids	poliquets		PARAONIDAE	2
Paradoneis lyra	anèl·lids	poliquets		PARAONIDAE	3
Paralacydonia paradoxa	anèl·lids	poliquets		PARALACYDONIIDAE	2
Paramysis spp.	artròpodes	crustacis	Misidacis	MYSIDAE	NA
Paranthura costana	artròpodes	crustacis	Isòpodes	ANTHURIDAE	NA
PARAONIDAE	anèl·lids	poliquets		PARAONIDAE	NA
Paraonis tenera	anèl·lids	poliquets		PARAONIDAE	NA
Parapionosyllis brevicirra	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Parapionosyllis cabezali	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Parapionosyllis elegans	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Parapionosyllis labronica	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Parapionosyllis minuta	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Paraprionospio pinnata	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	4
Pariambus typicus	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PARIAMBIDAE	2
Parougia caeca	anèl·lids	poliquets		DORVILLEIDAE	4
Parvicardium exiguum	mol·luscs	bivalves		CARDIIDAE	2
Parvicardium minimum	mol·luscs	bivalves		CARDIIDAE	1
Parvicardium pinnulatum	mol·luscs	bivalves		CARDIIDAE	1
Parvicardium scriptum	mol·luscs	bivalves		CARDIIDAE	1
Parvipalpus linea	artròpodes	crustacis	Amfípodes	CAPRELLIDAE	2
Parvipalpus sp1	artròpodes	crustacis	Amfípodes	CAPRELLIDAE	NA
Pelogenia arenosa	anèl·lids	poliquets		SIGALIONIDAE	NA
Peltocoxa marioni	artròpodes	crustacis	Amfípodes	AMPHILOCHIDAE	NA
PENNATULACEA	cnidaris	antozous	Pennatulacis		1
Peresiella clymenoides	anèl·lids	poliquets		CAPITELLIDAE	3
Perioculodes equimanus	artròpodes	crustacis	Amfípodes	OEDICEROTIDAE	2
Perioculodes longimanus	artròpodes	crustacis	Amfípodes	OEDICEROTIDAE	2
Perrierella spp.	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LYSIANASSIDAE	NA
Pestarella thyrrena	artròpodes	crustacis	Decàpodes	CALLIANASSIDAE	3
Pettiboneia urciensis	anèl·lids	poliquets		DORVILLEIDAE	2
Pharus legumen	mol·luscs	bivalves		PHARIDAE	1
PHASCOLOSOMATIDAE	sipuncúlids	fascolosomatideus	Fascolosomatid	PHASCOLOSOMATIDAE	NA
Phaxas pellucidus	mol·luscs	bivalves		PHARIDAE	1
Pherusa monilifera	anèl·lids	poliquets		FLABELLIGERIDAE	1
Pherusa plumosa	anèl·lids	poliquets		FLABELLIGERIDAE	NA
Philine aperta	mol·luscs	gasteròpodes		PHILINIDAE	2
Philocheras trispinosus	artròpodes	crustacis	Decàpodes	CRANGONIDAE	1
Pholoe inornata	anèl·lids	poliquets		SIGALIONIDAE	4
Phoronis psammophila	forònids				2
Photis longicaudata	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PHOTIDAE	1
Photis longipes	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PHOTIDAE	1
Photis spp.	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PHOTIDAE	1
PHOXOCEPHALIDAE	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PHOXOCEPHALIDAE	NA
Phtisica marina	artròpodes	crustacis	Amfípodes	CAPRELLIDAE	2
Phyllodoce laminosa	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
Phyllodoce lineata	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
Phyllodoce longipes	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
Phyllodoce maculata	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
Phyllodoce madeirensis	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
Phyllodoce mucosa	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
Phyllodoce rosea	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
PHYLLODOCIDAE	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	NA
Phylo phoetida	anèl·lids	poliquets		ORBINIDAE	3
Pilargis verrucosa	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	1
Pileolaria militaris	anèl·lids	poliquets		SERPULIDAE	NA
Pionosyllis anophthalma	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2

Espècie/taxó	Phylum	Classe	Ordre	Família	G.E. (*)
<i>Pionosyllis mucosa</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Pionosyllis</i> spp.	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Pionosyllis weismanni</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Piromis eruca</i>	anèl·lids	poliquets		FLABELLIGERIDAE	2
<i>Pisidia longicornis</i>	artròpodes	crustacis	Decàpodes	PORCELLANIDAE	1
<i>Pisione remota</i>	anèl·lids	poliquets		PISIONIDAE	1
<i>Pista cristata</i>	anèl·lids	poliquets		TEREBELLIDAE	1
<i>Pistella lornensis</i>	anèl·lids	poliquets		TEREBELLIDAE	1
<i>Pitar rudis</i>	mòl·luscs	bivalves		VENERIDAE	2
<i>Plagiocardium papillosum</i>	mòl·luscs	bivalves		CARDIIDAE	2
<i>Plakosyllis brevipes</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Platynereis dumerilii</i>	anèl·lids	poliquets		NEREIDIDAE	3
<i>Podarkeopsis arenicola</i>	anèl·lids	poliquets		HESIONIDAE	2
<i>Podocerus</i> spp.	artròpodes	crustacis	Amfípodes	PODOCERIDAE	NA
<i>Pododesmus squama</i>	mòl·luscs	bivalves		ANOMIIDAE	1
<i>Poecilochaetus serpens</i>	anèl·lids	poliquets		POECILOCHAETIDAE	1
<i>Pollia dorbignyi</i>	mòl·luscs	gasteròpodes		BUCCINIDAE	NA
<i>Polycirrus denticulatus</i>	anèl·lids	poliquets		TEREBELLIDAE	4
<i>Polycirrus haematodes</i>	anèl·lids	poliquets		TEREBELLIDAE	4
<i>Polycirrus medusa</i>	anèl·lids	poliquets		TEREBELLIDAE	4
<i>Polycirrus</i> spp.	anèl·lids	poliquets		TEREBELLIDAE	4
<i>Polycirrus tenuisetis</i>	anèl·lids	poliquets		TEREBELLIDAE	4
<i>Polydora cornuta</i>	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	4
<i>Polygordius</i> spp.	anèl·lids	arquianèl·lids		POLIGORDIIDAE	1
POLYNOIDAE	anèl·lids	poliquets		POLYNOIDAE	NA
<i>Polyophthalmus pictus</i>	anèl·lids	poliquets		OPHELIIDAE	1
<i>Pontocrates altamarinus</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	OEDICEROTIDAE	2
<i>Pontocrates arenarius</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	OEDICEROTIDAE	2
<i>Pontocrates</i> spp.	artròpodes	crustacis	Amfípodes	OEDICEROTIDAE	2
<i>Portumnus latipes</i>	artròpodes	crustacis	Decàpodes	PORTUNIDAE	1
PORTUNIDAE	artròpodes	crustacis	Decàpodes	PORTUNIDAE	NA
<i>Potamilla reniformis</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
<i>Praxillella lophoseta</i>	anèl·lids	poliquets		MALDANIDAE	3
<i>Praxillella praetermissa</i>	anèl·lids	poliquets		MALDANIDAE	3
<i>Praxillella</i> spp.	anèl·lids	poliquets		MALDANIDAE	3
<i>Prionospio caspersi</i>	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	2
<i>Prionospio cirrifer</i>	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	3
<i>Prionospio ehlersi</i>	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	4
<i>Prionospio fallax</i>	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	4
<i>Prionospio multibranchiata</i>	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	4
<i>Prionospio pinnata</i>	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	4
<i>Processa edulis</i>	artròpodes	crustacis	Decàpodes	PROCESSIDAE	1
<i>Processa</i> spp.	artròpodes	crustacis	Decàpodes	PROCESSIDAE	1
<i>Prosphaerosyllis campoyi</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Protoariciea oesterdii</i>	anèl·lids	poliquets		PARONIDAE	3
<i>Protocirrineris chrysoderma</i>	anèl·lids	poliquets		CIRRATULIDAE	4
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	anèl·lids	poliquets		DORVILLEIDAE	2
<i>Protomystides bidentata</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
<i>Protomystides</i> spp.	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
PSAMMOBIIDAE	mòl·luscs	bivalves		PSAMMOBIIDAE	1
<i>Psammogammarus gracilis</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	MELITIDAE	NA
<i>Pseudocapitella incerta</i>	anèl·lids	poliquets		CAPITELLIDAE	4
<i>Pseudocuma ciliatum</i>	artròpodes	crustacis	Cumacis	PSEUDOCUMATIDAE	2
<i>Pseudocuma longicorne</i>	artròpodes	crustacis	Cumacis	PSEUDOCUMATIDAE	2
<i>Pseudocuma simile</i>	artròpodes	crustacis	Cumacis	PSEUDOCUMATIDAE	2
<i>Pseudolirius kroyeri</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	CAPRELLIDAE	3
<i>Pseudomastus deltaicus</i>	anèl·lids	poliquets		CAPITELLIDAE	4
<i>Pseudomystides limbata</i>	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
<i>Pseudomystides</i> spp.	anèl·lids	poliquets		PHYLLODOCIDAE	2
<i>Pseudonotomastus southerni</i>	anèl·lids	poliquets		CAPITELLIDAE	NA

