



Gilberto FORNERIS - Massimo PASCALE
Gian Carlo PEROSINO - Patrizia ZACCARA

LEZIONI DI IDROBIOLOGIA

(le acque continentali)

	Capitolo	Pag.	Tab.	Fig.	Mbyte
1	LA MOLECOLA D'ACQUA	8	2	12	0,33
2	CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE DELL'ACQUA	17	3	16	0,52
3	IL FLUIDO ACQUA	14	0	19	0,59
4	CICLO DELL'ACQUA E RISORSE IDRICHE	12	1	9	0,73
5	L'AZIONE MORFOLOGICA DELL'ACQUA	21	0	31	2,32
6	INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA	32	0	36	1,66
7	ORIGINE ED EVOLUZIONE DEI LAGHI	27	3	25	1,73
8	LE ACQUE SOTTERRANEE	6	8	8	0,66
9	ELEMENTI DI MORFOMETRIA	8	0	11	0,50
10	ELEMENTI DI IDROLOGIA	20	9	3	0,46
11	CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE UMIDE	8	0	3	0,34
12	ELEMENTI DI ECOLOGIA	21	4	7	0,60
13	BIOLOGIA DELLE ACQUE	31	0	31	2,92
14	I PESCI	34	6	27	3,26
15	GLI INDICI ECOLOGICI	12	4	1	0,17
16	LE ALTERAZIONI DELL'AMBIENTE, TUTELA E GESTIONE	27	12	5	0,69
17	BIBLIOGRAFIA	5	0	0	0,05
TOTALI		303	52	244	17,53

Le caratteristiche peculiari dell'acqua, la conoscenza degli ambienti acquatici continentali ed il riconoscimento dell'importanza strategica della loro tutela, i complessi problemi legati alla gestione delle risorse idriche,... costituiscono gli argomenti trattati in questo libro. Esso costituisce uno strumento utile per i tecnici impegnati in attività di gestione e tutela della Natura, ma anche per gli insegnanti, gli studenti, i pescatori,... e per tutti coloro che sono interessati ad una migliore conoscenza degli ambienti nei quali l'acqua è la principale protagonista.

PRESENTAZIONE

Nell'Universo l'ossigeno è il terzo elemento per abbondanza, ma un misero terzo posto, dietro l'idrogeno e l'elio che costituiscono quasi tutto il tessuto della creazione, un ruolo loro assicurato dal fatto di essersi generati nel Big Bang primordiale. L'elio non è reattivo, è un solitario nel cosmo. E quindi, dopo tutto, dovremmo sorprenderci se l'acqua (la combinazione degli elementi reattivi più diffusi nell'Universo) è così ubiquitaria? Questa molecola, la matrice della vita, è il prodotto di due atti creativi più generosi del cosmo: il Big Bang, che diede inizio al tutto e ci regalò un Universo fatto principalmente di idrogeno e l'evoluzione stellare, che riformula questo elemento (il cui stesso nome significa "generatore d'acqua") dando origine all'ossigeno e a tutti gli altri elementi di cui è fatto il Mondo. Nelle imponderabili vastità dello spazio interstellare, questi due elementi si uniscono ed ecco scorgere, dal loro congiungersi, il fiume Nilo, il mare Arabico, le nubi, i fiocchi di neve, la linfa vitale delle cellule, le pianure ghiacciate di nettuno, e chissà quali altri fiumi, oceani e piogge, in mondi che non potremo mai vedere.

Da: Ball P., 1999. *H₂O. A biography of water*. Pubblicato in lingua italiana da Rizzoli nel 2000.

La vita, quale oggi conosciamo nelle sue forme e manifestazioni, ebbe origine, nei mari primitivi, oltre tre miliardi di anni fa, prima della metà della storia del nostro pianeta. La nascita e l'esistenza della vita dipendono dall'**acqua** liquida, ma anche di quella solida e gassosa, per cui sono possibili i cambiamenti di stato, alla base del ciclo dell'**acqua**. Essa circola attraverso gli oceani, l'atmosfera, il sottosuolo e scorre sulle terre, consentendo grandi scambi di energia nei fenomeni meteorologici. L'**acqua**, "muovendosi", scolpisce e modella il paesaggio, si distribuisce in vario modo sui continenti consentendo l'alimentazione dei ghiacciai, dei fiumi, dei laghi.

L'**acqua** costituisce la frazione principale dei viventi ed è il mezzo fondamentale dei liquidi di trasporto in Natura (il sangue, la linfa delle piante, le soluzioni nutritive nel suolo per le radici,...). L'**acqua** è il solvente per eccellenza; con il tempo quasi tutte le sostanze presenti in Natura si sciolgono in essa. L'**acqua** è garanzia della nostra stessa esistenza.

