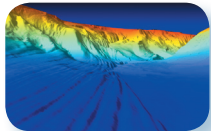


Indice

Introduzione..... IX



■ CAPITOLO 1 L'AMBIENTE MARINO..... 3

| | | |
|--------------|--|----|
| 1.1 | I fondali oceanici | 4 |
| 1.2 | Proprietà e caratteristiche dell'acqua di mare .. | 10 |
| 1.2.1 | Proprietà dell'acqua di mare determinate dai lega- mi di idrogeno | 10 |
| 1.2.2 | Proprietà dell'acqua di mare determinate dalla salinità .. | 11 |
| 1.3 | Il mare: una biosfera dinamica | 12 |
| 1.4 | Mare e terra a confronto | 16 |
| | MARE E TERRA A CONFRONTO | 20 |
| | RIPASSO | 21 |



■ CAPITOLO 2 ADATTAMENTI E SPECIALIZAZIONE DEGLI ORGANISMI MARINI..... 23

| | | |
|--------------|---|----|
| 2.1 | Taglia ed adattamenti alla vita in mare | 24 |
| 2.2 | Assetto, locomozione e dispersione | 30 |
| 2.3 | Strutture di sostegno e protezione | 33 |
| 2.3.1 | Organismi biocostruttori | 33 |
| 2.4 | Alimentazione, metabolismo ed adattamento alla temperatura | 36 |
| 2.5 | Modalità di utilizzo dell'ossigeno | 44 |
| 2.5.1 | Adattamento all'esposizione all'aria | 47 |
| 2.6 | Adattamento alla salinità | 48 |
| 2.7 | Adattamento alla pressione | 52 |
| 2.8 | Adattamento alla luce | 53 |
| 2.9 | Visione, bioluminescenza, sistemi di ricezione .. | 54 |
| 2.10 | Conducibilità elettrica | 57 |
| 2.11 | Comunicare e produrre suoni in acqua | 58 |
| | RIPASSO | 60 |



■ CAPITOLO 3 LA BIODIVERSITÀ MARINA..... 61

| | | |
|--------------|---|----|
| 3.1 | Origine ed evoluzione della vita in mare | 62 |
| 3.1.1 | Teorie sull'origine della vita | 62 |
| 3.1.2 | Evoluzione della biodiversità marina | 64 |
| 3.2 | Meccanismi di speciazione in mare | 64 |
| 3.3 | Biodiversità nei processi storici | 69 |
| 3.3.1 | Le popolazioni animali marine nella storia dell'uomo .. | 71 |

| | | |
|--------------|--|----|
| 3.4 | Quantificare le biodiversità degli organismi marini | 72 |
| 3.4.1 | Definizioni di biodiversità | 72 |
| 3.4.2 | Definizione dei diversi livelli di biodiversità | 74 |
| 3.4.3 | Confronto tra biodiversità marina e terrestre | 76 |
| 3.4.4 | Misure di biodiversità | 79 |
| 3.5 | Processi che controllano la distribuzione della biodiversità marina | 81 |
| 3.5.1 | Punti caldi (hotspot) di biodiversità | 81 |
| 3.5.2 | Gradiente latitudinale di biodiversità | 82 |
| 3.5.3 | Gradiente longitudinale di biodiversità tropicale .. | 83 |
| 3.5.4 | <i>Pattern</i> batimetrici di biodiversità marina | 83 |
| 3.6 | Biogeografia marina | 84 |
| 3.6.1 | Biogeografia terrestre e biogeografia marina | 84 |
| 3.6.2 | Regioni biogeografiche | 84 |
| 3.6.3 | Biogeografia del Mediterraneo | 87 |
| 3.7 | Specie aliene e migrazioni lessepsiane | 89 |
| 3.8 | Teorie dell'evoluzione e del mantenimento della biodiversità | 91 |
| 3.9 | Relazione tra biodiversità e funzionamento degli ecosistemi marini | 93 |
| 3.10 | Perdita di biodiversità | 95 |
| | RIPASSO | 98 |



■ CAPITOLO 4 BIODIVERSITÀ ED ECOLOGIA DEL BENTHOS..... 99

| | | |
|--------------|--|-----|
| 4.1 | Plancton e benthos a confronto | 100 |
| 4.2 | Classificazione del benthos per taglia | 100 |
| 4.2.1 | Femtobenthos | 102 |
| 4.2.2 | Picobenthos | 105 |
| 4.2.3 | Nanobenthos | 106 |
| 4.2.4 | Microbenthos | 107 |
| 4.2.5 | Meiobenthos (meiofauna) | 109 |
| 4.2.6 | Macrobenthos e megabenthos | 111 |
| 4.2.7 | Macrofitobenthos (macrofite) | 113 |
| 4.3 | Classificazione del benthos animale per tipi di alimentazione | 114 |
| 4.4 | Benthos di fondi duri e fondi mobili a confronto .. | 116 |
| 4.4.1 | Il benthos di fondi mobili | 117 |
| 4.4.2 | Interazioni del benthos con il substrato mobile | 118 |
| 4.5 | Il benthos nello spazio e nel tempo | 121 |
| 4.6 | La bionomia bentonica | 122 |
| 4.7 | Zonazione del benthos | 123 |
| 4.7.1 | Zonazione del benthos secondo il modello di Pérès e Picard | 123 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 4.7.2 | Zonazione del benthos secondo Riedl | 124 |
| | RIPASSO | 129 |