Espècie/taxó	Phylum	Classe	Ordre	Família	G.E. (*)
<i>Pseudopolydora kemp</i>	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	NA
<i>Pseudopolydora</i>	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	4
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	4
<i>Pseudoprotella phasma</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	CAPRELLIDAE	3
<i>Pusillina inconspicua</i>	mol·luscs	gasteròpodes		RISSOIDAE	1
<i>Pusillina lineolata</i>	mol·luscs	gasteròpodes		RISSOIDAE	1
<i>Pusillina philippi</i>	mol·luscs	gasteròpodes		RISSOIDAE	1
<i>Pusillina radiata</i>	mol·luscs	gasteròpodes		RISSOIDAE	1
<i>Raphidrilus nemasoma</i>	anèl·lids	poliquets		CTENODRILIDAE	4
<i>Raphitoma aequalis</i>	mol·luscs	gasteròpodes		CONIDAE	1
<i>Retusa obtusa</i>	mol·luscs	gasteròpodes		RETUSIDAE	2
<i>Retusa truncatula</i>	mol·luscs	gasteròpodes		RETUSIDAE	2
RETUSIDAE	mol·luscs	gasteròpodes		RETUSIDAE	2
<i>Ringicula auriculata</i>	mol·luscs	gasteròpodes		RINGICULIDAE	1
<i>Rissoa monodonta</i>	mol·luscs	gasteròpodes		RISSOIDAE	1
<i>Rissoa parva</i>	mol·luscs	gasteròpodes		RISSOIDAE	1
<i>Rissoa sp2</i>	mol·luscs	gasteròpodes		RISSOIDAE	2
<i>Rissoa spp.</i>	mol·luscs	gasteròpodes		RISSOIDAE	NA
<i>Rissoa ventricosa</i>	mol·luscs	gasteròpodes		RISSOIDAE	1
RISSOELLIDAE	mol·luscs	gasteròpodes		RISSOELLIDAE	NA
RISSOIDAE	mol·luscs	gasteròpodes		RISSOIDAE	1
<i>Ruditapes decussatus</i>	mol·luscs	bivalves		VENERIDAE	2
<i>Ruditapes philippinarum</i>	mol·luscs	bivalves		VENERIDAE	3
<i>Sabella fusca</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	NA
SABELLIDAE	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	NA
<i>Sabellides borealis</i>	anèl·lids	poliquets		AMPHARETIDAE	2
<i>Sabellides octocirrata</i>	anèl·lids	poliquets		SABELLIDAE	2
<i>Saccella illirica</i>	mol·luscs	bivalves		NUCULANIDAE	1
<i>Saccocirrus spp.</i>	anèl·lids	arquianèl·lids		SACCOCIRRIDAE	1
SACOGLOSSA	mol·luscs	gasteròpodes			NA
SAGARTIDAE	cnidaris	antozous	Actiniaris	SAGARTIDAE	NA
<i>Salvatoria alvaradoi</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Salvatoria clavata</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Salvatoria limbata</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Salvatoria yraidae</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Scalibregma celticum</i>	anèl·lids	poliquets		SCALIBREGMATIDAE	3
<i>Scaphander lignarius</i>	mol·luscs	gasteròpodes		CYLICHNIDAE	1
SCAPHOPODA	mol·luscs	escafòpodes			NA
<i>Schistomeringos caeca</i>	anèl·lids	poliquets		DORVILLEIDAE	2
<i>Schistomeringos neglecta</i>	anèl·lids	poliquets		DORVILLEIDAE	2
<i>Scolaricia typica</i>	anèl·lids	poliquets		ORBINIIDAE	1
<i>Scolecopsis korsuni</i>	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	NA
<i>Scolecopsis mesnili</i>	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	3
<i>Scolecopsis squamata</i>	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	3
<i>Scoletoma impatiens</i>	anèl·lids	poliquets		LUMBRINERIDAE	2
<i>Scoloplos armiger</i>	anèl·lids	poliquets		ORBINIIDAE	1
<i>Scrobicularia plana</i>	mol·luscs	bivalves		SCROBICULARIIDAE	3
<i>Semicassis granulata</i>	mol·luscs	gasteròpodes		CASSIDAE	NA
<i>Semivermilia crenata</i>	anèl·lids	poliquets		SERPULIDAE	NA
SEROLIDAE	artròpodes	crustacis	Isòpodes	SEROLIDAE	NA
<i>Serpula concharum</i>	anèl·lids	poliquets		SERPULIDAE	2
<i>Serpula vermicularis</i>	anèl·lids	poliquets		SERPULIDAE	1
SERPULIDAE	anèl·lids	poliquets		SERPULIDAE	NA
<i>Setia turriculata</i>	mol·luscs	gasteròpodes		RISSOIDAE	1
<i>Sigalion mathildae</i>	anèl·lids	poliquets		SIGALIONIDAE	1
<i>Sigalion spp.</i>	anèl·lids	poliquets		SIGALIONIDAE	1
<i>Sigalion squamosus</i>	anèl·lids	poliquets		SIGALIONIDAE	1
<i>Sigambra parva</i>	anèl·lids	poliquets		PILARGIDAE	3
<i>Siphonoecetes dellavallei</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	COROPHIIDAE	2
SIPHONOSTOMATOIDA	artròpodes	crustacis	Copèpodes		NA

Espècie/taxó	Phylum	Classe	Ordre	Família	G.E. (*)
SIPUNCULA	sipuncúlids				1
Siriella clausi	artròpodes	crustacis	Misidacis	MYSIDAE	2
Skeneopsis planorbis	mol·luscs	gasteròpodes		SKENEOPSISIDAE	1
Smaragdia viridis	mol·luscs	gasteròpodes		NERITIDAE	1
Socarnes filicomis	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LYSIANASSIDAE	2
Solemya togata	mol·luscs	bivalves		SOLEMYIDAE	1
SPATANGIDAE	equinoderms	equinoïdeus	Espatàngids	SPTANGIDAE	1
Spatangus purpureus	equinoderms	equinoïdeus	Espatàngids	SPATANGIDAE	1
Sphaerodoropsis minuta	anèl·lids	poliquets		SPHAERODORIDAE	2
Sphaerodorum gracile	anèl·lids	poliquets		SPHAERODORIDAE	2
Sphaeroma serratum	artròpodes	crustacis	Isòpodes	SPHAEROMATIDAE	3
SPHAEROMATIDAE	artròpodes	crustacis	Isòpodes	SPHAEROMATIDAE	NA
Sphaerosyllis austriaca	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Sphaerosyllis bulbosa	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Sphaerosyllis glandulata	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Sphaerosyllis hystrix	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Sphaerosyllis pirifera	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Sphaerosyllis spp.	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Sphaerosyllis taylori	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Spio decoratus	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	3
Spiochaetopterus solitarius	anèl·lids	poliquets		CHAETOPTERIDAE	2
SPIONIDAE	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	NA
Spiophanes bombyx	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	3
Spiophanes kroyeri	anèl·lids	poliquets		SPIONIDAE	3
Spirobranchus polytrema	anèl·lids	poliquets		SERPULIDAE	3
Spirobranchus triqueter	anèl·lids	poliquets		SERPULIDAE	2
Spirorbis spp.	anèl·lids	poliquets		SPIORBIDAE	2
Spisula elliptica	mol·luscs	bivalves		MACTRIDAE	NA
Spisula subtruncata	mol·luscs	bivalves		MACTRIDAE	1
Squilla spp.	artròpodes	crustacis	Estomatòpodes	SQUILLIDAE	1
Stenosoma lancifer	artròpodes	crustacis	Isòpodes	IDOTEIDAE	NA
Stenothoe elachistoides	artròpodes	crustacis	Amfípodes	STENOTHOEIDAE	2
Stenothoe monoculoides	artròpodes	crustacis	Amfípodes	STENOTHOEIDAE	2
STENOTHOEIDAE	artròpodes	crustacis	Amfípodes	STENOTHOEIDAE	2
Sternaspis scutata	anèl·lids	poliquets		STERNASPIDAE	3
Sthenelais boa	anèl·lids	poliquets		SIGALIONIDAE	2
Sthenelais limicola	anèl·lids	poliquets		SIGALIONIDAE	2
Streptosyllis bidentata	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Streptosyllis campoyi	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Streptosyllis taylori	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Streptosyllis templandoi	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Streptosyllis websteri	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
SYLLIDAE	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	NA
Syllides bansei	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Syllides convolutus	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Syllidia armata	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Syllis alternata	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Syllis amica	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Syllis beneliahuae	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Syllis cornuta	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Syllis garciai	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Syllis gerlachi	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Syllis gerundensis	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Syllis hyalina	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Syllis kabilica	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Syllis pectinatus	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Syllis pontxioi	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Syllis prolifera	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Syllis rosea	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
Syllis sp2	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2



Espècie/taxó	Phylum	Classe	Ordre	Família	G.E. (*)
<i>Syllis torquata</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Syllis variegata</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Syllis vittata</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
SYNAPTIDAE	equinoderms	holoturoïdeus	Apòdids	SYNAPTIDAE	1
<i>Synchelidium haplocheles</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	OEDICEROTIDAE	1
<i>Synchelidium longidigitatum</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	OEDICEROTIDAE	1
<i>Synchelidium maculatum</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	OEDICEROTIDAE	1
TALITRIDAE	artròpodes	crustacis	Amfípodes	TALITRIDAE	NA
TANAIDACEA	artròpodes	crustacis	Tanaidacis		2
<i>Tanais dulongii</i>	artròpodes	crustacis	Tanaidacis	TANAIDAE	2
<i>Tanais</i> spp.	artròpodes	crustacis	Tanaidacis	TANAIDAE	2
<i>Tanaissus</i> spp.	artròpodes	crustacis	Tanaidacis	NOTOTANAIDAE	2
<i>Tectarius striatus</i>	mol·luscs	gasteròpodes		LITTORINIDAE	NA
<i>Tectonica rizzae</i>	mol·luscs	gasteròpodes		NATICIDAE	2
<i>Tectonica sagraiana</i>	mol·luscs	gasteròpodes		NATICIDAE	2
<i>Tellimya ferruginosa</i>	mol·luscs	bivalves		MONTACUTIDAE	2
<i>Tellina compressa</i>	mol·luscs	bivalves		TELLINIDAE	1
<i>Tellina donacina</i>	mol·luscs	bivalves		TELLINIDAE	2
<i>Tellina fabula</i>	mol·luscs	bivalves		TELLINIDAE	1
<i>Tellina incarnata</i>	mol·luscs	bivalves		TELLINIDAE	1
<i>Tellina nitida</i>	mol·luscs	bivalves		TELLINIDAE	1
<i>Tellina planata</i>	mol·luscs	bivalves		TELLINIDAE	1
<i>Tellina pulchella</i>	mol·luscs	bivalves		TELLINIDAE	2
<i>Tellina serrata</i>	mol·luscs	bivalves		TELLINIDAE	1
<i>Tellina</i> sp1	mol·luscs	bivalves		TELLINIDAE	2
<i>Tellina</i> spp.	mol·luscs	bivalves		TELLINIDAE	NA
<i>Tellina tenuis</i>	mol·luscs	bivalves		TELLINIDAE	1
<i>Terebella lapidaria</i>	anèl·lids	poliquets		TEREBELLIDAE	1
TEREBELLIDAE	anèl·lids	poliquets		TEREBELLIDAE	NA
<i>Tharyx retieri</i>	anèl·lids	poliquets		CIRRATULIDAE	4
<i>Thelepus cincinnatus</i>	anèl·lids	poliquets		TEREBELLIDAE	2
<i>Thelepus setosus</i>	anèl·lids	poliquets		TEREBELLIDAE	2
<i>Thelepus</i> spp.	anèl·lids	poliquets		TEREBELLIDAE	2
<i>Thracia distorta</i>	mol·luscs	bivalves		THRACIIDAE	1
<i>Thracia papyracea</i>	mol·luscs	bivalves		THRACIIDAE	1
<i>Thyone fusus</i>	equinoderms	holoturoïdeus	Dendroquiròtids	PHYLLOPHORIDAE	1
<i>Timoclea ovata</i>	mol·luscs	bivalves		VENERIDAE	1
<i>Tricolia pullus</i>	mol·luscs	gasteròpodes		PHASIANELLIDAE	1
<i>Tricolia</i> spp.	mol·luscs	gasteròpodes		PHASIANELLIDAE	1
TROCHIDAE	mol·luscs	gasteròpodes		TROCHIDAE	NA
<i>Trypanosyllis coeliaca</i>	anèl·lids	poliquets		SYLLIDAE	2
<i>Tryphosella minima</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LYSIANASSIDAE	1
<i>Tryphosella simillima</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	LYSIANASSIDAE	1
TUBULANIDAE	nemertins	anòplids		TUBULANIDAE	2
TUNICATA	cordats				NA
TURBELLARIA	platelmints	turbel·laris			2
<i>Turboella</i> spp.	mol·luscs	gasteròpodes		RISSOIDAE	1
<i>Turbonilla pusilla</i>	mol·luscs	gasteròpodes		PYRAMIDELLIDAE	1
<i>Turbonilla rufa</i>	mol·luscs	gasteròpodes		PYRAMIDELLIDAE	1
<i>Turbonilla</i> spp.	mol·luscs	gasteròpodes		PYRAMIDELLIDAE	1
TURRIDAE	mol·luscs	gasteròpodes		TURRIDAE	NA
<i>Turritella</i> spp.	mol·luscs	gasteròpodes		TURRITELLIDAE	1
<i>Turritella turbona</i>	mol·luscs	gasteròpodes		TURRITELLIDAE	1
<i>Upogebia</i> spp.	artròpodes	crustacis	Decàpodes	UPOGEBIIDAE	2
<i>Urothoe elegans</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	UROTHOIDAE	1
<i>Urothoe grimaldii</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	UROTHOIDAE	1
<i>Urothoe intermedia</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	UROTHOIDAE	1
<i>Urothoe poseidonis</i>	artròpodes	crustacis	Amfípodes	UROTHOIDAE	1
<i>Urothoe</i> spp.	artròpodes	crustacis	Amfípodes	UROTHOIDAE	1
<i>Vaunthompsonia cristata</i>	artròpodes	crustacis	Cumacis	BODOTRIIDAE	1