L'**acqua** è una risorsa strategica fondamentale. La gestione delle risorse idriche è una questione di primario interesse che condiziona l'organizzazione socio - economica di un Paese tecnologicamente avanzato come l'Italia. La disponibilità di **acqua** ha da sempre influenzato lo sviluppo delle civiltà e proprio nel periodo storico che stiamo vivendo, in cui l'uomo presume, con la scienza e con la tecnologia, di rendersi libero dai condizionamenti della Natura, i più moderni sistemi di produzione entrano in crisi quando costretti a misurarsi con i problemi connessi all'uso del patrimonio idrico.

L'**acqua**, fonte di vita, ma anche dispensatrice di distruzione. Con essa l'uomo si è sempre misurato, perché di essa ha sempre avuto bisogno. Città, paesi o cascate isolate sono sorti sulle rive dei fiumi per rendere più facili gli approvvigionamenti idrici e l'eliminazione dei rifiuti. Occorreva avvicinarsi al fiume per ricavare **acqua** per l'irrigazione, per far girare la ruota di un mulino, per alimentare la rete di canali destinati ai lavatoi di paesi e frazioni sparse sul territorio. Ancora oggi occorre avvicinarsi ai fiumi per utilizzare **acqua** per fini diversi e tutti di importanza strategica: potabile, irrigui, idroelettrici, industriali,... Per viaggiare, bisogna attraversare i molti fiumi del fitto reticolo idrografico delle nostre regioni. Ma le alluvioni dell'ultimo decennio hanno dimostrato quanto sia anche pericolosa per l'uomo (le sue infrastrutture, le sue case e le sue produzioni) la vicinanza con l'**acqua**. L'utilizzo dell'**acqua** è tanto meno costosa, ma più pericolosa, quanto più si è vicini ad essa.

L'**acqua** degli stagni, dei laghi, dei fiumi è un bene prezioso, non soltanto per il valore che essa stessa è in grado di esprimere quale parte fondamentale della Natura, ma anche perché rappresentativa dell'intero ambiente terrestre. Le caratteristiche dell'**acqua** che scorre in un fiume o che stagna in un lago sono il risultato finale di un complesso di fenomeni che, nel loro insieme, caratterizzano tutto il territorio. La qualità dell'**acqua** in un fiume rappresenta la qualità ambientale del suo bacino; ma tutto il territorio è un "puzzle" di bacini: **la tutela dell'acqua è tutela di tutta la Natura.**



Ogni nazione sfrutta le risorse di cui dispone, ma la loro gestione dipende dalla lungimiranza e dall'intelligenza degli uomini. L'Italia dispone di molta **acqua**, oggi diventata una risorsa strategica. La precipitazione media annua nel Mondo è circa 750 mm. La media europea è leggermente inferiore (650 mm). In Italia poche località registrano precipitazioni di 600 ÷ 700 mm. La media italiana è decisamente superiore, quasi 1.000 mm, ma vi sono zone dove le piogge sono abbondanti quanto nelle aree geografiche più piovose del pianeta. Nelle Alpi orientali si raggiungono 2.500 mm; sulle Alpi del Piemonte Nord - orientale si hanno precipitazioni vicine a 2.000 mm (1.500 mm la media delle Alpi italiane). Nonostante questa ricchezza e la buona distribuzione delle piogge nell'anno (ad eccezione delle isole e dell'estrema porzione meridionale della penisola), in Italia si può aver sete, patire le siccità, morire nelle alluvioni e far sparire dei fiumi.

I problemi connessi all'inquinamento dell'**acqua** (rendendola quindi meno utilizzabile e facendo perdere ad essa il suo intrinseco valore ambientale) e quelli connessi al dissesto idrogeologico, costituiscono temi molto dibattuti, ma non ancora sufficientemente divulgati. Ma occorre mettere in evidenza un altro aspetto del degrado della qualità degli ecosistemi acquatici, molto meno conosciuto.

