

INDICE

Premessa alla nuova edizione	XI
Introduzione	XIII
Ringraziamenti	XV
L'Editore e l'Autore ringraziano	XVI

CAPITOLO 1

L'AMBIENTE MARINO	3
1.1 I fondali oceanici	4
1.2 Proprietà e caratteristiche dell'acqua di mare	8
1.2.1 Proprietà dell'acqua di mare determinate dai legami idrogeno	8
1.2.2 Proprietà dell'acqua di mare determinate dalla salinità	9
1.3 Densità	10
1.4 Il mare: una biosfera dinamica	11
1.5 Misurare le variabili ambientali in mare	14
1.6 Mare e terra a confronto	17
MARE E TERRA A CONFRONTO	20
RIPASSO	21

CAPITOLO 2

ADATTAMENTI E SPECIALIZZAZIONE DEGLI ORGANISMI MARINI	23
2.1 La taglia degli organismi marini	24
2.2 Il galleggiamento	24
2.3 Assetto, locomozione e dispersione ..	29
2.4 Strutture di sostegno e protezione ..	31
2.4.1 Organismi biocostruttori	33
2.5 Alimentazione, metabolismo e adattamento alla temperatura	33
2.6 Modalità di utilizzo dell'ossigeno	42

2.6.1 Adattamento all'esposizione all'aria	45
2.7 Adattamento alla salinità	46
2.8 adattamento alla pressione	49
2.9 Adattamento alla luce	50
2.10 Visione, bioluminescenza, sistemi di ricezione	51
2.11 Conducibilità elettrica	54
2.12 Comunicare e produrre suoni in acqua	54
RIPASSO	57

CAPITOLO 3

LA BIODIVERSITÀ MARINA	59
3.1 Evoluzione della biodiversità marina	60
3.2 Meccanismi di speciazione in mare ..	60
3.3 Biodiversità nei processi storici	65
3.3.1 Le popolazioni animali marine nella storia dell'Uomo	66
3.4 Quantificare la biodiversità degli organismi marini	69
3.4.1 Definizioni di biodiversità	69
3.4.2 Definizione dei diversi livelli di biodiversità	69
3.4.3 Confronto tra biodiversità marina e terrestre	70
3.4.4 Misure di biodiversità	73
3.5 Processi che controllano la distribuzione della biodiversità marina	75
3.5.1 Punti caldi (hotspot) di biodiversità	75
3.5.2 Gradiente latitudinale di biodiversità	76
3.5.3 Gradiente longitudinale di biodiversità tropicale	77
3.5.4 <i>Pattern</i> batimetrici di biodiversità marina	77
3.6 Biogeografia marina	78

3.6.1	Biogeografia terrestre e biogeografia marina	78
3.6.2	Regioni biogeografiche	78
3.6.3	Biogeografia del Mediterraneo	80
3.7	Specie aliene e migrazioni lessepsiane	82
3.8	Teorie evolutive per il mantenimento della biodiversità	84
3.9	Relazione tra biodiversità e funzionamento degli ecosistemi marini	85
3.10	Perdita di biodiversità	87
	RIPASSO	92

CAPITOLO 4

BIODIVERSITÀ ED ECOLOGIA DEL BENTHOS

4.1	Plancton e benthos a confronto	94
4.2	Campionamento del benthos	94
4.3	Classificazione del benthos per taglia	96
4.3.1	Femtobenthos	98
4.3.2	Picobenthos	101
4.3.3	Nanobenthos	102
4.3.4	Microbenthos	103
4.3.5	Meiobenthos (Meiofauna)	104
4.3.6	Macrobenthos e megabenthos	106
4.3.7	Macrofitobenthos (macrofite)	108
4.4	Classificazione del benthos animale per tipi di alimentazione	109
4.5	Benthos di fondi duri e fondi mobili a confronto	111
4.5.1	Il benthos di fondi mobili	112
4.5.2	Interazioni del benthos con il substrato mobile	112
4.6	Il benthos nello spazio e nel tempo ..	114
4.7	La bionomia bentonica	116
4.8	Zonazione del benthos	116
4.8.1	Zonazione del benthos secondo il modello di Pérès e Picard	117
4.8.2	Zonazione del benthos secondo Riedl	118
	RIPASSO	123