Espècie/taxó	Phylum	Classe	Ordre	Família	G.E. (*)
VENERIDAE	mol·luscs	bivalves		VENERIDAE	NA
Venerupis aurea	mol·luscs	bivalves		VENERIDAE	1
Venerupis senegalensis	mol·luscs	bivalves		VENERIDAE	1
Venus casina	mol·luscs	bivalves		VENERIDAE	1
Venus verrucosa	mol·luscs	bivalves		VENERIDAE	1
Vermiliopsis infundibulum	anèl·lids	poliquets		SERPULIDAE	2
Virgularia mirabilis	cnidaris	antozous	Pennatulacis	VIRGULARIIDAE	1
Vitreolina incurva	mol·luscs	gasteròpodes		EULIMIDAE	1
Vitreolina philippi	mol·luscs	gasteròpodes		EULIMIDAE	1
VOLUTIDAE	mol·luscs	gasteròpodes		VOLUTIDAE	NA
Volvulella acuminata	mol·luscs	gasteròpodes		RETUSIDAE	2
Weinkauffia turgidula	mol·luscs	gasteròpodes		HAMINOEIDAE	NA
Westwoodilla rectirostris	artròpodes	crustacis	Amfípodes	OEDICEROTIDAE	2

#### 4.1.3.2. Tècniques complementàries per a la determinació dels nivells de qualitat

Com a tècnica complementària per al tractament estadístic de la base de dades, es proposa treballar amb les anàlisis d'ordenació per determinar la qualitat ambiental de les diferents estacions mostrejades.

Per realitzar aquestes anàlisis, cal crear una matriu de dades espècie/abundància per a totes les estacions de mostreig. Utilitzant programes d'anàlisi estadístic adequats (es recomanen els programes CANOCO o PRIMER), s'obté una ordenació de les mostres a l'espai factorial en la què es poden veure grups d'estacions que es relacionen amb l'abundància de les espècies principals. Aquestes espècies són més o menys sensibles (sensibilitat/tolerància de les espècies) a les alteracions que es puguin produir en les variables ambientals per causes antròpiques (pertorbacions ambientals).

Donat que les tècniques d'ordenació (DCA's) permeten discriminar, en base a les comunitats faunístiques, les estacions amb un cert grau de pertorbació de les estacions de zones netes, es pot tenir una idea aproximada de la qualitat ambiental per a cadascun dels grups d'estacions que surten de les anàlisis d'ordenació, en base a la seva situació en relació a les espècies principals i el seu grau de sensibilitat/tolerància. Tot i que actualment aquesta metodologia no ens permet establir uns valors d'EQR, en un futur no es descarta l'obtenció d'aquests valors.

## 4.2. Elements Físicoquímics

### 4.2.1. Protocols 5, 6 i 7: CONDICIONS GENERALS I CONTAMINANTS ESPECÍFICS

#### 4.2.1.1. Nutrients: límits de detecció, rangs i precisió de les anàlisis.

**Taula 4.2.1.1.** Límits de detecció del mètode, límits de quantificació i precisió de l'anàlisi de nutrients inorgànics dissolts en aigua de mar que s'apliquen actualment en la valoració de l'estat ecològic de les MA costaneres. Es mostren també els rangs de concentració dels estàndards més freqüents.

Nutrient	Límit de detecció (µmol/L)	Límit de quantificació (µmol/L)	Precisió CV (%)	Rang de concentracions (µmol/L)
Nitrats ( $NO_3^-$ )	0,015	0,053	0,2	0 - 21
Nitrits ( $NO_2^-$ )	0,003	0,011	0,2	0 - 2
Amoni ( $NH_4^+$ )	0,060	0,210	0,2	0 - 5
Fosfat ( $PO_4^{3-}$ )	0,020	0,070	0,2	0 - 6,5
Silicats ( $SiO_4^{4-}$ )	0,030	0,105	0,5	0 - 8

#### 4.2.1.2. Valors lliars per als nutrients fixats pel Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino

Per a cadascun dels paràmetres físicoquímics nitrats, nitrits, amoni i fosfat, s'ha fixat, de manera preliminar, un nivell lliar entre les categories de qualitat Bo i Mediocre. Aquests nivells s'han consensuat, l'any 2010, entre totes les Comunitats Autònomes pel que fa a la costa mediterrània espanyola. Malgrat que des del punt de vista de l'ACA és més correcte fer servir l'índex FAN, que contempla la relació entre els diferents nutrients i valora l'estat conjunt general pels paràmetres físicoquímics, aquests nivells poden donar una idea orientativa sobre els valors a partir dels quals es podrien considerar elevats els nivells de nutrients en aigües marines.

Cal pensar, també, que aquests valors es refereixen a mitjanes i que, en el cas dels nutrients, un valor aïllat elevat pot no voler dir res, a diferència del que passa, per exemple, en el cas dels contaminants orgànics sintètics, que en cap cas existeixen de forma "natural" en el medi marí.

**Taula 4.2.1.2.** Valors mitjans acordats pel límit Bo/Mediocre segons els tipus de MA costanera i el camp (distància a la costa a la qual es realitza el mostreig).

Paràmetre	Tipus	Camp	Concentració	
			µmols/l	mg/l *
Nitrats ( $NO_3^-$ )	Influència continental baixa	Mitjà	3,65	0,051
		Pròxim	7,3	0,102
	Influència continental moderada	Mitjà	14	0,196
		Pròxim	35	0,49
	Influència continental elevada	Mitjà	30	0,42
		Pròxim	75	1,051
Nitrits ( $NO_2^-$ )	Tots	Mitjà	0,46	0,006
		Pròxim	0,92	0,013
Amoni ( $NH_4^+$ )	Tots	Mitjà	2,30	0,032
		Pròxim	4,60	0,064
Fosfat ( $PO_4^{3-}$ )	Tots	Mitjà	0,38	0,012
		Pròxim	0,76	0,024

\* Els valors en mg/l es refereixen a mil·ligrams de l'element (N o P) per litre d'aigua.

#### 4.2.1.3. Límits de quantificació per als contaminants específics orgànics

**Taula 4.2.1.3.** Límits de quantificació (LQ), que ha utilitzat l'ACA, en el control dels contaminants orgànics (preferents i altres) que intervenen en l'avaluació de l'estat ecològic. S'especifica els límits per a les matrius aigua i sediment.

Contaminants específics: compostos orgànics	LQ	
	Aigua (µg/L)	Sediment (ng/g)
<i>Compostos Orgànics Volàtils (VOCs)</i>		
1,1,1-Tricloroetà	0,01	n.a.
Etilbenzè	0,01	n.a.
Toluè	0,01	n.a.
Xilè	0,01	n.a.
<i>Hidrocarburs Aromàtics Policíclics (PAHs)</i>		
Acenaftè	0,0002	0,3
Acenaftilè	0,0003	0,2
Benzo[a]antracè	0,0006	0,2
Crisè	0,0008	0,6
Dibenzo[ah]antracè	0,0012	0,5
Fenantrè	0,0002	0,2
Fluorè	0,0002	0,2
Pirè	0,0002	0,2

Contaminant	LQ	
	Aigua (µg/L)	Sediment (ng/g)
<i>Plaguicides</i>		
Terbutilazina	0,0002	n.a.
<i>Polibromodifenilèters (PBDEs)</i>		
BDE#183	0,00001	0,05
BDE#197	0,00015	0,05
BDE#209	0,0002	0,5
<i>Policlorobifenils (PCBs)</i>		
PCB#28	0,00007	0,1
PCB#52	0,00009	0,1
PCB#101	0,00011	0,1
PCB#118	0,00011	0,02
PCB#138	0,00006	0,1
PCB#153	0,00007	0,1
PCB#180	0,00009	0,1

#### 4.2.1.4. Objectius de qualitat per als contaminants específics en aigües: orgànics i metalls

**Taula 4.2.1.4.** Objectius de qualitat ambiental establerts per a contaminants orgànics i metalls preferents dissolts en aigües segons el Reial decret 60/2011. Els valors corresponen a la mitjana aritmètica dels resultats obtinguts en metall dissolt.

Contaminants específics Matriu aigües	Objectius qualitat (µg/l) (RD 60/2011)
<i>Compostos orgànics</i>	
Terbutilazina	1
Toluè	50
Xilè	30
Etilbenzè	30
1,1,1-Tricloroetà	100
<i>Metalls</i>	
Arsènic	25
Coure	25
Crom VI	5
Seleni	10
Zinc	60

#### 4.2.1.5. Límits de quantificació per als contaminants específics metalls

**Taula 4.2.1.5.** Límits de quantificació (LQ), que ha utilitzat l'ACA, en el control dels metalls preferents que intervenen en l'avaluació de l'estat ecològic. S'especifiquen els límits per a les matrius aigua i sediment.

