

METODI BIOLOGICI PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLE ACQUE CORRENTI

Criteri principali:

- 1) Saggi di qualità – comprendono i test di allarme o avviso precoce, i test di tossicità, di bioaccumulo, di biodegradazione e di eutrofizzazione
- 2) Indici biologici – si avvalgono dello studio in campo di popolazioni e comunità

EVOLUZIONE DEI METODI BASATI SUGLI INDICATORI BIOLOGICI

I primi metodi biologici di classificazione della qualità delle acque correnti risalgono all'inizio del 1900.

SAPROBIEN SYSTEM (1902): questo metodo si basava sulla presenza di specie indicatrici microscopiche appartenenti al plancton e al perifiton dei fiumi lenti dell'Europa Centrale



Successivamente il sistema è stato esteso ai macroinvertebrati bentonici, alle macrofite acquatiche e ai pesci

Dal 1964 si svilupparono numerosi indici basati essenzialmente sullo studio della comunità di macroinvertebrati

I primi furono quasi solo descrittivi in seguito, furono messe a punto scale di valori di indice

In Europa sono stati elaborati almeno un centinaio di indici che possono essere suddivisi in 3 grandi gruppi:

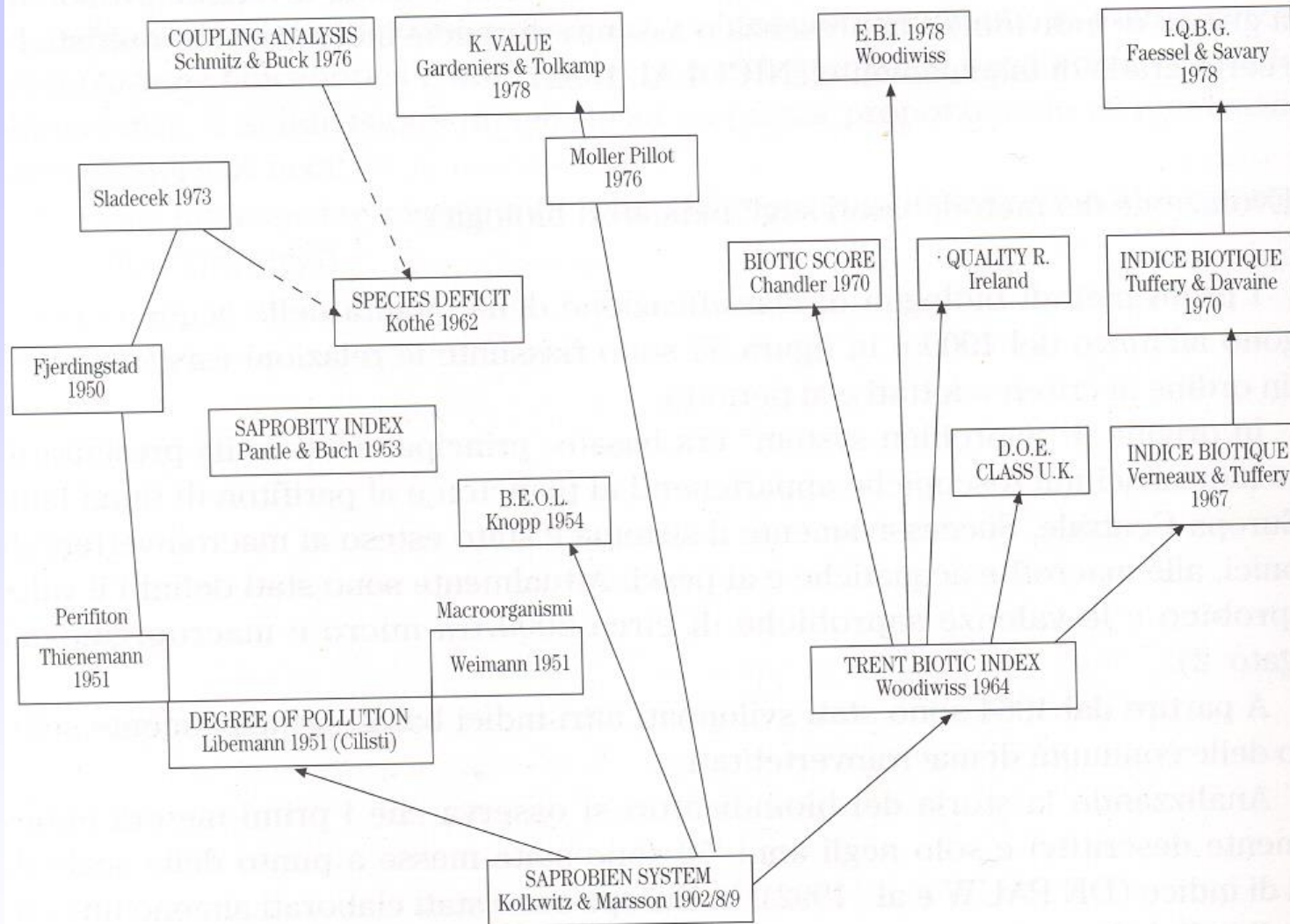
1) Indici basati su specie indicatrici di differenti categorie di qualità delle acque – **INDICI SAPROBICI**

2) Indici basati sulla diversità delle specie – **INDICI DI DIVERSITA'**

3) Indici che combinano il valore di indicatore di alcune specie con la ricchezza in specie della comunità – **INDICI BIOTICI**

Quasi il 60% degli indici appartiene alla categoria degli Indici Biotici, il 30% agli Indici di DIVERSITA' ed il 10% agli INDICI SAPROBICI. Gli Indici di diversità sono applicati con maggior frequenza nel Nord America, mentre gli indici saprobici e biotici in Europa.

Oltre 2/3 degli indici utilizza le comunità macrobentoniche, seguono le alghe bentoniche e perfitiche (periphyton= è una complessa comunità di microrganismi che vivono aderenti a substrati immersi di diversa natura. Vi appartengono Microalghe, Funghi, Batteri e Protozoi), i pesci e la vegetazione acquatica.



PERCHE' I MACROINVERTEBRATI?

- Sono ubiquitari, abbondanti e abbastanza facili da campionare
- Sono abbastanza semplici da identificare almeno a livello di famiglia e di genere
- Hanno una durata di vita abbastanza lunga (mesi, anni) e sono pertanto in grado di registrare la qualità ambientale
- Sono relativamente sedentari e quindi rappresentativi delle condizioni locali
- Sono composti di rappresentanti di differenti phyla e livelli trofici, con diversa sensibilità all'inquinamento
- Rispondono adeguatamente a differenti tipi di impatti

Gli indici che prevedono l'analisi dei macroinvertebrati tengono conto che le modificazioni sia fisiche che chimiche agiscono su:

- 1) Composizione in specie;
- 2) Numero totale di specie;
- 3) Numero di individui per ogni specie
- 4) Proporzioni relative delle specie entro la comunità

Tab. 7 - Gli indici più utilizzati in Europa per lo studio della qualità dei corsi d'acqua basati sull'analisi delle comunità di macroinvertebrati.