In Italia non esiste quasi più un torrente che non sia sfruttato per fini idroelettrici e fiume di pianura che non sia sfruttato per fini irrigui. A ciò si aggiungono le captazioni per fini potabili e industriali. Le captazioni idriche sono così numerose che quasi tutti i fiumi risultano con portate estremamente ridotte rispetto ai deflussi naturali, ma sono numerosi anche quelli trasformati in veri e propri "deserti di sassi". **Oggi l'aspetto più importante della gestione delle risorse idriche è costituito dalla necessità di restituire ai fiumi almeno una piccola parte della risorsa acqua disponibile per ogni bacino. Pur riconoscendo le esigenze economiche - produttive e civili legate allo sfruttamento dell'acqua, occorre garantire ai fiumi la possibilità di esistere. Il ritorno dell'acqua negli alvei del reticolo idrografico naturale, garantito anche nei periodi di magra, costituisce un obiettivo che deve essere conseguito a monte di ogni altra azione di tutela degli ambienti acquatici.** Ogni politica di controllo degli scarichi inquinanti e dei depuratori, di rivalutazione paesaggistica delle fasce fluviali e di tutela dell'ittiofauna, non hanno valore se non ritorna l'**acqua** negli alvei naturali. Le conseguenze di uno scarico inquinante sono assai diverse a seconda della portata del fiume. I reflui del migliore depuratore determinano gravi conseguenze su un fiume con portate molto ridotte rispetto a quelle naturali, ma possono essere ben tollerati se l'**acqua** scorre abbondante; **il miglior depuratore di un fiume è se stesso, purché vi sia acqua a sufficienza.**

Spesso si sente affermare che il nostro Paese possiede grandi potenzialità idriche, ma gran parte dell'**acqua** viene "sprecata" perché giunge al mare senza essere utilizzata. Si ipotizza allora la realizzazione di **bacini artificiali** per accumulare risorse da utilizzare nei periodi di magra. In realtà l'**acqua** che corre liberamente nei fiumi non è uno spreco, ma è la garanzia della conservazione di ecosistemi che rappresentano l'estrema sintesi della qualità dell'ambiente che caratterizza tutto il territorio. L'idea di un bacino artificiale come semplice accumulo d'**acqua** significa il disastro per il fiume a valle dello sbarramento. È quanto si è verificato per tutte le dighe fino ad oggi costruite. Il bacino artificiale è un "sacrificio dell'ambiente" finalizzato all'accumulo di **acqua** destinata a fini diversi. Nonostante le perplessità nei confronti della realizzazione di grandi bacini, è possibile una visione in grado di rovesciare i problemi, cioè **trarre vantaggio dalla possibilità di accumulare capitali d'acqua da utilizzare nei periodi di magra non solo a vantaggio degli usi antropici, ma anche a vantaggio della tutela dei fiumi a valle degli sbarramenti.**

INDICE

1	- LA MOLECOLA DELL'ACQUA	pag.	1
1.1	- L'atomo di idrogeno	pag.	1
1.2	- L'atomo di ossigeno	pag.	2
1.3	- Il legame H - O	pag.	4
1.4	- La polarità del legame H - O	pag.	6
1.5	- Il legame idrogeno	pag.	7
2	- CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE DELL'ACQUA	pag.	9
2.1	- Diagramma di stato P/T	pag.	9
2.2	- Densità	pag.	11
2.3	- Tensione superficiale	pag.	13



2.4	- L'acqua come solvente	pag.	14
2.5	- Solubilità dei gas	pag.	16
2.6	- Trasparenza	pag.	17
2.7	- Capillarità	pag.	19
2.8	- L'acqua nell'aria	pag.	20
2.9	- Equilibrio acido/base nell'acqua	pag.	22
2.10	- L'azione chimica dell'acqua	pag.	24
3	- IL FLUIDO ACQUA	pag	26
3.1	- La pressione dell'acqua	pag.	26
3.2	- Superficie libera dei liquidi	pag.	28
3.3	- Spinta idrostatica	pag.	30
3.4	- L'acqua in movimento	pag.	31
3.5	- Portata di un condotto	pag.	31
3.6	- Teorema di Bernoulli	pag.	32
3.7	- Portata di un corso d'acqua	pag.	34
3.8	- Rapporti tra i principali parametri idraulici	pag.	37
4	- CICLO DELL'ACQUA E RISORSE IDRICHE	pag	40
4.1	- La complessità del ciclo	pag.	40
4.2	- Le acque salate	pag.	42
4.3	- Le acque dolci	pag.	44
4.4	- L'influenza delle attività umane	pag.	44
4.5	- Un aspetto particolare del ciclo: piogge e suolo	pag.	49
5	- L'AZIONE MORFOLOGICA DELL'ACQUA	pag.	52
5.1	- Il reticolo idrografico	pag.	53
5.2	- Il bacino imbrifero	pag.	55
5.3	- Gli alvei dei corsi d'acqua e le alluvioni	pag.	57
5.4	- La fascia di pertinenza fluviale	pag.	61
5.5	- Il fiume cambia da monte a valle	pag.	63
5.6	- Alcune forme tipiche dell'erosione	pag.	64
5.7	- Anse e meandri fluviali	pag.	65
5.8	- Evoluzione dei bacini imbriferi	pag.	68
6	- INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA	pag	73
6.1	- Tutela dai fiumi e dei fiumi	pag.	73
6.2	- Difese spondali	pag.	78
6.3	- Argini	pag.	83
6.4	- Funzione delle briglie	pag.	85
6.5	- I ponti	pag.	88
6.6	- La pulizia dei fiumi	pag.	89
6.7	- Manutenzione e tutela del suolo	pag.	91
6.8	- Esempi di ingegneria naturalistica	pag.	93
7	- ORIGINE ED EVOLUZIONE DEI LAGHI	pag.	105
7.1	- Classificazione dei laghi naturali	pag.	105
7.2	- Movimenti d'acqua nei laghi	pag.	110
7.3	- Le stagioni dei laghi	pag.	111
7.4	- Il moto ondoso	pag.	115
7.5	- Le sesse	pag.	117
7.6	- Le correnti	pag.	118
7.7	- Recupero naturalistico dei bacini artificiali	pag.	119
8	- LE ACQUE SOTTERRANEE	pag.	132
8.1	- Falde e pozzi	pag.	133
8.2	- Le sorgenti	pag.	135
8.3	- Il carsismo	pag.	136
9	- ELEMENTI DI MORFOMETRIA	pag.	138
9.1	- Elementi morfometrici dei bacini imbriferi	pag.	138
9.2	- Elementi morfometrici dei fiumi e dei laghi	pag.	142