CAPITOLO 5

BIODIVERSITÀ ED ECOLOGIA DEL PLANCTON

5.1	Gli organismi del plancton	126
5.2	Campionamento del plancton	127

5.3	Classificazione basata sulla distribuzione del plancton lungo la colonna d'acqua	129
5.4	Classificazione del plancton basata sul ciclo vitale	130
5.5	Classificazione del plancton basato sulle classi di taglia	132
5.4.1	Virioplancton	132
5.4.2	Picoplancton	135
5.4.3	Nanoplancton	138
5.4.4	Microplancton	138
5.4.5	Mesozooplancton	139
5.4.6	Macro e mega-zooplancton	140
5.5	Abbondanza delle diverse componenti del plancton a confronto	141
5.6	Distribuzione del plancton	141
5.6.1	Esempio di distribuzione del plancton su macroscale controllata da fattori fisici: El Niño	142
5.6.2	Esempio di distribuzione del plancton su piccola scala: le migrazioni verticali	143
5.7	Ecologia del plancton	147
5.7.1	Come fanno a coesistere tante specie fitoplanctoniche in un volume d'acqua: Omaggio a Santa Rosalia	149
5.7.2	Modalità nutrizionali nello zooplancton	150
	RIPASSO	152

CAPITOLO 6

BIODIVERSITÀ ED ECOLOGIA DEL NECTON E MAMMIFERI MARINI

6.1	Principali organismi e caratteristiche del necton	154
6.1.1	Pesci	155
6.1.2	Osteitti	155
6.1.3	Pattern di biodiversità	157
6.2	Campionamento del necton	158
6.3	Ecologia del necton	160
6.3.1	Formazione di banchi	160
6.3.2	Elasmobranchi	161
6.3.3	Cefalopodi	164
6.3.4	Ecologia dei cefalopodi	165
6.4	Rettili marini	166
6.5	Uccelli marini	170
6.6	Mammiferi marini	171
6.6.1	Sirenidi	172
6.6.2	Carnivori	172

6.6.3	Cetacei	174
6.7	Grandi migrazioni del necton	176
6.7.1	Ruolo dei predatori apicali del necton nelle reti trofiche	182
	RIPASSO	187

CAPITOLO 7

FUNZIONAMENTO

DEGLI ECOSISTEMI	189
7.1 Processi intraspecifici	190
7.1.1 Cicli vitali e riproduzione	190
7.1.2 Forme di resistenza e <i>benthic-pelagic coupling</i>	195
7.1.3 Produzione Primaria	198
7.1.4 Produzione secondaria	204
7.2 Processi extraspecifici	207
7.2.1 Materia organica e detrito in mare	207
7.2.2 La materia organica disciolta in mare (dom)	211
7.3 L'accoppiamento pelago-bentonico (pelagic-benthic coupling)	212
7.3.1 Conseguenze dell'export di materia organica al fondo	218
RIPASSO	221

CAPITOLO 8

**INTERAZIONI INTERSPECIFICHE
E CASCATE TROFICHE**

8.1 Processi interspecifici	224
8.1.1 Predazione	224
8.1.2 Competizione	228
8.1.3 Facilitazione e cooperazione	230
8.1.4 Simbiosi	232
8.1.5 Parassitismo	236
8.1.6 Malattie degli organismi marini	238
8.1.7 Malattie dei coralli	238
8.2 Processi di interazioni complessive: reti e cascate trofiche	240
8.2.1 Reti trofiche	240
8.2.2 Rete trofica del detrito	242
8.2.3 Il circuito microbico (<i>microbial loop</i>)	243
8.2.4 Il circuito virale (<i>viral shunt</i>)	244
8.2.5 Controllo <i>BOTTOM UP</i> delle reti trofiche	245
8.2.6 Controllo <i>TOP DOWN</i> delle reti trofiche	247
8.2.7 Controllo MISTO «a vita di vespa»	247
8.2.8 Le specie-chiave (<i>keystone</i>)	248