NAZIONE	METODO ¹	CAMPIONE ²	ANALISI ²	CLASSIFICAZIONE ³	STANDARD ⁴	SCALA
Belgio	BBI	Qual	Qual	O F G	N	0-10
Danimarca	S	Qual	Qual	S	N	1-4
Francia	IBG	Quant	Qual	F	N	0-20
Germania	BEOL/S	Qual	Quant	S	N	0-100/1-4
Grecia	-	-	-	-	-	-
Irlanda	Q-rating	Qual	Qual	F G S	N	0-5
Italia	EBI	Qual	Qual	F G	N	0-14
Lussemburgo	IB	Qual	Qual	O F	N	0-10
Olanda	K135	Qual	Qual	F G S	R	100-500
Portogallo	BBI	Qual	Qual	O F G	-	0-10
Spagna	BMWP'	Qual	Qual	F	-	0->150
UK	BMWP/ASPT	Qual	Qual	F	N	0->150/0-10

1 Vedere riferimenti bibliografici

2 Qual = Qualitativo; Quant = Quantitativo

3 Livello di classificazione richiesto: O = Ordine; F = Famiglia; G = Genere; S = Specie

4 N = Nazionale; R = Regionale.

VANTAGGI DEI BIOMONITORAGGI

Permettono di formulare un giudizio complementare al controllo chimico e fisico

Individuano la presenza e l'impatto di scarichi saltuari o pulsanti non rilevabili con altri metodi

Valutare le capacità autodepurative dei corsi d'acqua soggetti a carichi continui o pulsanti

INDICI di DIVERSITA'

Questi indici si basano su criteri quantitativi.

Essi si basano sullo studio della struttura e dinamica delle popolazioni e delle comunità nelle varie tipologie ambientali. Con questo approccio, molto laborioso si può determinare la ricchezza in specie e la ripartizione degli individui fra le specie. Questi due caratteri definiscono la DIVERSITA' GLOBALE.

Questi Indici si basano sul principio che, in linea generale, ambienti relativamente indisturbati sostengono comunità ben diversificate con nessuna specie dominante sulle altre.

Vi sono tuttavia ambienti che naturalmente presentano una diversità globale piuttosto bassa (fiumi oligotrofi, acque di risorgiva).

Considerando la diversità di una comunità sarebbe però necessario prendere in esame tutte le componenti biotiche composte da autotrofi, eterotrofi, decompositori in quanto la diversità potrebbe variare solo a carico di una di esse

Inoltre le comparazioni tra i risultati ottenuti in ambienti molti diversi di uno stesso ecosistema, o in ambienti simili di ecosistemi diversi non possono essere fatte.

Il confronto può essere valido sopra o sotto uno scarico, in quanto si tratta di una medesima tipologia ambientale

Per la loro laboriosità non sono molto diffusi

I metodi più utilizzati sono:

Indice	Formula	Intervallo	Note
Simpson correla il contributo di ciascuna specie con il numero totale di individui presenti	$I = \frac{\sum n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$	0-1	n_i = numero di individui della i esima specie. Più alto il valore, più bassa la diversità.
Indice derivato dalla teoria dell'informazione (Shannon)	$I = - \sum_{r=1}^s A_r \log_2 A_r$	$0 \rightarrow \infty$	S = numero totale di specie nel campione A_r = proporzione di individui della r esima specie ($r = 1, 2, 3 \dots S$)
Indice derivato dalla teoria dell'informazione (Mc Intosh)	$I = - \sum_{i=1}^s n_i^2$	$1 \rightarrow \infty$	n_i = numero di individui in ciascuna specie

INDICI SAPROBICI

Il primo di questi indici fu ideato nel 1902 da Kolkowitz e Marsson e fu definito “Sistema Saprobico (Saprobien-system).

Esso si basa sulle modificazioni nelle comunità biologiche indotte dal processo di autodepurazione delle acque correnti a valle di uno scarico di acque nere.

Vengono individuate 4 zone:

Zona polisaprobica (elevato inquinamento organico)

Zona α -mesosaprobica (forte inquinamento organico)

Zona β -mesosaprobica (modesto carico organico)

Zona oligosaprobica (quasi totale assenza di carico organico)

Questo primo Sistema saprobico fu in seguito elaborato fino alla definizione delle classi di qualità e di relative mappe colorate.

Furono definiti:

- Limiti di applicazione: Questo indice è applicabile in acque superficiali costantemente o temporaneamente correnti. Non è applicabile in acque salmastre e in quelle stagnanti e artificiali.
- Capacità: riesce a rilevare inquinamenti da sostanze organiche metabolizzabili e non da sostanze inorganiche tossiche, organiche non metabolizzabili o effetti di acidificazione delle acque

Gli organismi utilizzabili sono:

- organismi non obbligatoriamente fotoautotrofi
- Specie diffuse in buona parte dell'Europa Centrale. Incluse specie alloctone molto diffuse
- Solo taxa la cui determinazione sistematica è sicura
- Sia taxa ad ampia che ristretta valenza ecologica
- Solo specie bentoniche

Da questo schema risultano utilizzabili:

90 taxa di microrganismi:

Batteri (10)
Funghi (2)
Flagellati (14)
Ciliati (49)
Rizopodi (7)
Oligocheti (8)

159 taxa di macroorganismi:

Poriferi (3)
Celenterati (2)
Turbellari (9)
Gasteropodi (13)
Bivalvi (7)
Oligocheti (4)
Irudinei (4)
Crostacei (7)
Insetti (103)
Briozoi (5)
Pesci (2)

LIVELLO SAPROBICO	INDICE SAPROBICO	CLASSE DI QUALITÀ	GRADO DI INQUINAMENTO ORGANICO	COLORE
oligosaprobico	1,0-<1,5	I	acque prive di carico organico o con carico org. molto basso	blu
oligosaprobico-β-mesosaprobico	1,5-<1,8	I-II	acque con basso carico organico	azzurro
β-mesosaprobico	1,8-<2,3	II	acque con moderato carico organico	verde scuro
β-mesosaprobico-α-mesosaprobico	2,3-<2,7	II-III	acque con carico organico critico	verde chiaro
α-mesosaprobico	2,7-<3,2	III	acque fortemente inquinate	giallo
α-mesosaprobico-polisaprobico	3,2-<3,5	III-IV	acque molto fortemente inquinate	arancione
polisaprobico	3,5-<4,0	IV	acque eccezionalmente inquinate	rosso

Il valore dell'Indice Saprobico è definito da:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot A_i \cdot G_i}{\sum_{i=1}^n A_i \cdot G_i}$$

S= valore saprobico della specie

G= peso indicatore

A= valore abbondanza

S e G sono già definiti per ogni taxon

I valori di A si riferiscono ad una scala relativa di 7 intervalli:

1= singolo individuo

2= pochi

3= da pochi ad un numero medio

4= numero medio

5= da numero medio a molti

6= molti

7= in massa

Nella stima vengono considerati tutti gli stadi di sviluppo.