Metall	LQ	
	Aigua (µg/l)	Sediment (µg/g)
Arsènic	1,0	5,8
Coure	1,0	4,6
Crom VI	5,0	-
Crom	-	9,2
Seleni	0,5	8,7
Zinc	1,0	20,4

#### 4.2.1.6. Descriptors complementaris del sediment: granulometria i matèria orgànica

La granulometria del sediment i el contingut de matèria orgànica es consideren paràmetres complementaris a tenir en compte a l'hora d'interpretar els resultats dels elements biològics bentònics, així com dels contaminants en sediments, i per això les mostres per determinar la granulometria i el contingut de matèria orgànica es mostrejaren de forma simultània amb alguns dels elements biològics i químics. A continuació es descriu la metodologia per determinar el tipus de sediment en funció de la mida del grà i el percentage de matèria orgànica total en sediment.

##### **Material de mostreig**

- Full de camp i llapis
- Equipament personal apropiat resistent a l'aigua
- Embarcació (si l'estació de mostreig ho requereix)
- GPS i mapa o guia per ubicar les estacions de mostreig
- Sonda per mesurar la fondària
- Draga van Veen (mida aproximada 20 x 30 cm) i material de suport de la draga (mostreig de sediment)
- Contenidor de plàstic gran (mostreig de sediment)
- Equip de protecció individual (guants de goma o làtex)
- Pots de mostreig (p.e. 150 ml) amb obturador i tap de rosca, que tapin hermèticament, per a la recol·lecció de sediment
- Retolador permanent (o qualsevol altre mètode per etiquetar les mostres)
- Nevera portàtil i acumuladors de fred

##### **Material de laboratori**

- Congelador
- Equip de protecció individual (bata, guants...)
- Retolador permanent
- Espàtula
- Balança
- Paper d'alumini
- Estufa (per 80°C i 450°C)
- Morter de ceràmica o d'àngata
- Gresols
- Vareta de vidre
- Peròxid d'hidrogen 30%
- Aigua destil·lada
- Columna de tamisos de 1000, 750, 500, 250, 125 i 63 µm de mida de porus

## **Mostreig**

El posicionament a l'estació de mostreig i la presa de mostres de sediments es faran amb la mateixa metodologia emprada pels macroinvertebrats bentònics (veure apartat 2.1.4.3 del protocol de macroinvertebrats). Només es mostrejarà en sorres fines i/o fangs.

L'època de mostreig més recomanable és durant els mesos de finals de primavera i estiu, ja que les condicions meteorològiques faciliten el treball al mar i coincideix amb l'època de mostreig d'altres indicadors biològics i químics. No obstant, ja que el mostreig de sediment proporciona resultats integrats en el temps, es pot prendre mostra en qualsevol moment de l'any.

Un cop obtinguda la mostra de sediment del fons amb la draga, obrir-la amb cura i agafar, amb un pot net, un volum de sediment d'uns 20 cm<sup>3</sup> dels primers dos centímetres per a l'anàlisi de la matèria orgànica, i un volum similar, en un pot diferent, per a la mesura de la granulometria. Un cop la mostra de sediment ja és al corresponent pot, tapar-lo amb l'obturador. Cal que les mostres estiguin ben identificades amb una etiqueta degudament retolada i posada entre l'obturador i el tap i/o retolant l'exterior del pot.

Guardar el pot a la nevera portàtil fins arribar al laboratori. Si la mostra és per quantificar la matèria orgànica, el pot es guardarà en una nevera o en un congelador fins al seu processament, mentre que si la mostra és per mesurar la granulometria, el pot es pot mantenir en un lloc fresc (si es processa en el decurs de pocs dies) o a la nevera (si es tarda més en processar-lo).

## **Processament de mostres al laboratori**

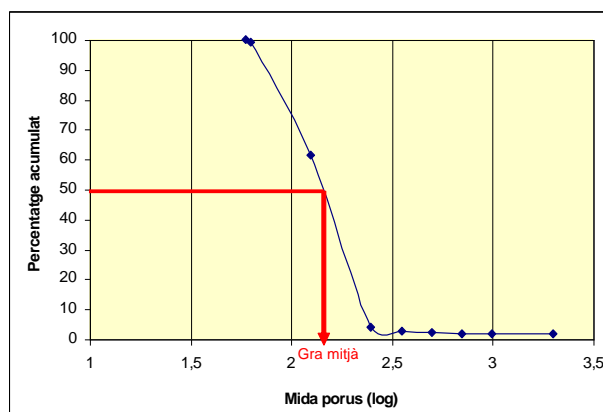
### *Determinació de la granulometria*

La granulometria es mesura a partir de la mida mitjana de les partícules de sorra (gra mitjà) i del percentatge de partícules fines (de mida inferior a 63 µm).

La mostra es comença a processar eliminant-ne l'excés d'aigua, per decantació. A continuació s'afegeix peròxid d'hidrogen al 6% fins a omplir les tres quartes parts del volum del pot (el peròxid d'hidrogen al 6% es prepara barrejant 200 ml del concentrat en 800 ml d'aigua destil·lada). Es remena amb una vareta de vidre i es deixa el pot obert uns quants dies, per tal que s'alliberin les bombolles d'aire que es formen per l'oxidació de la matèria orgànica. Durant aquest temps, es remena la mostra amb la vareta 3-4 vegades al dia.

Quan deixen de formar-se bombolles d'aire, es decanta el peròxid d'hidrogen i s'esbandeix el sediment amb aigua destil·lada, omplint el pot i decantant l'aigua tantes vegades com calgui. Aleshores es posen els pots a l'estufa a 80 °C fins que el sediment estigui perfectament sec. Un cop sec, es desfan els eventuais agregats de sediment en un morter, tenint cura de no triturar els grans de sorra. Després se separa el sediment segons la mida de gra passant-la per la columna de 6 tamisos amb porus de 1000, 750, 500, 250, 125 i 63 µm respectivament, segons l'escala Wentworth (Wentworth, 1922). El sediment retingut a cada tamís es posa dins d'un paper d'alumini prèviament tarat i identificat, es pesa amb la balança, i es calcula el percentatge de pes de cada fracció respecte al pes total.

El gra mitjà es calcula a partir d'un gràfic que mostra a l'eix X els logaritmes decimals de les diferents mides de porus i els percentatges de pesos acumulats a l'eix Y, segons es mostra a la figura següent:



El gra mitjà per a una mostra determinada correspon a l'antilogaritme del valor corresponent a l'eix X del 50%. A partir del gra mitjà, el sediment es pot classificar com segueix:

Grava.....	gra mitjà > 1000 µm
Sorra molt gruixuda..	750 < gra mitjà < 1000 µm
Sorra gruixuda.....	500 < gra mitjà < 750 µm
Sorra mitjana.....	250 < gra mitjà < 500 µm
Sorra fina.....	125 < gra mitjà < 250 µm
Sorra molt fina.....	63 < gra mitjà < 125 µm
Fangs.....	gra mitjà < 63 µm

Aquest mètode també es podria substituir per algun dels mètodes més nous i acurats. El descrit és senzill però només serveix per analitzar les sorres. El problema és quan el sediment és molt fi, ja que no es pot assecat i després triturar perquè els fins s'agreguen fent terrossos i queden retinguts en les malles gruixudes. Per analitzar els fins s'ha de tamisar en humit, i després centrifugar. Els mètodes d'anàlisi són el Sedigraph per a la fracció fina i el tub de sedimentació per a la gruixuda. També es pot analitzar la granulometria per un analitzador làser. Si es fan servir aquests mètodes moderns que mesuren la corba granulomètrica en continu (Sedigraph, tub de sedimentació, làser) els paràmetres estadístics es calculen de manera molt més rigorosa.

#### Quantificació del contingut en matèria orgànica

Per a la quantificació de la matèria orgànica s'agafa una cullerada de sediment de cada mostra i es posa en un tros de paper de plata prèviament marcat amb un retolador permanent. El sediment es posa a l'estufa i es deixa assecat a 80°C un mínim de 24 h. Un cop sec, el sediment de cada mostra s'homogeneïtza amb un morter i es pesa en un gresol del que prèviament s'apunta el seu pes (tara). Es pesa i s'apunta el pes brut exacte (PBS) de sediment i gresol. El gresol amb el sediment s'identifica amb el codi de la mostra, marcant amb llapis o de forma mecànica (no amb retolador) i es posa a l'estufa, on es crema el sediment a 450 °C un mínim de 4 h. Un cop el sediment s'ha cremat, es tornen a pesar els



gresols i s'apunta el pes brut exacte (PBC). El percentatge de matèria orgànica es calcula amb la fórmula:

$$MO\% = \frac{(PBS - T) - (PBC - T)}{(PBS - T) * 100}$$

on: PBS (pes brut sec) és el pes conjunt del gresol i del sediment sec, T (tara) és el pes del gresol buit, i PBC (pes brut cremat) és el pes conjunt del gresol i el del sediment cremat (després de la combustió de la part orgànica a 450 °C).

#### 4.2.1.7. Determinació del carboni orgànic total en sediments

El contingut de carboni orgànic total (COT) en sediment es considera un paràmetre complementari per a la interpretació dels resultats d'alguns dels elements biològics i químics controlats en els sediments, per tant, el mostreig es farà de manera simultànea amb aquests element.

##### **Material de mostreig**

- Embarcació
- Equipament apropiat resistent a l'aigua
- Draga i material de suport de la draga o *corers*
- GPS i mapa o guia per ubicar les estacions de mostreig
- Pissarra per a les anotacions de camp
- Pots de mostreig amb tap hermètic per a la recol·lecció de sediment
- Retolador permanent, llapis i cartró (o qualsevol altre mètode per etiquetar les mostres)
- Nevera portàtil amb acumuladors de fred

##### **Material de laboratori**

- Congelador
- Equip de protecció individual (bata, guants)
- Espàtula
- Microbalança
- Morter
- Microcàpsules de plata
- Microcàpsules d'estany
- Gradetes de microcàpsules
- Dessecador
- Got de precipitats
- Micropipeta automàtica
- Hidròxid de sodi (NaOH) en lleties
- Àcid clorhídric concentrat (12M)
- Aigua destil·lada Milli-Q
- Estufa (80 °C)
- Analitzador elemental

## Mostreig

El posicionament a l'estació de mostreig i la presa de mostres de sediments es faran amb la mateixa metodologia emprada pels macroinvertebrats bentònics (veure apartat 2.1.4.3 del protocol de macroinvertebrats).

Com en el cas de la presa de mostres per analitzar la granulometria del sediment, es recomana mostrejar durant els mesos de finals de primavera i estiu, ja que les condicions meteorològiques faciliten el treball al mar i coincideix amb l'època de mostreig d'altres indicadors biològics i químics. No obstant, ja que el mostreig de sediment proporciona resultats integrats en el temps, es pot prendre mostra en qualsevol moment de l'any.