8.2.9 Cascate trofiche	248
8.3 Biodiversità e servizi ecosistemici	253
RIPASSO	255

CAPITOLO 9

ECOSISTEMI COSTIERI	257
9.1 Lagune: ambienti di transizione tra terra e mare	258
9.1.1 Distribuzione e conformazione degli ambienti di transizione	258
9.1.2 Ecologia delle lagune costiere	258
9.1.3 Modelli di ecologia e funzionamento delle lagune costiere	260
9.1.4 Biodiversità delle lagune	263
9.2 Intertidale roccioso	264
9.2.1 Strategie di sopravvivenza in ambiente intertidale	265
9.2.2 Produttori primari dell'intertidale	266
9.2.3 Zonazione nell'intertidale	268
9.2.4 Competizione nei fondi duri dell'intertidale	271
9.2.5 Consumatori nell'intertidale	271
9.2.6 Dislocazione di nicchia per limitare gli effetti della competizione	271
9.2.7 Predazione in ambiente intertidale e l'ipotesi del disturbo intermedio	272
9.2.8 Le specie chiave	273
9.2.9 Reti trofiche nell'intertidale	274
9.2.10 Confronto tra ambienti intertidali a fondi duri ed a fondi mobili	275
9.3 Il subtidale roccioso	276
9.3.1 Effetto delle variabili fisiche e del disturbo sui popolamenti bentonici	276
9.3.2 Fattori biotici	277
9.3.3 Il coralligeno del Mediterraneo	278
9.4 Le grotte sottomarine	280
9.4.1 Biodiversità delle grotte	283
9.4.2 Adattamenti negli invertebrati marini alla vita nelle grotte	283
9.4.3 Reti trofiche e funzionamento delle grotte marine	283
9.5 Foreste di macrofite	284
9.5.1 Foreste di <i>kelp</i>	284
9.5.2 Biodiversità associata al <i>kelp</i>	286
9.5.3 Reti trofiche	287
9.5.4 Foreste di macroalghe nel Mediterraneo	288
ECOSISTEMI COSTIERI A CONFRONTO	289
RIPASSO	290

CAPITOLO 10

**ECOSISTEMI DELLE SCOGLIERE
CORALLINE, PRATERIE DI
FANEROGAME E MANGROVIETI** ... 291

- 10.1 Scogliere coralline (*Coral reef*)** 292
 - 10.1.1 Zonazione all'interno di una scogliera corallina (*coral reef*) 292
 - 10.1.2 Tipologie di scogliere coralline 293
 - 10.1.3 Teorie della formazione dei *reef* corallini 293
 - 10.1.4 Caratteristiche dei coralli costruttori 294
 - 10.1.5 Riproduzione dei coralli 295
 - 10.1.6 Alimentazione dei coralli e simbiosi con zooxantelle 296
 - 10.1.7 Principali fattori limitanti per la crescita dei coralli 298
 - 10.1.8 Biodiversità delle scogliere coralline 298
 - 10.1.9 Funzionamento delle scogliere coralline e reti trofiche 302
 - 10.1.10 Consumatori primari 303
 - 10.1.11 Deposivori/Detritivori 303
 - 10.1.12 Consumatori secondari 303
 - 10.1.13 Consumatori terziari 303
 - 10.1.14 La competizione per lo spazio nei *reef* corallini 304
 - 10.1.15 Interazioni tra scogliere coralline con gli ecosistemi adiacenti 304
- 10.2 Praterie di fanerogame** 304
 - 10.2.1 Biodiversità associata alle fanerogame .. 313
 - 10.2.2 Funzionamento 314
- 10.3 Mangrovieti** 315
 - 10.3.1 Biodiversità associata alle mangrovie ... 318
 - 10.3.2 Funzionamento degli ecosistemi a mangrovia 319

ECOSISTEMI COSTIERI TEMPERATI-CALDI A CONFRONTO 321**RIPASSO** 321

CAPITOLO 11

ECOSISTEMI MARINI PROFONDI 323

- 11.1 Introduzione** 324
 - 11.1.1 Biodiversità degli ambienti profondi. La teoria azoica di Forbes per gli ambienti profondi 324
 - 11.1.2 L'origine della fauna profonda 326
 - 11.1.3 Meccanismi di generazione e mantenimento della biodiversità profonda 327
 - 11.1.4 Metabolismo e funzionamento degli ecosistemi profondi 328
 - 11.1.5 Habitat marini profondi 331

- 11.2 Canyon sottomarini** 331
 - 11.2.1 Biodiversità 332
 - 11.2.2 Funzionamento 333
- 11.3 Montagne sottomarine** 334
 - 11.3.1 Biodiversità delle montagne sottomarine 336
- 11.4 Coralli profondi** 339
- 11.5 Piane abissali** 341
 - 11.5.1 Biodiversità ed adattamenti 342
 - 11.5.2 Nanismo e gigantismo abissale 343
 - 11.5.3 Funzionamento dei sistemi abissali 345
- 11.6 Fosse oceaniche** 346
 - 11.6.1 Biodiversità adale 347
- ECOSISTEMI MARINI PROFONDI A CONFRONTO** 349
- RIPASSO** 350