Micro e macroorganismi vengono a costituire due Indici calcolati separatamente. I microrganismi reagiscono in tempi più brevi alle variazioni ambientali, i macro necessitano di tempi più lunghi

Viene inoltre calcolato l'errore standard, che se è $> \pm 0.20$ il giudizio fornito dall'Indice non è accettabile

$$SM = \sqrt{\quad}$$

$$SM = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_i - S)^2 \cdot A_i \cdot G_i}{(n-1) \cdot \sum_{i=1}^n A_i \cdot G_i}}$$

dove:

S = Indice Saprobico; S_i = valore saprobico del i-esimo taxon indicatore; A_i = valore di abbondanza del i-esimo taxon indicatore; G_i = peso indicatore del i-esimo taxon indicatore; n = numero complessivo di taxa indicatori; SM = errore standard.

Classe di qualità I: acque prive di carico organico o con carico molto basso.

Tratti con acqua limpida, sempre satura di ossigeno e povera di nutrienti; basso contenuto di batteri; popolati, con densità moderata, prevalentemente da alghe, muschi, turbellari e larve di insetti; acque di fregola per salmonidi.

Classe di qualità I-II: acque con basso carico organico. Tratti con basso apporto di nutrienti inorganici e organici, assenza di un significativo consumo di ossigeno; densamente popolati e con grande ricchezza di specie.

Classe di qualità II: acque con moderato carico organico. Tratti con un moderato carico organico e una buona riossigenazione, grande ricchezza di specie ed alta densità di alghe, gasteropodi, piccoli crostacei e larve di insetti; le piante acquatiche ricoprono ampie superfici, acque ricche di pesci.

Classe di qualità II-III: acque con carico organico critico. Tratti con situazione critica dovuta al carico di sostanze organiche il cui processo di mineralizzazione richiede un forte consumo di ossigeno; possibili morie di pesci dovute a carenza di ossigeno; determinate specie tendono ad uno sviluppo massivo; le alghe coprono spesso superfici molto estese.

Classe di qualità III: acque fortemente inquinate. Tratti con forte inquinamento organico e con basse concentrazioni di ossigeno disciolto; locali accumuli di limo organico anaerobio; ampie colonie di batteri filamentosi e ciliati sessili che superano la presenza di alghe e piante acquatiche; sono presenti, a volte in massa, solo macroinvertebrati che si adattano a vivere anche in presenza di basse concentrazioni di ossigeno disciolto, come: poriferi, irudinei, asellidi; periodiche morie di pesci.

Classe di qualità III-IV: acque molto fortemente inquinate. Tratti con condizioni di vita molto difficili per il forte inquinamento organico, spesso acute dalla immissione di sostanze tossiche; possibili temporanee condizioni di anossia. Situazioni di intorbidamento delle acque a causa di acque reflue con sostanze in sospensione; estesi accumuli di limo organico anaerobio densamente popolati da larve di chironomidi rossi e tubificidi; diminuzione dei batteri filamentosi; pesci presenti solo temporaneamente e localmente.

Classe di qualità IV: acque eccezionalmente inquinate. Tratti con un carico organico rilevante ed elevatissimo consumo di ossigeno; predominano i processi di decomposizione; l'ossigeno disciolto è presente costantemente a bassissime concentrazioni o completamente assente; presenti solo batteri, flagellati e ciliati non sessili; pesci assenti; in caso di sovrapposizione di inquinamento tossico si osserva un completo spopolamento.

INDICI BIOTICI

Il primo indice biotico per le acque correnti, che prevede l'utilizzo dei macroinvertebrati bentonici è il

TRENT BIOTIC INDEX (T.B.I.) (Woodiwiss, 1964)

Questo metodo fu basato per lo studio della qualità delle acque del fiume Trent in Inghilterra.

Esso ha permesso di classificare i taxa chiave in ordine di sensibilità decrescente:

Plecoptera

Ephemeroptera

Trichoptera

Gammarus

Asellus

Tubificidi

Il livello obbligatorio di classificazione è definito come “UNITA’ SISTEMATICA”

I valori ottenuti variano da 0 a 10

Tab. 12 - Trent Biotic Index (WOODIWISS, 1964).

Taxa chiave		Numero totale di Unità Sistematiche presenti				
		0-1	2-5	6-10	11-15	16+
		Indice Biotico				
Ninfe di Plecotteri presenti	più di una sola U.S.	-	7	8	9	10
	una sola U.S.	-	6	7	8	9
Ninfe di Efemerotteri presenti	più di una U.S. *	-	6	7	8	9
	una sola U.S. *	-	5	6	7	8
Larve di Tricotteri presenti	più di una U.S. (°)	-	5	6	7	8
	una sola U.S. (°)	4	4	5	6	7
Gammarus presente	tutte le altre U.S. assenti	3	4	5	6	7
Asellus presente	tutte le altre U.S. assenti	2	3	4	5	6
Vermi Tubificidi e/o Larve Rosse di Chironomidi	tutte le altre U.S. assenti	1	2	3	4	-
Tutti gli altri tipi assenti	Alcuni organismi come <i>Eristalis tenax</i> che non ri- chiedono ossigeno disciolto possono essere presenti	0	1	2	-	-

Legenda: * *Baetis rhodani* esclusa; (°) *Baetis rhodani* è calcolata in questa sezione ai fini della classificazione. Per U.S. (Unità Sistematiche) l'Autore intende tutti i diversi taxa presenti nella stazione di campionamento, classificati secondo livelli obbligatori di determinazione sistematica (genere, famiglia, ecc.) come stabilito in tabella.

Questo metodo fu in seguito perfezionato dallo stesso Autore (Woodiwiss, 1978) per la sua applicazione a tutti i fiumi inglesi, l'indice la cui scala di valori fu ampliata (da 0-10 a 0-15) fu chiamato:

EXTENDED BIOTIC INDEX (E.B.I.)

Questo metodo fu poi applicato in Italia, con le opportune modifiche, da Ghetti, Bonazzi (1981) e Ghetti (1986) e (1995), e fu chiamato:

INDICE BIOTICO ESTESO

FINALITA':

Lo scopo dell'indice è quello di formulare diagnosi della qualità di ambienti di acque correnti sulla base delle modificazioni nella composizione delle comunità di macroinvertebrati, indotte da fattori di inquinamento delle acque e dei sedimenti o da significative alterazioni fisiche dell'alveo bagnato.