L'obtenció de les mostres de sediment per a l'anàlisi del percentatge de COT es pot realitzar mitjançant diferents sistemes de mostreig (dragues o *corers*). Si el mostreig es fa amb draga, el sediment recollit es posa dins d'una caixa gran de plàstic, s'obren les finestres adaptades de la draga i s'agafa un volum de sediment d'uns 20 cm<sup>3</sup> amb un pot net. Si el mostreig es fa amb *corers*, s'agafa una porció de sediment d'uns 20 cm<sup>3</sup> del *corer*, i es posa al pot, que es tanca amb un obturador i un tap de rosca. Les mostres s'han d'identificar amb una etiqueta posada entre l'obturador i el tap i/o amb un retolador a l'exterior del pot. El pot es guarda a la nevera portàtil fins a l'arribada al laboratori, on es guardarà dins d'una nevera o d'un congelador fins al seu processament.

## Processament de mostres al laboratori

### Quantificació del percentatge de COT al sediment

Per processar les mostres, es treuen de la nevera o del congelador i es deixen escalfar fins a temperatura ambient. Un cop atemperades, s'assequen a l'estufa a 80 °C, un mínim de 24 h, i després el sediment s'homogeneïtza amb un morter. Per a cada mostra, es tara una microcàpsula de plata a la microbalança i es posa uns 50 mg de sediment. S'apunta el pes exacte i es col·loca la microcàpsula oberta a la gradeta.

Per obtenir el valor exacte de COT, cal eliminar el carboni inorgànic (carbonats) present al sediment tractant-lo amb àcid clorhídric: s'afegeix 50 µl d'aigua Milli-Q a cada mostra i es posa la gradeta amb les microcàpsules de plata que contenen el sediment pesat i humit dintre d'un dessecador amb un vas de precipitats que contingui 100 ml d'àcid clorhídric concentrat (12 M). El dessecador es tanca i es deixa entre 6 i 8 hores a sota d'una campana extractora. Un cop passat aquest temps, s'obre el dessecador tenint cura dels vapors àcids que sortiran, i es posa la gradeta a dintre d'un dessecador on prèviament s'ha posat una base de NaOH en lleties. El dessecador es tanca i es posa a l'estufa, on es deixen assecar les mostres un mínim de 4 hores a 60 °C. Un cop les mostres estan seques, es tanquen les càpsules de plata formant una esfera compacta que càpiga fàcilment al corresponent espai de la gradeta, que es guarda tancada a un lloc sec fins a l'anàlisi final amb l'analitzador elemental al laboratori corresponent.

En general, qualsevol procediment d'eliminació de carbonats pot donar bastants problemes en sediments amb quantitats elevades de carboni inorgànic. El procediment aquí descrit (Harris et al., 2001), té

l'inconvenient que, malgrat que la plata hauria de resistir un atac àcid, s'ha vist que un ambient tan saturat de vapors àcids pot fer malbé les càpsules, i fer difícil la manipulació necessària per tancar-les. Aquest inconvenient es pot resoldre posant la microcàpsula de plata a dintre d'una altra d'estany.

Un altre mètode per a l'eliminació del carboni inorgànic en sediments és una variació del mètode d'atac àcid directe en microcàpsules (Nieuwenhuize et al., 1994): a cada microcàpsula de plata amb el sediment pesat es posa una quantitat variable d'àcid clorhídric 0,5 M (entre 5-10 µl cada vegada) fins que el sediment deixi de fer bombolles. Es deixa actuar l'àcid durant 4h i es repeteix el procés d'assecar a l'estufa dintre d'un dessecador amb NaOH i de tancar les càpsules.

L'atac àcid directe no fa malbé les càpsules, però quan la concentració de carbonats al sediment és molt elevada, la reacció amb els carbonats pot ser tan forta que el sediment arribi a sortir a fora de les càpsules, provocant la pèrdua de mostra; també pot resultar difícil l'assecam complet de l'àcid clorhídric afegit en excés.

L'analitzador donarà els valors de COT.

## 4.3. Estat químic

### 4.3.1. Protocols 8 i 9: CONTAMINANTS ORGÀNICS I METALLS PESANTS

#### 4.3.1.1. Contaminants orgànics controlats i límits de quantificació: aigües i sediments

**Taula 4.3.1.1.** Llistat dels contaminants orgànics controlats per avaluar l'estat químic i límits de quantificació (LQ), utilitzats per l'ACA, en les matrius aigua i sediment.

Contaminant	LQ	
	Aigua (µg/l)	Sediment (ng/g)
<i>Compostos orgànics Volàtils (VOCs)</i>		
1,2-dicloroetà	0,06	n.a.
Benzè	0,011	n.a.
Cloroform (Triclorometà)	0,16	n.a.
Percloroetilè (Tetracloroetilè)	0,02	n.a.
Tetraclorur de carboni	0,01	n.a.
Tricloroetilè	0,02	n.a.
Triclorobenzens:		
1,3,5-Triclorobenzè	0,01	n.a.
1,2,4-Triclorobenzè	0,03	
1,2,3-Triclorobenzè	0,04	
<i>Hidrocarburs Aromàtics Policíclics (PAHs)</i>		
Antracè	0,0003	0,2
Fluorantè	0,0031	0,3
Benzo[b]fluorantè	0,0005	0,8
Benzo[k]fluorantè	0,0003	0,1
Benzo[a]pirè	0,0009	0,1
Benzo[g,h,i]perilè	0,0003	0,2
Indeno[123-cd]pirè	0,0007	1,2
Naftalè	0,03	3,0
<i>Pesticides Organoclorats (POCs)</i>		
Hexaclorobutadiè	0,0001	0,9
Hexaclorobenzè	0,0002	0,4
Pentaclorobenzè	0,0002	0,4
Hexaclorociclohexà :		
α-HCH	0,00002	0,5
β-HCH	0,00006	0,6
γ-HCH (lindà)	0,0001	1,16
DDT total:		0,5
p,p-DDE	0,00002	0,5
p,p-DDD	0,00002	0,5
o,p-DDT	0,00006	0,5
p,p-DDT	0,00004	0,5
p,p-DDT	0,00004	0,5
Aldrí	0,00001	0,8
Isodrí	0,00283	0,8
Dieldrí	0,00019	0,8
Endrí	0,00019	0,8
<i>Plaguicides</i>		
Alaclor	0,0008	n.a.
Atrazina	0,0016	n.a.
Clorpirifós	0,0003	n.a.
Clorfenvinfós	0,0004	n.a.

Contaminant	LQ	
	Aigua (µg/l)	Sediment (ng/g)
Diuró	0,0019	n.a.
Endosulfà:		
Endosulfà I	0,0002	n.a.
Endosulfà II	0,0005	
Isoproturó	0,002	n.a.
Simazina	0,0013	n.a.
Trifluralina	0,0019	n.a.
<b>Polibromodifenilèters (PBDEs)</b>		
Difenilèters bromats (PBDEs):		
BDE#28	0,00001	0,05
BDE#47	0,00004	0,05
BDE#99	0,00002	0,05
BDE#100	0,00001	0,05
BDE#153	0,00001	0,05
BDE#154	0,00001	0,05
<b>Altres</b>		
Cloroalcans C <sub>10</sub> -C <sub>13</sub>	n.a.	--
Di(2-etilhexil)ftalat (DEHP)	0,12	30
Nonilfenol	0,001	1
Octilfenol (4-(1,1,3,3-tetrametilbutil)fenol)	0,001	1

#### 4.3.1.2. Normes de qualitat ambiental per als contaminants orgànics en aigües

**Taula 4.3.1.2.** Normes de qualitat ambiental en aigua (NCAs), segons l'Annex I de la Directiva 2008/105/CE (Normes de qualitat ambiental per a les substàncies prioritàries i altres contaminants) per els contaminants orgànics controlats en l'avaluació de l'estat químic. n.a.= no aplica.

Contaminants orgànics	CAS Nº	NCA (µg/l) Mitjana anual	NCA (µg/l) Valor màxim
<b>Compostos orgànics volàtils (VOCs)</b>			
1,2-dicloroetà	107-06-2	10	n.a.
Benzè	71-43-2	8	50
Cloroform (Triclorometà)	67-66-3	2,5	n.a.
Percloroetilè (Tetracloroetilè)	127-18-4	10	n.a.
Tetraclorur de carboni	56-23-5	12	n.a.
<sup>1</sup> Triclorobenzens	12002-48-1	0,4	n.a.
Tricloroetilè	79-01-6	10	n.a.
<b>Hidrocarburs Aromàtics Policíclics (PAHs)</b>			
Antracè	120-12-7	0,1	0,4
Benzo(a)pirè	50-32-8	0,05	0,1
Benzo(b)fluorantè	205-99-2	Σ=0,03	n.a.
Benzo(k)fluorantè	207-08-9		
Benzo(g,h,i)perilè	191-24-2	Σ=0,002	n.a.
Indeno(1,2,3-cd)pirè	193-39-5		
Fluorantè	206-44-0	0,1	1
Naftalè	91-20-3	1,2	n.a.
<b>Pesticides Organoclorats (POCs)</b>			
p,p-DDT	50-29-3	0,01	n.a.
<sup>2</sup> DDT total	n.a.	0,025	n.a.
Aldrí	309-00-2	Σ=0,005	n.a.
Dieldrí	60-57-1		
Endrí	72-20-8		
Isodrí	465-73-6		
<sup>3</sup> Hexaclorociclohexà	608-73-1	0,002	0,02
Hexaclorobutadiè	87-68-3	0,1	0,6
Hexaclorobenzè	118-74-1	0,01	0,05

Contaminants orgànics	CAS Nº	NCA (µg/l) Mitjana anual	NCA (µg/l) Valor màxim
Pentaclorobenzè	608-93-5	0,0007	n.a.
<i>Plaguicides</i>			
Alaclor	15972-60-8	0,3	0,7
Atrazina	1912-24-9	0,6	2
Clorfenvinfós	470-90-6	0,1	0,3
Clorpirifós	2921-88-2	0,03	0,1
Diuró	330-54-1	0,2	1,8
<sup>4</sup> Endosulfà	115-29-7	0,0005	0,004
Isoproturó	34123-59-6	0,3	1
Simazina	122-34-9	1	4
Trifluralina	1582-09-8	0,03	n.a.
<i>Polibromodifenilèters (PBDEs)</i>			
<sup>5</sup> Difenilèters bromats (PBDEs)	32534-81-9	0,0002	---
<i>Altres grups</i>			
Di(2-etilhexil)ftalat (DEHP)	117-81-7	1,3	n.a.
Nonilfenol	25154-52-3	0,3	2
Octilfenol (4-(1,1,3,3-tetrametilbutil)fenol)	140-66-9	0,01	n.a.

<sup>1</sup> Sumatori d'isòmers: 1,3,5-Triclorobenzè; 1,2,4-Triclorobenzè i 1,2,3-Triclorobenzè.