CAPITOLO 12

**ECOSISTEMI ESTREMI
CHEMIOSINTETICI** 351

- 12.1 Introduzione** 352
- 12.2 Oasi idrotermali profonde (*Hydrothermal Vents*)** 352
 - 12.2.1 Biodiversità associata agli *hydrothermal vents* profondi 354
 - 12.2.2 Funzionamento degli ecosistemi a *hydrothermal vents* 356
- 12.3 Ecosistemi con sorgenti di idrocarburi (*Cold seeps*)** 360
 - 12.3.1 Biodiversità dei *cold seeps* e organismi simbiotici 363
 - 12.3.2 Funzionamento dei sistemi con emissioni fredde di idrocarburi 364
- 12.4 Habitat di carcasse di grandi cetacei (*whale carcass*)** 365
 - 12.4.1 Biodiversità 366
 - 12.4.2 Funzionamento dei sistemi a carcassa di balena 368
 - 12.4.3 Affinità delle comunità dei *vents* e dei *seeps* con le comunità sulfofiliche 370
- 12.5 Sistemi ipossici e anossici (*dead zones*)** 370
 - 12.5.1 Zone a minimo di ossigeno (*Oxygen Minimum Zones*, OMZ) 372
 - 12.5.2 Bacini Anossici 373
 - 12.5.3 Sistemi ipersalini anossici 374
- ECOSISTEMI ESTREMI CHEMIOSINTETICI A CONFRONTO** 376
- RIPASSO** 377

CAPITOLO 13

ECOSISTEMI POLARI	379
13.1 Introduzione	380
13.2 L'Ecosistema Artico	381
13.2.1 Biogeografia e caratteristiche	381
13.2.2 Biodiversità	382
13.2.3 Biodiversità all'interno del ghiaccio marino	382
13.2.4 Biodiversità pelagica	384
13.2.5 Pesci	387
13.2.6 Mammiferi marini	388
13.2.7 Biodiversità bentonica	388
13.2.8 Reti trofiche e funzionamento degli ecosistemi Artici	391
13.3 Antartide	391
13.3.1 Zonazione, estensione e dimensioni	391
13.3.2 Habitat antartici	395
13.3.3 Biodiversità	398
13.3.4 Uccelli e Mammiferi	401
13.3.5 Reti trofiche e funzionamento	402
ECOSISTEMI POLARI A CONFRONTO	405
RIPASSO	405

CAPITOLO 14

IMPATTI SUGLI ORGANISMI E SUGLI ECOSISTEMI MARINI	407
14.1 Definizioni	408
14.2 La perdita di biodiversità e le specie aliene	409
14.2.1 Specie aliene, criptogeniche e invasioni biologiche	410
14.2.2 Le specie aliene nel mediterraneo	412
14.3 La pesca eccessiva (<i>overfishing</i>) e l'impatto sulle reti trofiche	413
14.3.1 La scomparsa dei grandi organismi dagli oceani	414
14.4 Eutrofizzazione, distrofia, mucillagini e fioriture tossiche	416
14.4.1 Inquinamento da carichi organici	417
14.5 Inquinamento da contaminanti	418
14.5.1 Impatto degli idrocarburi	418
14.5.2 Inquinamento da metalli pesanti	419
14.5.3 Inquinamento da micro-inquinanti	420

14.6 L'alterazione dell'ambiente marino e la distruzione degli habitat	420
14.6.1 Distruzione delle foreste di kelp (fucò) ..	421
14.6.2 Impatti sulle scogliere coralline	422
14.6.3 Perdita di praterie di fanerogame	422
14.6.4 Distruzione dei mangrovieti	423
14.6.5 Alterazione degli estuari e acque costiere	423
14.6.6 Impatti sugli ambienti profondi	424
14.7 Rifiuti domestici, dumping e rumore	425
14.7.1 La spazzatura	425
14.7.2 La plastica in mare	426
14.7.3 Lo scarico di materiali tossici e radioattivi	427
14.7.4 Impatto del rumore	428
14.8 Cambiamenti climatici	428
14.8.1 Effetti sinergici degli impatti diretti e climatici e la "microbializzazione" dei mari	433
14.9 Preservare e restaurare gli ecosistemi marini	433
14.9.1 Il restauro ecologico degli habitat marini	434
RIPASSO	436

CAPITOLO 15

PASSATO, PRESENTE E FUTURO DELLA BIOLOGIA MARINA	437
15.1 Come è nata la biologia marina	438
15.2 Storia della biologia marina in Italia	439
15.3 Il presente e il futuro della biologia marina	440
15.4 Le ricerche in biologia marina nel prossimo decennio	444
RIPASSO	446

Glossario	447
Lecture consigliate per un approfondimento	453
Crediti immagini	467
Indice dei video	471
Indice analitico	473