COMUNITA' DA ANALIZZARE:

Comunità a macroinvertebrati bentonici. I taxa considerati ed il livello di determinazione tassonomica richiesto dall'indice è il seguente:

Tab. 17 - Limiti obbligati per la definizione delle Unità Sistematiche (U.S.).

GRUPPI FAUNISTICI	LIVELLI DI DETERMINAZIONE TASSONOMICA PER DEFINIRE LE "UNITÀ SISTEMATICHE"
Plecotteri	genere
Tricotteri	famiglia
Efemerotteri	genere
Coleotteri	famiglia
Odonati	genere
Ditteri	famiglia
Eterotteri	famiglia
Crostacei	famiglia
Gasteropodi	famiglia
Bivalvi	famiglia
Tricladi	genere
Irudinei	genere
Oligocheti	famiglia
<i>Altri taxa da considerare nel calcolo dell'I.B.E.</i>	
Sialidae (Megalotteri)	
Osmylidae (Planipenni)	
<i>Prostoma</i> (Nemertini)	
Gordiidae (Nematomorfi)	

CARATTERISTICHE DELL'INDICE:

E' particolarmente adatto a rilevare nel tempo gli effetti dovuti al complesso di effetti di stress sull'ambiente.

Riesce a rilevare cause di stress di tipo fisico, chimico e biologico, quindi è dotato di una buona capacità di sintesi.

Non consente di quantificare e risalire, secondo una relazione di causa – effetto, ai vari fattori che hanno indotto le modificazioni e pertanto ha una bassa capacità “analitica”.

Deve essere considerato un metodo “complementare” al controllo chimico e fisico.

Ha invece un ruolo chiave in funzione della “protezione della vita acquatica” (D.L. 130/92).

PRINCIPI GENERALI:

L'indice prevede l'utilizzo di una tabella a due entrate:

Tab. 18 - Tabella per il calcolo del valore di I.B.E.

[illegible]

In ordinata sono presenti i gruppi di macroinvertebrati che, dall'alto in basso, mostrano una minor sensibilità nei confronti dell'inquinamento o delle alterazioni ambientali

In ascissa gli intervalli numerici che fanno riferimento al numero totale di unità sistematiche rinvenute nella stazione

Il valore dell'Indice, che varia tra 1 e 14, è definito dal valore che si trova nella casella posta all'incrocio della riga di entrata orizzontale con la colonna di entrata verticale.

Questo valore o questa scala di giudizio è discreta e misura l'allontanamento da una condizione di “naturalità – normalità”

I valori dell'Indice sono raggruppati in 5 classi di Qualità (C. Q.), ciascuna individuata da un numero romano

Tabella di conversione dal valore dell'I.B.E. alle Classi di Qualità e relativo colore per la rappresentazione grafica.

Valore I.B.E.	Classe di Qualità	Colore per le mappe
10-11-12->12	I	Azzurro
8-9	II	Verde
6-7	III	Giallo
4-5	IV	Arancione
1-2-3	V	Rosso

Il giudizio di qualità espresso da ciascuna classe è il seguente:

Classe I: ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile.

Classe II: ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione.

Classe III: ambiente molto inquinato o comunque alterato.

Classe IV: ambiente molto inquinato o comunque molto alterato.

Classe V: ambiente fortemente inquinato e fortemente alterato.

AMBIENTI IN CUI E' POSSIBILE LA SUA APPLICAZIONE:

L'indice può essere applicato su tutti gli ambienti di acque dolci correnti e stabilmente colonizzati in cui il valore dell'indice "atteso" risulti maggiore o uguale a 10.

Possono esistere ambienti (acque di nevaio, sorgenti, ambienti di foce, tratti non completamente colonizzati dopo asciutte o piene rovinose) in cui questo valore è "naturalmente" inferiore a 10

I tratti di pianura dei grandi fiumi e i grandi canali artificiali sono, a volte, difficilmente campionabili in modo corretto, in questi casi la possibilità di applicazione è subordinata alla possibilità di dimostrare che il campionamento è stato eseguito con tecniche e in condizioni ambientali idonee.

Il campionamento non dovrebbe venire eseguito immediatamente a valle di uno scarico ma ad una distanza che garantisca il completo rimescolamento delle acque con quelle del corpo ricevente, lo scopo è infatti quello di valutare la qualità del corpo recettore e non dello scarico.

ANALISI ACCESSORIE:

Accanto all'applicazione dell'indice, per una più corretta analisi delle condizioni del corso d'acqua nella stazione visitata, vengono presi in esame alcuni parametri ambientali:

Tab. 13 - Complesso dei parametri ambientali rilevati a corredo dell'Indice Biotico (VeT) e indicazione del relativo codice in una scheda di esempio.

CODIFICAZIONE DELLE INFORMAZIONI (ESEMPIO)	
Informazione	Codice
Categoria piscicola	1
Larghezza del corso d'acqua	3
Zona ecologica	23
Altitudine	070
Natura geologica regionale (bacino idrografico)	1
Natura geologica del letto	1
Granulometria dominante della facies lotica	2
accessoria della facies lotica	3
dominante della facies lenticale	3
accessoria della facies lenticale	4
Natura del manto vegetale dominante	
facies lotica	2
accessoria facies lotica	2
Natura del manto vegetale dominante	
facies lenticale	3
accessoria facies lenticale	3
Importanza del manto vegetale in % della superficie del fondo	
dominante	50
accessoria	10
Velocità media della corrente in cm/sec.	
facies lotica	100
facies lenticale	010
Profondità in cm	
facies lotica	050
facies lenticale	080
Insolazione media	3
Torbidità (scala Jackson)	150
Colore	02
Gruppo faunistico più elevato nella facies lotica	11
Numero totale di unità sistematiche	11
Ic	09
Gruppo faunistico più elevato nella facies lenticale	11
Numero totale di unità sistematiche	12
IL	09
I = IL - Ic	00

INDICI ECOLOGICI

Nella storia dell'idrobiologia i criteri di valutazione di un corso d'acqua sono stati spesso costruiti individuando singoli aspetti dell'ecosistema acquatico su cui rivolgere l'attenzione.

INDICI CHIMICI

INDICI MICROBIOLOGICI

INDICI BIOLOGICI

Tuttavia, allo scopo di ampliare l'orizzonte di indagine per migliorare la capacità di valutazione, sono stati recentemente messi a punto degli indici ecologici, che indagassero sull'insieme dei processi coinvolti nelle dinamiche fisiche e biologiche fluviali

L'INDICE DI FUNZIONALITA' FLUVIALE (I.F.F.) è uno di questi.