<sup>2</sup> El DDT total inclou la suma dels isòmers: 1,1,1-tricloro-2,2-bis-(p-clorofenil)-; 1,1,1-tricloro-2-(o-clorofenil)-2-(p-clorofenil)- etano ; 1,1-dicloro-2,2-bis-(p-clorofenil)-etileno i 1,1-dicloro-2,2-bis-(p-clorofenil)- etano

<sup>3</sup> L'hexaclorociclohexà inclou els isòmers α, β i γ (lindà)

<sup>4</sup> Sumatori d'endosulfà I i endosulfà II

<sup>5</sup> La normativa de qualitat ambiental es refereix a la suma dels congèneres 28, 47, 99, 100, 153 i 154.

#### 4.3.1.3. Límits de quantificació per als metalls: aigües i sediments

**Taula 4.3.1.3.** Llistat dels metalls controlats per avaluar l'estat químic i límits de quantificació (LQ), utilitzats per l'ACA, en les matrius aigua i sediment

Metall	LQ	
	Aigua (µg/l)	Sediment (µg/g)
Mercuri	0,01	0,01 ng absoluts (*)
Cadmi	0,05	0,39
Níquel	1,0	1,59
Plom	1,0	2,0

(\*) mesurats directament del sediment

#### 4.3.1.4. Normes de qualitat ambiental per als metalls en aigües

**Taula 4.3.1.3.** Normes de qualitat ambiental (NCAs) definides per al mercuri, cadmi, plom i níquel dissolts en aigües a la Directiva 2008/105/CE (Normes de qualitat ambiental per a substàncies prioritàries i altres ocontaminants).

Metall	CAS Nº	NCA (µg/l) Mitjanes anuals	NCA (µg/l) Valor màxim
Mercuri	7439-97-6	0,05	0,07
Cadmi	7440-43-9	0,2	---
Plom	7439-92-1	7,2	---
Níquel	7440-02-0	20	---



# **CINQUENA PART**

## **Fulls de camp i de laboratori**





## 5.1. Estat ecològic

### 5.1.1. Protocol 1. FITOPLÀNCTON

<b>Aigües Costaneres</b>	<b>Fitoplàncton</b>	<b>Full de camp</b>	<b>1 / 1</b>
--------------------------	---------------------	---------------------	--------------

Massa d'aigua	Codi	Localització	Mostrejador/a
Observacions			

Estació de mostreig				Mostra			Salinitat	Clorofil-la-a
Camp	Nom	UTM X	UTM Y	Data	Hora	Fondària		VOL filtrat (L)

<b>Aigües Costaneres</b>	<b>Fitoplàncton</b>	<b>Full de laboratori</b>	<b>1 / 1</b>
--------------------------	---------------------	---------------------------	--------------

<b>Massa d'aigua</b>	<b>Codi</b>	<b>Localització</b>
<b>Observacions</b>		

Factor de calibratge del fluorímetre (F)	Blancs						Mitjana de blancs* (BI)
	Inicials			Finals			

\* Si es treballa amb un fluorímetre analògic s'hauran de calcular tantes mitjanes com escales tingui l'aparell.

Punt de mostreig		Salinitat	VOL <sub>fil</sub> (L)	VOL <sub>acet</sub> (ml)	Escala*	BI	Fluores.	Chl-a (µg/l)
Camp	Nom							

\*La columna Escala només cal utilitzar-la en el cas de treballar amb un fluorímetre analògic.

**5.1.2. Protocol 2. Altra flora aquàtica. MACROALGUES**

<b>Aigües Costaneres</b>	<b>Macroalgues</b>	<b>Full de camp</b>	<b>1 / 1</b>
--------------------------	--------------------	---------------------	--------------

Data	Mostrejadors/es	Estat del mar
<u>Observacions</u>		

Massa d'aigua	Tram	Tipus de costa	Artificialitat	Hora de mostreig		Punt d'arribada		Punt de sortida	
				Arribada	Sortida	X	Y	X	Y
	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	...								

5.1.3. Protocol 3. Altra flora aquàtica. POSIDONIA OCEANICA

Aigües Costaneres	<b>Posidonia</b>	Full de camp	1 / 2
-------------------	------------------	--------------	-------

Descriptor: DENSITAT i FORMA DE CREIXEMENT DELS RIZOMES			
Estació		Localització	
Massa d'aigua		Data	

Zona	Mostrejador/a	Quadrat	Densitat				Forma de creixement dels rizomes (% horitzontals)	Fondària (m)
			Subquadrats			Total		
0 m								
25 m								
50 m								

Aigües Costaneres	<b>Posidonia</b>	Full de camp	2 / 2
-------------------	------------------	--------------	-------

<b>Descriptor: COBERTURA</b>			
Estació		Localització	
Massa d'aigua		Data	

Zona	Mostrejador/a	Transsecte	Rèplica	Cobertura (%)				Macrofauna* (individus /quadrat)	Fondària (m)
0 m		T1	1 m						
			4 m						
			7 m						
		T2	1 m						
			4 m						
			7 m						
		T3	1 m						
			4 m						
			7 m						
25 m		T1	1 m						
			4 m						
			7 m						
		T2	1 m						
			4 m						
			7 m						
		T3	1 m						
			4 m						
			7 m						
50 m		T1	1 m						
			4 m						
			7 m						
		T2	1 m						
			4 m						
			7 m						
		T3	1 m						
			4 m						
			7 m						

\* Es pot prendre, com a mesura complementària, el nombre d'individus de macrofauna que s'observen a cadascuna de les rèpliques, principalment garotes (*Paracentrotus lividus* i *Sphaerechinus granularis*), holotúries, nacres, etc.

<b>Aigües Costaneres</b>	<b>Posidonia</b>	<b>Full de laboratori</b>	<b>1 / 3</b>
--------------------------	------------------	---------------------------	--------------

**Descriptor: MORFOMETRIA**

Estació		Analista	
Data del mostreig		Data de l'anàlisi	

Zona	Feix	Nº de Fulla	Longitud del pecíol	Longitud de la fulla	Amplada de la fulla	Necrosi	Marques de salpes	Marques de garotes	Estat de l'apex

<b>Aigües Costaneres</b>	<b>Posidonia</b>	<b>Full de laboratori</b>	<b>2 / 3</b>
--------------------------	------------------	---------------------------	--------------

<b>Descriptor: BIOMASSA D'EPÍFITS FOLIARS</b>			
Estació		Analista	
Data del mostreig		Data de l'anàlisi	

Zona	Feix	Pes sec (paper)	Pes sec total (epífits + paper)	Biomassa d'epífits
0 m	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
12 m	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
25 m	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
28 m	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
50 m	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			





5.1.4. Protocol 4. MACROINVERTEBRATS

<b>Aigües Costaneres</b>	<b>Macroinvertebrats</b>	<b>Full de camp</b>	<b>1 / 1</b>
--------------------------	--------------------------	---------------------	--------------

Estació de mostreig		Número de Mostra	
Municipi		Massa d'aigua	
Mida mostra (superfície/volum)		Situació Geogràfica (GPS)	X: Y:
Fondària		Abocament aparent	
Data		Eutròfia aparent	
Mostrejadors/ores			

Observacions:

5.1.5. Protocol 5. CONDICIONS GENERALS (nutrients)

<b>Aigües Costaneres</b>	<b>Condicions Generals</b>	<b>Full de camp</b>	<b>1 / 1</b>
--------------------------	----------------------------	---------------------	--------------

Massa d'aigua	Codi	Localització	Mostrejador/a

Camp	Estació de mostreig	Codi de la mostra	Fondària de l'estació	Salinitat (psu)	Observacions
Coordenades UTM		Data	Hora		
X:	Y:				

Paràmetres físicoquímics			
Fondària de la mostra* (m)		Oxigen dissolt (mg/L)	
Salinitat (‰)		% Oxigen dissolt	
Temperatura (°C)			

\* En cas d'agafar mostres a diverses fondàries, especificar-les a la casella

Climatologia					
Meteorologia	Sol	Cobert			
Pluja actual	No	Feble	Moderada	Fora	
Pluja anterior	No	Si			
Intensitat del vent (Escala Beaufort)					
Direcció del vent (origen)					
Oceanografia					
Mar de vent	Plana	Arrissada	Marejol	Maror	Fora maror
Mar de fons	Inapreciable	Fluixa	Moderada	Fora	
Intensitat del corrent	Inapreciable	Fluixa	Fora	Molt fora	
Direcció del corrent (origen)					
Transparència (Secchi)					
Presència de sòlids flotants	Naturals	Atípics			
<u>Observacions</u>					

<b>Aigües Costaneres</b>	<b>Condicions Generals</b>	<b>Full de laboratori</b>	<b>1 / 1</b>
--------------------------	----------------------------	---------------------------	--------------

Massa d'aigua	Codi	Localització	Analista

Cas	Camp	Contingut en aigua dolça	Nitrats $NO_3^-$	Nitrits $NO_2^-$	Amonis $NH_4^+$	Fosfats $PO_4^{3-}$	Silicats $SiO_4^{4-}$
		CAD	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$
1							
2							
3							
4							
5							





**SISENA PART**  
**Bibliografia**



## 6.1. Manual d'aplicació

Agència Catalana de l'Aigua. *Caracterització de masses d'aigua i anàlisi del risc d'incompliment dels objectius de la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE) a Catalunya (conques intra i intercomunitàries) en compliment dels articles 4, 5 i 6 de la Directiva*. 1<sup>a</sup> ed. Barcelona, Àrea d'Inspecció i Control de l'Agència Catalana de l'Aigua, 2005.

Agència Catalana de l'Aigua. *Programa de Seguiment i Control de les Conques Hidrogràfiques de Catalunya*, 1<sup>a</sup> ed. Barcelona, Àrea d'Inspecció i Control de l'Agència Catalana de l'Aigua, 2007.

Agencia Europea de Medio Ambiente, 1999. <http://www.eea.eu.int>

Arin L., Segura M., Chic O., Blasco D., Estrada M. "Phytoplankton dynamics in a coastal area in front of Barcelona (NW Mediterranean)". A: *ASLO Summer Meeting* (19-24 de juny de 2005). Santiago de Compostela, 2005, pàg. 9.

Arnoux A., Bellan-Santini D. "Relations entre la pollution du secteur de Cortiou par les détergents anioniques et les modifications des peuplements de *Cystoseira stricta*". *Tethys* (1972), núm. 4, p. 583–586.

Ballesteros E., Torras X., Pinedo S., García M., Mangialajo L. i de Torres M. "A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive". *Marine Pollution Bulletin* (2007), núm. 55, p. 172-180.

Bellan-Santini D. "Influence de la pollution sur les peuplements benthiques". *Revue Internationale d'Océanographie Méditerranéenne* (1968), núm. 10, p. 27–53.

Belsher T. "Analyse des répercussions de pollutions urbaines sur les macrophytobenthos de Méditerranée (Marseille, Port-Vendres, Port-Cros)". Thèse Doctorat 3<sup>e</sup> cycle, Université d'Aix-Marseille II, 1977, p. 287.