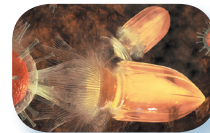
■ CAPITOLO 5
**BIODIVERSITÀ ED ECOLOGIA
DEL PLANCTON**

| | | |
|-------|---|-----|
| 5.1 | Gli organismi del plancton | 131 |
| 5.2 | Classificazione basata sulla distribuzione del plancton lungo la colonna d'acqua | 132 |
| 5.3 | Classificazione del plancton basata sul ciclo vitale | 133 |
| 5.4 | Classificazione del plancton basata sulle classi di taglia | 134 |
| 5.4.1 | Virioplancton | 135 |
| 5.4.2 | Picoplancton | 140 |
| 5.4.3 | Nanoplancton | 143 |
| 5.4.4 | Microplancton | 143 |
| 5.4.5 | Mesozooplancton | 145 |
| 5.4.6 | Macro e mega-zooplancton | 145 |
| 5.5 | Abbondanza delle diverse componenti del plancton a confronto | 145 |
| 5.6 | Distribuzione del plancton | 146 |
| 5.6.1 | Esempio di distribuzione del plancton su macro-scala controllata da fattori fisici: El Niño | 148 |
| 5.6.2 | Esempio di distribuzione del plancton su piccola scala: le migrazioni verticali | 148 |
| 5.7 | Ecologia del plancton | 153 |
| 5.7.1 | Come fanno a coesistere tante specie fitoplanctoniche in un volume d'acqua: omaggio a Santa Rosalia. | 155 |
| 5.7.2 | Modalità nutrizionali nello zooplancton | 155 |
| | RIPASSO | 157 |



■ CAPITOLO 6
**BIODIVERSITÀ ED ECOLOGIA
DEL NECTON E MAMMIFERI
MARINI**

| | | |
|-------|--|-----|
| 6.1 | Principali organismi e caratteristiche del necton .. | 160 |
| 6.1.1 | Pesci | 161 |
| 6.1.2 | Osteitti | 162 |
| 6.1.3 | Pattern di biodiversità | 163 |
| 6.2 | Ecologia del necton | 164 |
| 6.2.1 | Formazione di banchi | 164 |
| 6.2.2 | Elasmobranchi | 165 |
| 6.2.3 | Cefalopodi | 169 |
| 6.2.4 | Ecologia dei cefalopodi | 170 |
| 6.3 | Rettili marini | 171 |
| 6.4 | Uccelli marini | 174 |
| 6.5 | Mammiferi marini | 176 |
| 6.5.1 | Sirenidi | 176 |
| 6.5.2 | Carnivori | 177 |
| 6.5.3 | Cetacei | 180 |
| 6.6 | Grandi migrazioni del necton | 181 |
| 6.6.1 | Ruolo dei predatori apicali del necton nelle reti trofiche | 188 |
| | RIPASSO | 193 |



■ CAPITOLO 7
**FUNZIONAMENTO DEGLI ECO-
SISTEMI**

| | | |
|-------|--|-----|
| 7.1 | Processi intraspecifici | 195 |
| 7.1.1 | Cicli vitali e riproduzione | 196 |
| 7.1.2 | Forme di resistenza e <i>benthic-pelagic coupling</i> ... | 201 |
| 7.1.3 | Produzione primaria | 203 |
| 7.1.4 | Produzione secondaria | 210 |
| 7.2 | Processi extraspecifici | 213 |
| 7.2.1 | Materia organica e detrito in mare | 213 |
| 7.2.2 | Materia organica disciolta in mare (DOM) | 217 |
| 7.3 | L'accoppiamento pelago-bentonico (<i>pelagic-benthic coupling</i>) | 219 |
| 7.3.1 | Conseguenze dell'export di materia organica al fondo | 224 |
| | RIPASSO | 227 |