FINALITA':

L'applicazione di questo indice potrà documentare con rigore l'impatto devastante di molti interventi di sistemazione fluviale e l'esigenza di adottare modalità di sistemazione più rispettose. L'obiettivo principale consiste nella valutazione dello stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità, intesa come risultato della sinergia e dell'integrazione di fattori abiotici e biotici presenti nell'ecosistema acquatico ed in quello terrestre ad esso collegato

CENNI STORICI:

Questo indice deriva dal RIPARIAN CHANNEL ENVIRONMENTAL INVENTORY (RCE-I) ideato alla fine degli anni '80 da Petersen in Svezia e pubblicato nel 1992. Lo scopo primario era la raccolta di informazioni relative alle principali caratteristiche ecologiche dei fiumi e delle fasce riparie della Svezia.

Nel 1990 questo metodo fu importato in Italia ed applicato in Trentino su 480 tratti fluviali (Siligardi e Maiolini, 1990). Fu , tuttavia evidente, che per una corretta applicazioni in territorio italiano l'Indice dovesse essere rivisto.

Fu quindi creato l'RCE-2.

In seguito ad una sua applicazione su tutto il territorio italiano in un workshop tenutosi a Saluggia nel '97, furono richieste ulteriori modifiche che portarono L'ANPA (Associazione Nazionale per la Protezione dell'Ambiente) all'IFF

AMBITO DI APPLICAZIONE:

Questo indice può essere applicato in qualunque ambiente d'acqua corrente, sia di montagna sia di pianura.

Non può essere applicato in ambienti di transizione e di foce, dove il cuneo salino e la dipendenza della corrente dall'azione delle maree contribuiscono alla creazione di un ambiente sostanzialmente diverso da quello dulciacquicolo.

Il metodo non può essere applicato alle acque lentiche

Deve essere attentamente valutato nelle acque lotiche di alta montagna.

Il periodo di applicazione deve essere compreso tra il regime idrologico di morbida e di magra ed in periodo di attività vegetativa

Tabella Indice Funzionalità Fluviale (I.F.F.)

- Stato del territorio circostante
- Vegetazione presente nella fascia perifluviale primaria
- Vegetazione presente nella fascia perifluviale secondaria
- Continuità della fascia di vegetazione perifluviale
- Condizioni idriche dell'alveo
- Conformazione delle rive
- Strutture di ritenzione degli apporti trofici
- Erosione
- Sezione Trasversale
- Struttura del fondo dell'alveo
- Raschi, pozze o meandri
- Componente vegetale in alveo bagnato
- Detrito
- Comunità macrobentonica

Tabella per il calcolo dei livelli di funzionalità, relativi giudizi e colori di riferimento (ANPA 2000)

VALORE DI I.F.F.	LIVELLO DI FUNZIONALITA'	GIUDIZIO DI FUNZIONALITA'	COLORE
261 – 300	I	Elevato	blu
251 – 260	I – II	elevato – buono	blu – verde
201 – 250	II	Buono	verde
181 – 200	II – III	buono – mediocre	verde – giallo
121 – 180	III	Mediocre	giallo
101 – 120	III – IV	mediocre – scadente	giallo – arancio
61 – 100	IV	Scadente	arancio
51 – 60	IV – V	scadente – pessimo	arancio – rosso
14 - 50	V	Pessimo	rosso

Anche questo indice è stato modificato per adattarlo alle richieste della Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (Water Framework Directive)

Larghezza alveo di morbida	Tratto Minimo Rilevabile (TMR)
fino a 5 m	30 m
fino a 10 m	40 m
fino a 30 m	60 m
fino a 50 m	75 m
fino a 100 m	100 m
> 100 m	pari alla larghezza

SCHEMA INDICE di FUNZIONALITÀ FLUVIALE

Bacino:..... Corso d'acqua:.....
 Località:.....
 Codice:.....
 tratto (m)..... larghezza alveo di morbidità (m)..... quota (m) s.l.m.
 data scheda N°..... foto N°.....

	sponda	dx	sx
--	--------	----	----

1) Stato del territorio circostante

a) assenza di antropizzazione	25	25
b) compresenza di aree naturali e usi antropici del territorio	20	20
c) colture stagionali e/o permanenti; urbanizzazione rada	5	5
d) aree urbanizzate	1	1

2) Vegetazione presente nella fascia perfluviale primaria

a) compresenza di formazioni riparie complementari funzionali	40	40
b) presenza di una sola o di una serie semplificata di formazioni riparie	25	25
c) assenza di formazioni riparie ma presenza di formazioni comunque funzionali	10	10
d) assenza di formazioni a funzionalità significativa	1	1

2bis) Vegetazione presente nella fascia perfluviale secondaria

a) compresenza di formazioni riparie complementari funzionali	20	20
b) presenza di una sola o di una serie semplificata di formazioni riparie	10	10
c) assenza di formazioni riparie ma presenza di formazioni comunque funzionali	5	5
d) assenza di formazioni a funzionalità significativa	1	1

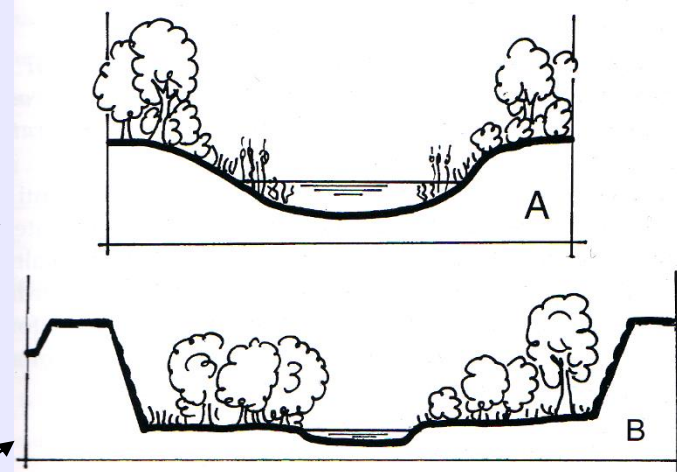
3) Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perfluviale

a) ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali maggiore di 30 m	15	15
b) ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali compresa tra 30 e 10 m	10	10
c) ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali compresa tra 10 e 2 m	5	5
d) assenza di formazioni funzionali	1	1

4) Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perfluviale

a) sviluppo delle formazioni funzionali senza interruzioni	15	15
b) sviluppo delle formazioni funzionali con interruzioni	10	10
c) sviluppo delle formazioni funzionali con interruzioni frequenti o solo erbacea continua e consolidata o solo arbustiva a dominanza di esotiche e infestanti	5	5
d) suolo nudo, popolamenti vegetali radi	1	1

Fascia perfluviale primaria:consolidata con con modelli naturali in condizioni di totale permeabilità ai flussi superficiali e non tra alveo e territorio



Fascia perfluviale secondaria:posta in un alveo artificializzato con evidente interruzione del continuum trasversale

Formazioni?