9.3	- Gerarchizzazione del reticolo idrografico e tempo di corrivazione	pag.	144
10	- ELEMENTI DI IDROLOGIA	pag.	146
10.1	- Cenni sul clima in Italia	pag.	146
10.2	- Regimi idrologici dei corsi d'acqua	pag.	148
10.3	- Climi, ambienti,...torrenti e fiumi	pag.	152
10.4	- Bilancio idrologico	pag.	153
10.5	- Portate di piena	pag.	157
10.6	- Portate di magra	pag.	160
10.7	- Bilancio idrologico dei laghi naturali	pag.	162
11	- CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE UMIDE	pag.	166
12	- ELEMENTI DI ECOLOGIA	pag.	174
12.1	- Reazioni chimiche e metabolismo	pag.	174
12.2	- I processi metabolici fondamentali	pag.	175
12.3	- Cicli del carbonio, azoto e fosforo	pag.	178
12.4	- Flussi di materia e di energia	pag.	183
12.5	- La produttività	pag.	184
12.6	- Classificazione della produttività delle acque	pag.	186
12.7	- Glossario	pag.	188
13	- BIOLOGIA DELLE ACQUE	pag.	195
13.1	- Il regno delle Monere	pag.	195
13.2	- Il regno dei Protisti	pag.	197
13.3	- Il regno dei Funghi	pag.	204
13.4	- Il regno delle Piante	pag.	205
13.5	- Il regno degli Animali	pag.	209
14	- I PESCI	pag.	226
14.1	- I pesci ossei	pag.	226
14.2	- Anatomia e fisiologia	pag.	229
14.3	- Le zone ittiche	pag.	237
14.4	- Specie autoctone	pag.	240
14.5	- Specie alloctone	pag.	250
14.6	- Organismi di importazione: problemi generali	pag.	253
14.7	- Il valore del patrimonio ittico	pag.	255
14.8	- La gestione dell'ittiofauna	pag.	257
15	- GLI INDICI ECOLOGICI	pag.	260
15.1	- I pesci	pag.	261
15.2	- Alghe e macrofite	pag.	263
15.3	- L'indice saprobico	pag.	264
15.4	- L'indice biotico esteso (I.B.E.)	pag.	264
15.5	- Analisi dei sedimenti ed ecotossicologiche	pag.	267
15.6	- L'indice di Funzionalità fluviale	pag.	268
16	- LE ALTERAZIONI DELL'AMBIENTE, TUTELA E GESTIONE	pag.	272
16.1	- Classificazione degli inquinanti	pag.	273
16.2	- Standard di qualità delle acque	pag.	275
16.3	- Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori nei corsi d'acqua (LIM)	pag.	279
16.4	- L'autodepurazione delle acque	pag.	282
16.5	- Le captazioni idriche	pag.	285
16.6	- L'eutrofizzazione delle acque stagnanti	pag.	289
16.7	- Valutazione dei carichi di fosforo	pag.	291
16.8	- Il recupero dei laghi	pag.	293
16.9	- La depurazione delle acque	pag.	294
17	- BIBLIOGRAFIA	pag.	299
17.1	- Testi generali	pag.	299
17.2	- Testi di ittiologia	pag.	302