Bricker S.B., Ferreira J.G., Simas T.,. "An Integrated methodology for assessment of estuarine trophic status". *Ecological Modelling* (2003), núm. 169, p. 39–60.

Borja A., Franco J., Pérez V. "Marine Biotic Index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within European estuarine and coastal environments". *Marine Pollution Bulletin* (2000), núm. 40 (12), p. 1100-1114.

Borowitzka M.A. "Intertidal algal species diversity and the effect of pollution". *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* (1972), núm. 23, p. 73–84.

Chrysovergis F., Panayotidis P. "Évolution des peuplements macrophytobenthiques le long d'un gradient d'eutrophisation (Golfe de Maliakos, Mer Égée, Grèce)". *Oceanologica Acta* (1995) núm. 18, p. 649–658.

Cloern J.E. "Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem". *Marine Ecology Progress Series* (2001), núm. 211, p. 223-253.

- Dauer D.M. "Biological criteria, environmental health and estuarine macrobenthic community structure". *Marine Pollution Bulletin* (1993), núm. 26 (5), p. 249-257.
- Delgado O., Ruiz J.M., Pérez M., Romero J., Ballesteros E. "Effects of fish farming on seagrass (*Posidonia oceanica*) beds in a Mediterranean bay: seagrass decline after organic matter cessation". *Oceanologica Acta* (1999), núm. 22 (1), p. 109-117.
- Díez I., Secilla A., Santolaria A., Gorostiaga J.M. "Phytobenthic intertidal community structure along an environmental pollution gradient". *Marine Pollution Bulletin* (1999), núm. 38, p. 463 - 472.
- Estrada M. "Phytoplankton across a NW Mediterranean front: changes from winter mixing to spring stratification. A: J.D. Ros i N. Prat, Editors, Homage to Ramón Margalef or, Why there is such a Pleasure in Studying Nature". *Oceanologia Aquatica* (1991), núm. 10, p. 157-185.
- European Commission. *Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas*. 2000.
- European Commission. *Decisión Nº 2455/2001/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de noviembre de 2001 por la que se aprueba la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE*. 2001.
- European Commission. *Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Working Group on Monitoring. Guidance document nº 7. Monitoring under the Water Framework Directive*. 2003a.
- European Commission. *Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Working Group COAST. Guidance document nº 5. Transitional and Coastal Waters - Typology, reference conditions and classification systems*. 2003b.
- European Commission. *Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Working Group 2A. Guidance document nº 13. Overall approach to the classification of ecological status and ecological potential*. 2005.
- European Commission. *Directiva 2006/11/CE del Parlamento Europeo y del consejo de 15 de febrero de 2006, relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad*. 2006.
- European Commission. *Directiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, por la que se modifican y derogan ulteriormente las Directivas 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE y 86/280/CEE del Consejo, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE*. 2008.
- European Commission. *Directiva 2013/39/EU del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de agosto de 2013 por la que se modifican las Directivas 2000/60/CE y 2008/105/CE en cuanto a las sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas*. 2013.



- European Commission. *Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 3: Coastal and Transitional Waters. Edited by Alessandro Carletti and Anna-Stiina Heiskanen. JRC Scientific and Technical Reports (UE). 2009a.*
- European Commission. *Annexes of Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 3: Coastal and Transitional Waters. Edited by Alessandro Carletti and Anna-Stiina Heiskanen. JRC Scientific and Technical Reports (UE). 2009b.*
- European Commission. *Guidance document n°25 On Chemical Monitoring of Sediment and Biota Under The Water Framework Directive. Technical Report - 2010.3991. JRC Scientific and Technical Reports (UE). 2010.*
- Ferreira J.G. "Development of an estuarine quality index based on key physical and biogeochemical features". *Ocean & Coastal Management* (2000), núm. 43 (1), p. 99-122.
- Flo E., Camp J., Masó M., Manzanera M.. "Implementing The European Water Framework Directive. Assessment Of Coastal Water Quality In The NW Mediterranean Using Physical And Chemical Variables". A: *ASLO Summer Meeting* (19-24 de juny de 2005). Santiago de Compostela, 2005a.
- Flo E., Camp J., Masó M., Manzanera M., de Torres M. , Ginebreda A. "La definición de calidad ambiental fisicoquímica y sus implicaciones en la aplicación de la nueva Directiva Marco del Agua". A: *VIII Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos*. 2005b.
- Forch C., Martin Knudsen, Sørensen S.P.L. "Berichte über die Konstantenbestimmungen zur Aufstellung der hydrographischen Tabellen. D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, 6" . *Række, naturvidensk. og mathem* (1902). Afd XII.1, p. 151.
- Gorostiaga J.M., Díez I. "Changes in the sublittoral benthic marine macroalgae in the polluted area of Abra de Bilbao and proximal coast (northern Spain)". *Marine Ecology Progress Series* (1996), núm. 130, p. 157–167.
- Grall J., Glémarec M. "Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest". *Estuarine Coastal and Shelf Science* (1997), núm. 44, p. 43-53.
- Gray J.J. "Animal-sediment relationships". A: *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 1974, vol. 12, p. 223-261.
- Green EP., Short FT. *World Atlas of Seagrasses. Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Centre*. Berkeley: University of California Press, 2003.
- Harvey H. W. *The Chemistry and fertility of sea waters*. 224 pp. Cambridge: Cambridge University Press, 1955.
- Hily C., le Bris H., Glémarec M. "Impacts biologiques des émissaires urbains sur les écosystèmes benthiques". *Oceanis* (1986), núm. 12, p. 419-426.
- Hily C. *Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hypertrophiques de la Rade de Brest*. [Ph D thesis], Université Bretagne Occidentale. v. 1, p. 359 ; v. 2, p. 337, 1984.

- Ignatiades L., Karydis M., Vounatsou, P. "A possible method for evaluating oligotrophy and eutrophication based on nutrient concentrations scales". *Marine Pollution Bulletin* (1992), núm. 24.
- Karydis M., Ignatiades L., Moschopoulou, N. "An Index Associated With Nutrient Eutrophication In The Marine Environment". *Estuarine Coastal And Shelf Science* (1983), núm. 16 (3), p. 339-344.
- Kitsiou D., Karydis M. "Development of categorical mapping for quantitative assessment of eutrophication". *Journal of Coastal Conservation* (1998), núm. 4, p. 35-44.
- Kitsiou D., Karydis, M. "Categorical mapping of marine eutrophication based on ecological indices". *The Science of the Total Environment* (2000), núm. 255 (1-3), p. 113-127.
- Levin L.A. "Polychaetes as environmental indicators: response to low oxygen and organic enrichment". *Bulletin of marine science*. (2000), núm. 67, p. 668-678.
- Levine H.G. "The use of seaweeds for monitoring coastal waters". In: Shubert, E. (Ed.), *Algae as Ecological Indicators* (1984). London: Academic Press, p. 189–210.
- Levinton J. S. *Marine biology: function, biodiversity ecology*. Oxford: Oxford University Press, 1995, p.420.
- Littler M.M., Murray S.N. "Impact of sewage on the distribution, abundance and community structure of rocky intertidal macroorganisms". *Marine Biology* (1975), núm. 30, p. 277–291.
- Majeed S.A. "Organic matter and biotic indices on the beaches of North Brittany". *Marine Pollution Bulletin* (1987), núm. 18 (9), p. 490-495.
- Margalef R., 1957. "La teoría de la información en ecología". A: *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 1957, v. XXXII (13).
- Margalef R. "Aplicació de la cibernètica a l'estudi de sistemes biològics al nivell de l'ecosistema". *Treballs de la Societat Catalana de Biologia*, 1966, vol. 20, p. 74-81.
- Margalef R., Castellví J. "Fitoplancton y producción primaria de la costa catalana, de julio de 1966 a julio 1967". *Investigaciones pesqueras* (1967), núm. 31, p. 491-502.
- Masó M., Duarte C.M. "The spatial and temporal structure of hydrographic and phytoplankton biomass heterogeneity along Catalan coast (NW Mediterranean)". *Journal of Marine Research* (1989), núm. 47, p. 813–827.
- Munda I. "Changes and succession in the benthic algal associations of slightly polluted habitats". *Revue Internationale Oceanographie Méditerranéenne* (1974), núm. 24, p. 37–52.
- Munné A. "Les rieres litorals i la Directiva Marc de l'Aigua". *L'Atzavara* (2003), núm. 11, p. 27-36.
- Muxica I., Borja A., Bonne W. "The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along European coasts". *Ecological Indicators* (2005), num. 5, p. 19-31.
- Olivos A. *Nutrientes inorgánicos disueltos en aguas litorales próximas del Mar Catalán*. Universitat de Barcelona, 2000 [Tesis doctoral. Supervisor/es: Dr. Jordi Camp i Dra. Mercedes Masó].

- Orfanidis S., Panayotidis P., Stamatis N. "Ecological evaluation of transitional and coastal waters: A marine benthic macrophytes-based model". *Mediterranean Marine Science* (2001), núm. 2 (2), p. 45-65.
- Pearson T.H., Rosenberg R. "Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. Oceanogr". *Marine Biology Annual Review* (1978), núm. 16, p. 229-311.
- Procaccini G., Buia MC., Gambi MC., Perez M., Pergent G., Pergent-Martini C., Romero J. "The seagrasses of the Western Mediterranean". In: E. P. Green and F. T. Short (eds.). *World Atlas of seagrasses* (2003). Berkeley: University of California Press.
- Queralt R. "La calidad de las aguas de los ríos". *Tecnología del Agua* (1982), núm. 4, p. 49-57.
- Renom P., Romero J. *Xarxa de Vigilancia de la Qualitat Biològica dels Herbassars de Fanerògames Marines*. Barcelona: Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultura i Pesca, 2001.
- Romero J., 2004. *Posidònia: els prats del fons del mar*. Ajuntament de Badalona, 2004. (Norai 9).
- Romero J., Martínez-Crego B., Alcoverro T., Pérez M. "A multivariate index based on the seagrass *Posidonia oceanica* (POMI) to assess ecological status of coastal waters under the water framework directive (WFD)". *Marine Pollution Bulletin* (2007), núm. 55(1-6), p. 196-204.
- Rhoads D.C., McCall P.L., Yingst J.Y. "Disturbance and production of the estuarine seafloor". *American Scientist* (1978), núm. 66 (5), p. 577-586.
- Ruiz J.M., Pérez M., Romero J. "Effects of fish farm loadings on seagrass (*Posidonia oceanica*) distribution, growth and photosynthesis". *Marine Pollution Bulletin* (2001), núm. 42(9), p. 749-760.
- Ruiz J.M., Romero J. "Effects of disturbances caused by coastal constructions on spatial structure, growth dynamics and photosynthesis of the seagrass *Posidonia oceanica*". *Marine Pollution Bulletin* (2003), núm. 46, p. 1523-1533.
- Short F.T., Wyllie-Echeverria S. "Natural and human-induced disturbance of seagrasses". *Environmental conservation* (1996), núm. 23, p.17-27.
- Simboura N., Zenetos A. "Benthic indicators to use in ecological quality classification of mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new biotic index". *Mediterranean Marine Science* (2002), núm. 3, p. 77-111.
- Snelgrove P.V.R., Butman C.A. "Animal-sediment relationships revisited: cause versus effect". *Oceanography and Marine Biology* (1994), núm. 32, p. 111-177.
- Soltan D., Verlaque M., Boudouresque C.F., Francour P. "Changes in macroalgal communities in the vicinity of the Mediterranean sewage outfall after the setting up of a treatment plant". *Marine Pollution Bulletin* (2001), núm. 42, p. 59-70.
- Strickland J.D.H., Parsons T.R. "A practical handbook of sea-water analysis". *Bulletin Journal of the Fisheries Research Board of Canada* (1972). 2a ed., núm. 167, p. 182-203.