Comunità di organismi vegetali appartenenti a specie diverse associati secondo modalità proprie costituenti un'entità omogenea sia dal punto strutturale che fisionomico

Funzionalità della fascia di vegetazione perifluviale??

Per formazione si intende una comunità di organismi vegetali appartenenti a diverse specie associati secondo modalità proprie costituente un'entità riconoscibile omogenea dal punto di vista strutturale e fisionomico

Le formazioni vegetali spontanee tipiche di fasce perifluviali sono indicate in manuale ed anche in relazione alla tipologia la loro funzionalità (buona, sufficiente, ridotta)

Formazioni spontanee potenzialmente presenti in fascia perifluviale
--

Gruppo 1 – Funzionalità buona (formazioni legnose riparie ed erbacee igrofile)

1 – Formazione arborea riparia inondata (con strato erbaceo costituito da specie igrofile)
--

2 - Formazione arborea riparia

3 – Formazione arbustiva riparia (a Salix sp. o altre specie arbustive riparie)

4 - Formazione erbacea igrofila a elofite e anfifite
--

5 - Formazione erbacea igrofila su suoli idromorfi in ambiente montano
--

6 – Formazione ad idrofite in acque lentiche (o lentamente fluenti)

Gruppo 2 - Funzionalità sufficiente (formazioni arboree non riparie e formazioni arbustive autoctone)
--

7 - Formazione arborea autoctona non riparia
--

8 - Formazione arborea di specie esotiche

9 - Formazione arbustiva autoctona non riparia
--

Gruppo 3 – Funzionalità ridotta (formazioni lineari o bordure, arbusteti ripari a forte presenza di specie esotiche)

10 - Bordura di arbusti ripari

11 - Formazione arbustiva riparia a forte presenza di esotiche e/o infestanti (copertura specie riparie tra 1/2 e 2/3)

12 – Bordura erbacea ad elofite ed anfifite

13 – Bordura ad erbacee igrofile in ambiente montano
--

14 – Bordura igrofila e riparia a struttura mista (arborea, arbustiva, a erbacee igrofile)
--

Gruppo 4 – Funzionalità nulla

15 - Formazione arbustiva di specie esotiche e/o infestanti

16 - Bordura di arbusti autoctoni non ripari
--

17 - Bordura di arbusti esotici e/o infestanti
--

18 - Formazione erbacea non igrofila

19 - Bordura di erbacee non igrofile

20 - Altra bordura comunque non igrofila/riparia (compreso bordura arborata)
--

21 - Filare arboreo isolato (continuità lineare > 75 %)

FORMAZIONI ARBOREE	Copertura arborea >2/3 (delle chiome rispetto al suolo)	TIPOLOGIA DI FORMAZIONE	Rif. Tab 6.1
Amp. soglia			
> 10 m	Copertura specie arboree riparie >2/3 rispetto alla copertura arborea totale copertura erbacee igrofile >1/2 rispetto al suolo	Formazione arborea riparia inondata	1
> 10 m	Copertura specie arboree riparie >2/3 rispetto alla copertura arborea totale	Formazione arborea riparia	2
> 10 m	Copertura specie arboree autoctone*>2/3 rispetto alla copertura arborea totale	Formazione arborea autoctona non riparia	7
> 10 m	Copertura specie esotiche >1/3 rispetto alla copertura arborea totale	Formazione arborea di specie esotiche	8

FORMAZIONI ARBUSTIVE	Copertura arborea + arbustiva >2/3 (delle chiome rispetto al suolo)	TIPOLOGIA DI FORMAZIONE	Rif. Tab 6.1
Amp. soglia			
> 5 m	Copertura specie arboree ed arbustive riparie >>2/3 rispetto alla copertura arbustiva + arborea totale	Formazioni arbustiva riparia	3
> 5 m	Copertura specie arboree ed arbustive autoctone* >2/3 rispetto alla copertura arbustiva e arborea totale	Formazione arbustiva autoctona non riparia	9
> 5 m	Copertura specie arboree ed arbustive esotiche >1/3 Copertura specie arboree ed arbustive riparie >1/2 rispetto alla copertura arbustiva + arborea totale	Formazione arbustiva riparia a forte presenza di esotiche e/o infestanti	11
> 5 m	Copertura specie arboree ed arbustive esotiche >1/3 rispetto alla copertura arbustiva + arborea totale	Formazione arbustiva di specie esotiche e/o infestanti	15

FORMAZIONI ERBACEE soglia		TIPOLOGIA DI FORMAZIONE	Rif. Tab 6.1
Amp. soglia			
> 5 m	Copertura elofite ed anfifite >2/3 rispetto al suolo	Formazione erbacea igrofila a elofite e anfifite	4
> 5 m	Copertura specie igrofile >2/3 rispetto al suolo	Formazione erbacea igrofila su suoli idromorfi in ambiente montano	5
> 5 m	Copertura idrofite >1/2 rispetto allo specchio d'acqua	Formazione ad idrofite in acque lentiche (o lentamente fluenti)	6
> 5 m	Copertura specie igrofile < 2/3 rispetto al suolo	Formazione erbacea non igrofila	18

- Le **bordure** sono formazioni a prevalente sviluppo lineare, di ampiezza limitata, ciò ne riduce la funzionalità. Possono essere caratterizzate da una specifica struttura (arbustiva, erbacea), da una specifica fisionomia (riparie, non riparie) ma possono anche essere a struttura e fisionomia mista. Si definiscono bordure funzionali solo quelle costituite in forte prevalenza (copertura $> 2/3$) da specie riparie o igrofile.
- Tra le **bordure igrofile** ricadono le formazioni a dominanza di arbusti ripari, di elofite ed anfifite, di erbacee igrofile che non raggiungono lo spessore necessario (5 m) per essere considerate formazioni arbustive riparie e formazioni erbacee igrofile.

Sono considerate a **funzionalità nulla** tutte le bordure non igrofile (ovvero quelle con copertura specie igrofile e riparie $< 2/3$ rispetto al totale o rispetto al suolo).

I filari arborei isolati sono costituiti da una fila continua (quindi, con copertura delle chiome $> 75\%$) di alberi (10 m possono corrispondere anche a 2 file di alberi) non raccordata alle spalle con alcuna altra formazione.