■ CAPITOLO 8
**INTERAZIONI INTERSPECIFICHE
E CASCATE TROFICHE**

| | | |
|-------|--|-----|
| 8.1 | Processi interspecifici | 230 |
| 8.1.1 | Predazione | 230 |
| 8.1.2 | Competizione | 233 |
| 8.1.3 | Facilitazione e cooperazione | 235 |
| 8.1.4 | Simbiosi | 237 |
| 8.1.5 | Parassitismo | 241 |
| 8.1.6 | Malattie degli organismi marini | 243 |
| 8.1.7 | Malattie dei coralli | 244 |
| 8.2 | Processi di interazioni complessive: reti e cascate trofiche | 245 |
| 8.2.1 | Reti trofiche | 245 |
| 8.2.2 | Rete trofica del detrito | 248 |
| 8.2.3 | Il circuito microbico (<i>microbial loop</i>) | 249 |
| 8.2.4 | Il circuito virale (<i>viral shunt</i>) | 250 |
| 8.2.5 | Controllo <i>bottom up</i> delle reti trofiche | 251 |
| 8.2.6 | Controllo <i>top down</i> delle reti trofiche | 252 |
| 8.2.7 | Controllo misto «a vita di vespa» | 253 |
| 8.2.8 | Le specie-chiave (<i>keystone</i>) | 253 |
| 8.2.9 | Cascate trofiche | 253 |
| 8.3 | Biodiversità e servizi ecosistemici | 257 |
| | RIPASSO | 259 |



■ CAPITOLO 9
ECOSISTEMI COSTIERI

| | | |
|-------|---|-----|
| 9.1 | Lagune: ambienti di transizione tra terra e mare .. | 262 |
| 9.1.1 | Distribuzione e conformazione degli ambienti di transizione | 262 |
| 9.1.2 | Ecologia delle lagune costiere | 262 |
| 9.1.3 | Modelli di ecologia e funzionamento delle lagune costiere | 266 |
| 9.1.4 | Biodiversità delle lagune | 267 |
| 9.2 | Intertidale roccioso | 268 |

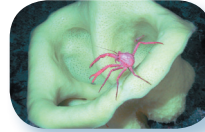
9.2.1 Strategie di sopravvivenza in ambiente intertidale 269
9.2.2 Produttori primari dell'intertidale 270
9.2.3 Zonazione nell'intertidale 273
9.2.4 Competizione nei fondi duri dell'intertidale 274
9.2.5 Consumatori nell'intertidale 275
9.2.6 Dislocazione di nicchia per limitare gli effetti della competizione 275
9.2.7 Predazione in ambiente intertidale e l'ipotesi del disturbo intermedio 276
9.2.8 Le specie chiave 277
9.2.9 Reti trofiche nell'intertidale 278
9.2.10 Confronto tra ambienti intertidali a fondi duri ed a fondi mobili 279
9.3 Il subtidale roccioso 279
9.3.1 Effetto delle variabili fisiche e del disturbo sui popolamenti bentonici 280
9.3.2 Fattori biotici 281
9.3.3 Il coralligeno del Mediterraneo 282
9.4 Le grotte sottomarine 286
9.4.1 Biodiversità delle grotte 286
9.4.2 Adattamenti negli invertebrati marini alla vita nelle grotte 287
9.4.3 Reti trofiche e funzionamento delle grotte marine 287
9.5 Foreste di macrofite 288
9.5.1 Foreste di *kelp* 288
9.5.2 Biodiversità associata al *kelp* 290
9.5.3 Reti trofiche 291
9.5.4 Foreste di macroalghe in Mediterraneo 293
ECOSISTEMI COSTIERI A CONFRONTO 294
RIPASSO 294



■ **CAPITOLO 10**
ECOSISTEMI DELLE SCOGLIERE CORALLINE, PRATERIE DI FANEROGAME E MANGROVIETI 295

10.1 Scogliere coralline (coral reef) 296
10.1.1 Zonazione all'interno di una scogliera corallina (*coral reef*) 296
10.1.2 Tipologie di scogliere coralline 297
10.1.3 Teoria della formazione dei *reef* corallini 297
10.1.4 Caratteristiche dei coralli costruttori 298
10.1.5 Riproduzione dei coralli 298
10.1.6 Alimentazione dei coralli e la simbiosi con zooxantelle 300
10.1.7 Principali fattori limitanti per la crescita dei coralli 302
10.1.8 Biodiversità delle scogliere coralline 302
10.1.9 Funzionamento delle scogliere coralline e reti trofiche 306
10.1.10 Consumatori primari 307
10.1.11 Deposivori/detritivori 307
10.1.12 Consumatori secondari 307
10.1.13 Consumatori terziari 310
10.1.14 La competizione per lo spazio nei *reef* corallini 310
10.1.15 Interazione tra scogliere coralline con gli ecosistemi adiacenti 312
10.2 Praterie di fanerogame 312