- Tsirtsis G., Karydis M., 1998. "Evaluation of Phytoplankton Community Indices for detecting eutrophic trends in the marine environment". *Environmental Monitoring And Assessment* (1998), núm. 50 (3), p. 255-269.
- Unesco. "The International System of Units (SI) in Oceanography". *Technical Papers of Marine Science* (1985), núm. 45, p. 124.
- Valiela I. *Marine ecological processes*. 2nd ed. Springer-Verlag New York, 1995, p. 686.
- Van den Berg M., Birnbaum L., Bosveld A.T., Brunstrom B., Cook P., Feeley M., Giesy J.P., Hanberg A., Hasegawa R., Kennedy S. W., Kubiak T., Larsen J.C., Rolaf van Leeuwen F.X., Djien Liem A.K., Nolt C., Peterson R.E., Poellinger L., Safe S., Schrenk D., Tillitt D., Tysklind M., Younes M., Wærn F., Zacharewski T. "Toxic equivalency factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wildlife". *Environmental Health Perspectives* (1998), núm. 106, p. 775–792.
- Vollenweider R.A., Kerekes J.J. "Environment Canada. Background and Summary Results of the OECD Cooperative Program on Eutrophication. In Restoration of lakes and inland waters". In: *International Symposium on Inland Waters and Lake Restoration*. (Sept. 8-12 1981). Portland, Maine: EPA440/5-81-110, 1981, p. 25-36.
- Vollenweider R. A. "Coastal Marine Eutrophication: Principles and Control". In R. A. Vollenweider, R. Marchetti and R. Viviani (eds), *Marine Coastal Eutrophication*. Elsevier Science Publications, 1992, p. 1-20.
- Vollenweider RA., Giovanardi F, Montanari G. , Rinaldi A. "Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: Proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index". *Environmetrics* (1998), núm. 9, p. 329–357.
- Von Liebig J., Playfair L. *Chemistry in Its Application to Agriculture and Physiology*. Londres: Wiley and Putnam, 1847, 131 pàgines.
- Ward T., Butler E., Hill B. "Environmental indicators for national state of the environment reporting". *Estuaries and the Sea, Australia: State of Environment*. Environmental Indicator Reports. Canberra: Department of Environment, 1998.
- Weisberg SB., Ranasinghe JA., Dauer DM., Schaffner LC., Diaz RJ., Frithsen, J B. "An estuarine benthic index of biotic integrity (B-IBI) for Chesapeake Bay". *Estuaries* (1997), núm. 20 (1), p. 149-158.

## 6.2. Protocols d'avaluació de l'estat ecològic

### 6.2.1. Elements biològics

#### Fitoplàncton

European Commission. Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 3: Coastal and Transitional Waters. Alessandro Carletti and Anna-Stiina Heiskanen ed. *JRC Scientific and Technical Reports (UE)*. 2009a.

European Commission. Annexes of Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 3: Coastal and Transitional Waters. Alessandro Carletti and Anna-Stiina Heiskanen ed. *JRC Scientific and Technical Reports (UE)*, 2009b.

Jeffrey SW, Humphrey GF. "New spectrophotometric equations for determining chlorophyll a, b, c<sub>1</sub> and c<sub>2</sub> in higher plants, algae and natural phytoplankton". *Biochemie und Physiologie der Pflanzen* (1975), núm. 167, p. 191-194.

Yentsch CS., Menzel DW. "A method for the determination of phytoplankton chlorophyll and phaeophytin by fluorescence". *Deep Sea Research* (1963), núm. 10, p. 221-231.

### **Altra flora aquàtica - Macroalgues**

*Aeroguía del litoral de Catalunya*. Barcelona: Planeta, 1998. (Aeroguías Mini). p. 150.

Ballesteros E., Torras X., Pinedo S., García M., Mangialajo L., de Torres M. "A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive". *Marine Pollution Bulletin* (2007), núm. 55, p. 172-180.

Pinedo S., García M., Satta MP., de Torres M., Ballesteros E. "Rocky-shore communities as indicators of water quality: A case study in the Northwestern Mediterranean". *Marine Pollution Bulletin* (2007), núm. 55, p. 126-135.

### **Altra flora aquàtica - *Posidonia oceanica***

Legendre P., Legendre L. *Numerical ecology*. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier, 1998.

Romero J., Martínez-Crego B., Alcoverro T., Pérez M. "A multivariate index based on the seagrass *Posidonia oceanica* (POMI) to assess ecological status of coastal waters under the water framework directive (WFD)". *Marine Pollution Bulletin* (2007), núm. 55 (1-6), p. 196-204.

### **Macroinvertebrats**

Borja A., Franco J., Pérez V. "A marine biotic Index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within european estuarine and coastal environments". *Marine Pollution Bulletin* (2000), núm. 40, p. 1100-1114.

Pearson TH., Rosenberg R. "Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution in the marine environment". *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review* (1978), núm. 16, p. 229-311.

Pinedo, S., Jordana, E., "Spain (Catalonia and Balearic Islands)". A: Carletti, A., Heiskanen, A.-S. (Eds.), *Water Framework Directive Intercalibration Technical Report Part 3: Coastal and Transitional waters*. JRC Scientific and Technical Reports, 2007, p. 62–70.

## 6.2.2. Elements fisicoquímics

### Condicions generals

Flo E., Camp J., Masó M., Manzanera M. "Implementing The European Water Framework Directive. Assessment Of Coastal Water Quality In The NW Mediterranean Using Physical And Chemical Variables". A: *ASLO Summer Meeting* (19-24 de juny de 2005). Santiago de Compostela, 2005a.

Flo E., Camp J., Masó M., Manzanera M., de Torres M., Ginebreda A. "La definición de calidad ambiental fisicoquímica y sus implicaciones en la aplicación de la nueva Directiva Marco del Agua". *VIII Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos*, 2005b.

Grasshoff K., Kremling K., Ehrhardt M. *Methods of seawater analysis. 3dr completely revised and extended edition*. Ed. Wiley-Vch, 1999.

### Contaminants específics

Agència Catalana de l'Aigua. *Caracterització de masses d'aigua i anàlisi del risc d'incompliment dels objectius de la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE) a Catalunya (conques intra i intercomunitàries) en compliment dels articles 4, 5 i 6 de la Directiva*. 1ª ed. Barcelona, Àrea d'Inspecció i Control de l'Agència Catalana de l'Aigua, 2005.

Planas C., Puig A., Rivera J., Caixach J. "Analysis of pesticides and metabolites in Spanish surface waters by isotope dilution gas chromatography/mass spectrometry with previous automated solid-phase extraction: Estimation of the uncertainty in the analytical results". *Journal of Chromatography A* (2006), núm. 1131 (1-2), p. 242-252.

Clesceri L.S., Greenberg A.E., Eaton A.D. *Standard Methods for the Examinations of Water & WasteWater 20<sup>th</sup> edition*. American Public Health Association ed, 1998, Part.6040B, p. 6-8.

Van den Berg M., Birnbaum L., Bosveld A.T., Brunstrom B., Cook P., Feeley M., Giesy J.P., Hanberg A., Hasegawa R., Kennedy S. W., Kubiak T., Larsen J.C., Rolaf van Leeuwen F.X., Djien Liem A.K., Nolt C., Peterson R.E., Poellinger L., Safe S., Schrenk D., Tillitt D., Tysklind M., Younes M., Wærn F., Zacharewski T. "Toxic equivalency factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wildlife". *Environmental Health Perspectives* (1998), núm. 106, p. 775-792.

## 6.3. Protocols d'avaluació de l'estat químic

Agència Catalana de l'Aigua. *Caracterització de masses d'aigua i anàlisi del risc d'incompliment dels objectius de la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE) a Catalunya (conques intra i intercomunitàries) en compliment dels articles 4, 5 i 6 de la Directiva*. 1ª ed. Barcelona, Àrea d'Inspecció i Control de l'Agència Catalana de l'Aigua, 2005.

Planas C., Guadayol J.M., Droguet M., Escales A., Rivera J., Caixach J. "Degradation of polyethoxylated nonylphenols in a sewage treatment plant. Quantitative analysis by Isotope dilution-HRGC/MS". *Water Research* (2002), núm. 36, p. 982-988.

Planas C., Puig A., Rivera J. Caixach J.,. Analysis of pesticides and metabolites in Spanish surface waters by isotope dilution gas chromatography/mass spectrometry with previous automated solid-phase extraction: Estimation of the uncertainty in the analytical results. *Journal of Chromatography A* (2006), núm. 1131 (1-2), p. 242-252.

Clesceri L.S., Greenberg A.E., Eaton A.D. *Standard Methods for the Examinations of Water & Waste Water 20<sup>th</sup> edition*. American Public Health Association Ed. Part.6040B, 1998, p. 6-8.

## 6.4. Annexos dels protocols

Ballesteros E. *Els vegetals i la zonació litoral: espècies, comunitats i factors que influeixen en la seva distribució*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans, 1992, p.616.

Ballesteros E., Torras X., Pinedo S., García M., Mangialajo L., de Torres M. "A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive". *Marine Pollution Bulletin* (2007), núm. 55, p. 172-180.

Harris D, Horwath W.R., van Kessel, C. "Acid fumigation of soils to remove carbonates prior to total organic carbon or carbon 13 isotopic analysis". *Soil Science Society American Journal* (2001), núm. 65, p. 1853-1856.

Pinedo S., García M., Satta MP., de Torres M., Ballesteros E. "Rocky-shore communities as indicators of water quality: A case study in the Northwestern Mediterranean". *Marine Pollution Bulletin* (2007), núm. 55, p. 126-135.

Nieuwenhuize J, Maas Y.E.M, Middelburg J.J. "Rapid analysis of organic carbon and nitrogen in particulate materials". *Marine Chemistry* (1994), núm. 45, p. 217-224.

Wentworth C.K. "A scale of grade and class terms for clastic sediments". *Journal of Geology* (1922), núm. 30, p. 377-392.