10.2.1 Biodiversità associata alle fanerogame 318
10.2.2 Funzionamento 319
10.3 Mangrovietai 320
10.3.1 Biodiversità associata alle mangrovie 323
10.3.2 Funzionamento degli ecosistemi a mangrovia 324
ECOSISTEMI COSTIERI TEMPERATI-CALDI A CONFRONTO 326
RIPASSO 326



■ **CAPITOLO 11**
ECOSISTEMI MARINI PROFONDI 327

11.1 Introduzione 328
11.1.1 Biodiversità degli ambienti profondi. La teoria azoica di Forbes per gli ambienti profondi 328
11.1.2 L'origine della fauna profonda 330
11.1.3 Meccanismi di generazione e mantenimento della biodiversità profonda 331
11.1.4 Metabolismo e funzionamento degli ecosistemi profondi 332
11.1.5 Habitat marini profondi 334
11.2 Canyon sottomarini 334
11.2.1 Biodiversità 336
11.2.2 Funzionamento 337
11.3 Montagne sottomarine 337
11.3.1 Biodiversità delle montagne sottomarine 339
11.4 Coralli profondi 342
11.5 Piane abissali 346
11.5.1 Biodiversità ed adattamenti 346
11.5.2 Nanismo e gigantismo abissale 349
11.5.3 Funzionamento dei sistemi abissali 350
11.6 Fosse oceaniche 350
11.6.1 Biodiversità adale 351
ECOSISTEMI MARINI PROFONDI A CONFRONTO 354
RIPASSO 354



■ **CAPITOLO 12**
ECOSISTEMI ESTREMI CHEMIOSINTETICI 355

12.1 Introduzione 356
12.2 Oasi idrotermali profonde (hydrothermal vents) 356
12.2.1 Biodiversità associata agli *hydrothermal vents* profondi 359
12.2.1 Funzionamento degli ecosistemi a *hydrothermal vents* 362
12.3 Ecosistemi con sorgenti di idrocarburi (cold seeps) 366
12.3.1 Biodiversità dei *cold seeps* e organismi simbiotici 369
12.3.2 Funzionamento dei sistemi con emissioni fredde di idrocarburi 369
12.4 Habitat di carcasse di grandi cetacei (whale carcass) 370

| | | |
|---------------|--|-----|
| 12.4.1 | Biodiversità | 373 |
| 12.4.2 | Funzionamento dei sistemi a carcassa di balena ... | 374 |
| 12.4.3 | Affinità delle comunità dei <i>vents</i> e dei <i>seeps</i> con le comunità sulfidiche | 374 |
| 12.5 | Sistemi ipossici ed anossici (<i>dead zones</i>) | 375 |
| 12.5.1 | Zone a minimo di ossigeno (<i>oxygen minimum zones</i> , OMZ) | 376 |
| 12.5.2 | Bacini anossici | 379 |
| 12.5.3 | Sistemi ipersalini anossici | 379 |
| | ECOSISTEMI ESTREMI CHEMIOSINTETICI A CONFRONTO | 382 |
| | RIPASSO | 382 |



■ CAPITOLO 13

ECOSISTEMI POLARI

| | | |
|---------------|--|-----|
| 13.1 | Introduzione | 384 |
| 13.2 | L'ecosistema artico | 385 |
| 13.2.1 | Biogeografia e caratteristiche | 385 |
| 13.2.2 | Biodiversità | 386 |
| 13.2.3 | Biodiversità all'interno del ghiaccio marino | 386 |
| 13.2.4 | Biodiversità pelagica | 388 |
| 13.2.5 | Pesci | 391 |
| 13.2.6 | Mammiferi marini | 392 |
| 13.2.7 | Biodiversità bentonica | 392 |
| 13.2.8 | Reti trofiche e funzionamento degli ecosistemi artici .. | 394 |
| 13.3 | Antartide | 395 |

| | | |
|---------------|--|-----|
| 13.3.1 | Zonazione, estensione e dimensioni | 395 |
| 13.3.2 | Habitat antartici | 399 |
| 13.3.3 | Biodiversità | 400 |
| 13.3.4 | Uccelli e mammiferi | 405 |
| 13.3.5 | Reti trofiche e funzionamento | 405 |
| | ECOSISTEMI POLARI A CONFRONTO | 409 |
| | RIPASSO | 409 |



■ CAPITOLO 14

PASSATO, PRESENTE E FUTURO DELLA BIOLOGIA MARINA ..

| | | |
|-------------|--|-----|
| 14.1 | Come è nata la biologia marina | 412 |
| 14.2 | Storia della biologia marina in Italia | 413 |
| 14.3 | Il presente ed il futuro della biologia marina ... | 414 |
| 14.4 | Le ricerche in biologia marina nel prossimo decennio | 419 |
| | RIPASSO | 420 |

Lecture consigliate per un approfondimento

Crediti immagini

Indice analitico