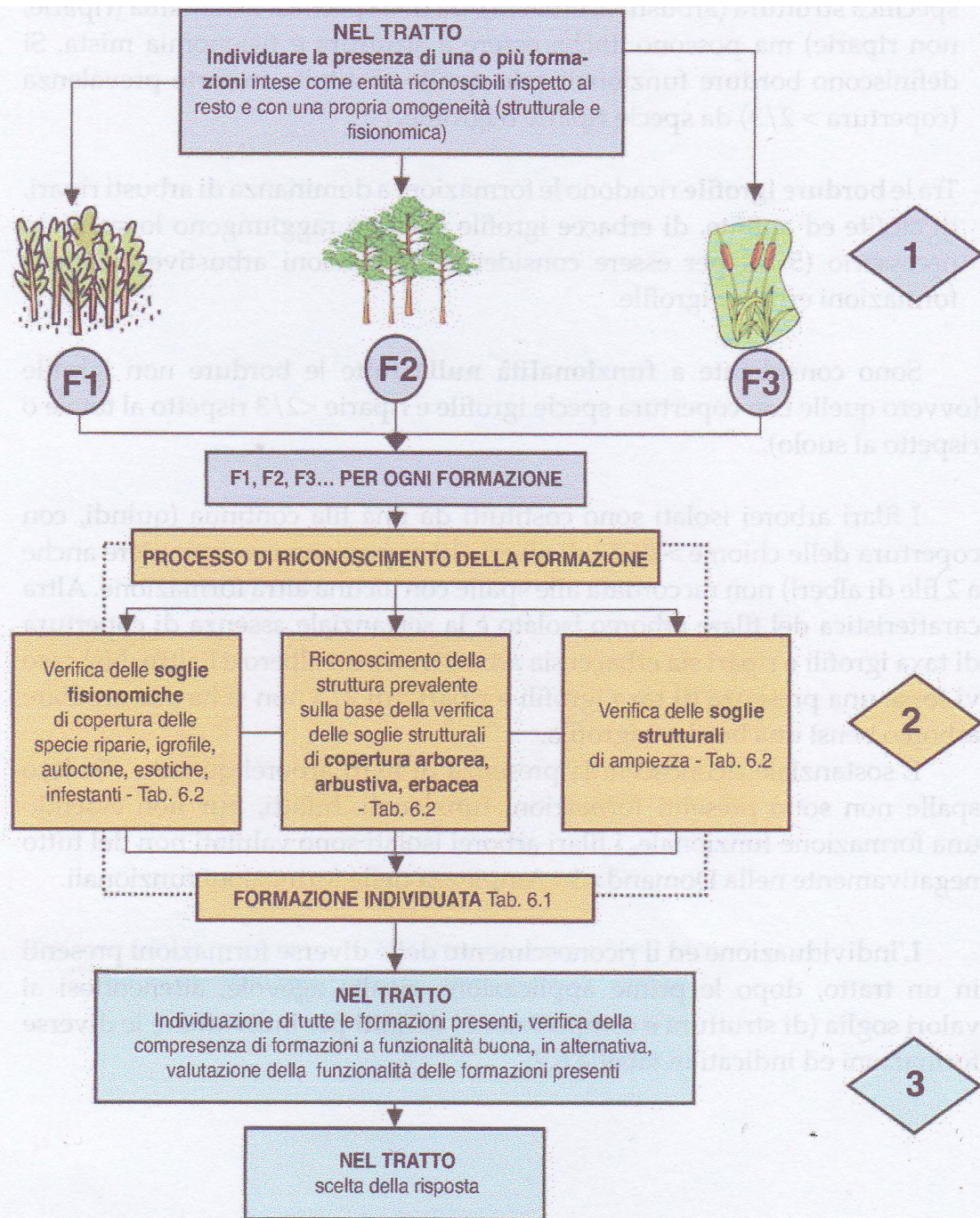
Altra caratteristica del filare arboreo isolato è la sostanziale assenza di copertura di taxa igrofili e ripari sia erbacei sia arbustivi tra un albero e l'altro.

Domanda 3: Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale

	sponda	dx		sx
a) ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali maggiore di 30 m	15			15
b) ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali compresa tra 30 e 10 m	10			10
c) ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali compresa tra 10 e 2 m	5			5
d) assenza di formazioni funzionali	1			1

Domanda 4: Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale

	sponda	dx		sx
a) sviluppo delle formazioni funzionali senza interruzioni	15			15
b) sviluppo delle formazioni funzionali con interruzioni	10			10
c) sviluppo delle formazioni funzionali con interruzioni frequenti o solo erbacea continua e consolidata o solo arbusteti a dominanza di esotiche e infestanti	5			5
d) suolo nudo, popolamenti vegetali radi	1			1



Domanda 5: Condizioni idriche

	sponda	dx	sx
a) regime perenne con portate indisturbate e larghezza dell'alveo bagnato > 1/3 dell'alveo di morbida		20	
b) fluttuazioni di portata indotte di lungo periodo con ampiezza dell'alveo bagnato < 1/3 dell'alveo di morbida		10	
c) disturbi di portata frequenti o secche naturali stagionali non prolungate o portate costanti indotte o variazione del solo tirante idraulico		5	
d) disturbi di portata intensi, molto frequenti o improvvisi o secche prolungate indotte per azione antropica		1	

Il regime idrologico di un corso d'acqua è determinato da diversi fattori naturali:

Fonte di alimentazione –

I regimi idrologici determinati da apporti nivo-glaciali presentano picchi estivi

I regimi idrologici determinati da un'alimentazione pluviale presentano portate basse nei periodi di siccità estiva o invernale

Struttura granulometrica del subalveo e estensione della falda -

In terreno poroso ed in presenza di una falda estesa si può avere inerzia nel sistema con assorbimento di acqua in periodo di piena e alimentazione in condizioni di magra

Copertura del suolo-

Influisce sulla permeabilità, sul tempo di corrivazione e trasporto solido

Clima

Ma vi sono anche variazioni del regime idrologico provocate da fattori antropici:

USO DEL SUOLO

IMPERMEABILIZZAZIONE DEL TERRITORIO

CAPTAZIONI



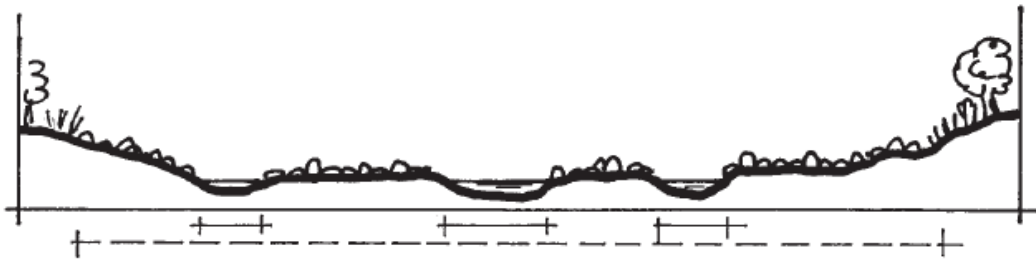
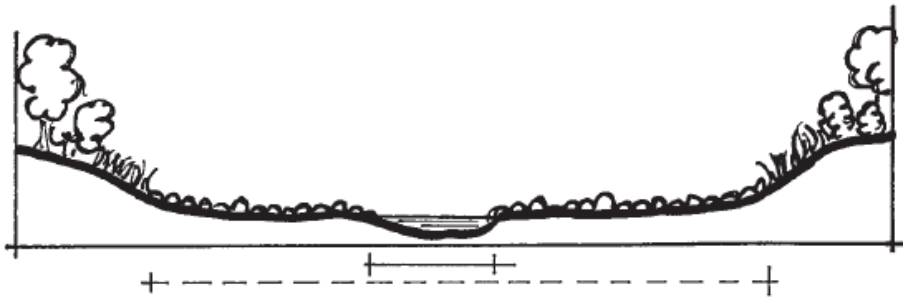
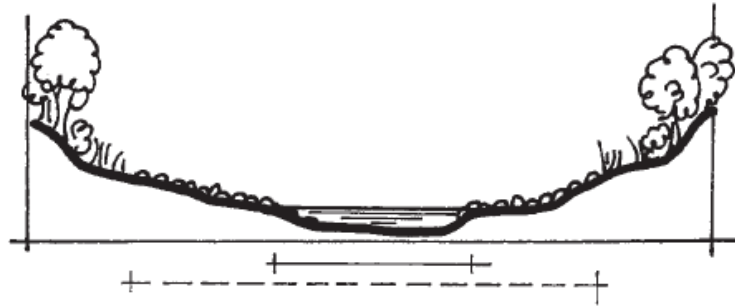
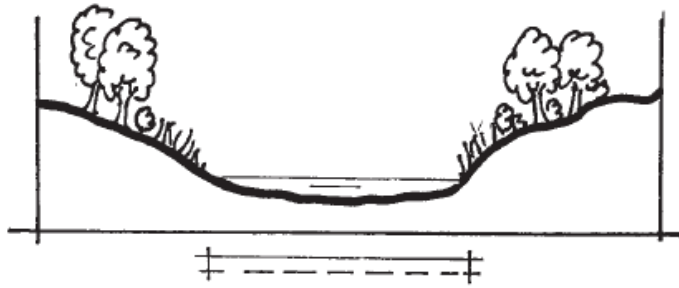
Diminuzione della superficie di alveo bagnato con conseguenza minor spazio per le comunità animali e vegetali

Diminuzione dell'effetto di autodepurazione

Banalizzazione dell'habitat e minor biodiversità a causa di velocità omogenea e altezza dell'acqua uniforme

Alterazione del trasporto solido e dei processi di erosione e sedimentazione

Cambiamento delle caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua



Diverse situazioni con progressivo aumento della fascia sommersa dalle piene abituali, a partire da un alveo monocursale inciso per giungere ad un alveo pluricursale con ampia piana inondabile.

Linea tratteggiata indica alveo di morbida, linea continua indica alveo bagnato.

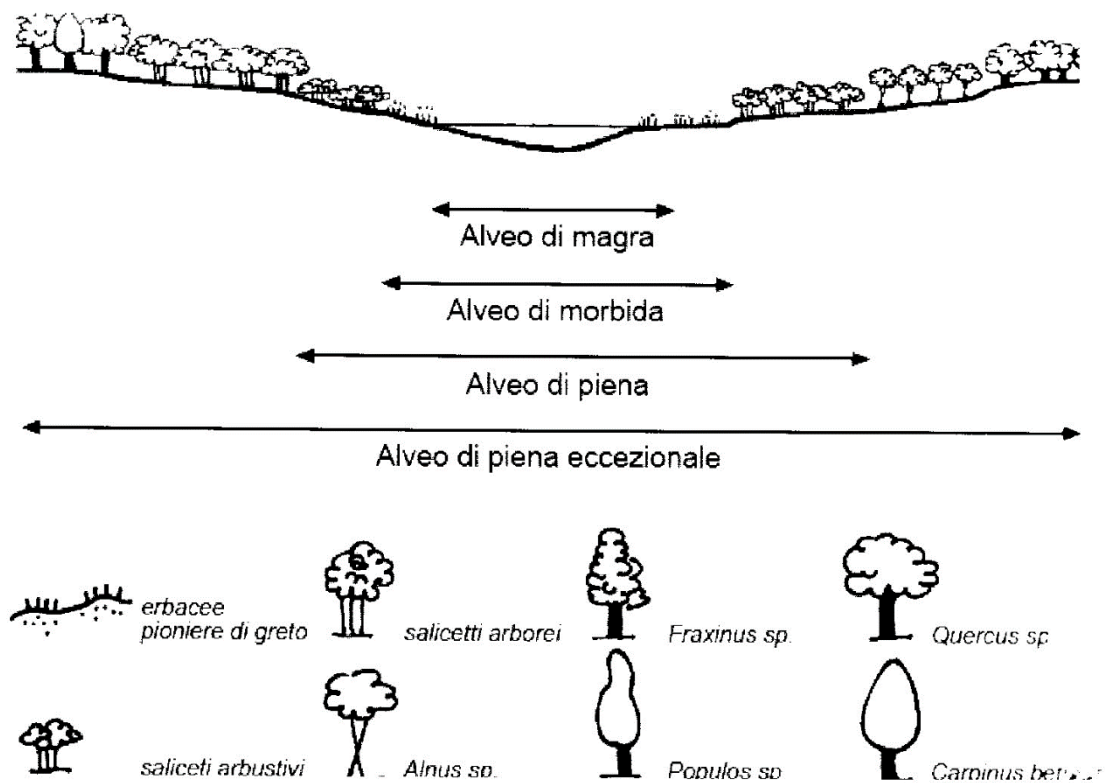


Fig. 2.45 Distribuzione delle tipologie di vegetazione riparia lungo una sezione trasversale.

Domanda 6: Efficienza di esondazione

	sponda	dx		sx
a) tratto non arginato, alveo di piena ordinaria superiore al triplo dell'alveo di morbida			25	
b) alveo di piena ordinaria largo tra 2 e 3 volte l'alveo di morbida (o, se arginato, superiore al triplo)			15	
c) alveo di piena ordinaria largo tra 1 e 2 volte l'alveo di morbida (o, se arginato, largo 2-3 volte)			5	
d) tratti di valli a V con forte acclività dei versanti e tratti arginati con alveo di piena ordinaria < di 2 volte l'alveo di morbida			1	

Le variazioni di portata di un corso d'acqua sono alla base del dinamismo fluviale, infatti sono proprio il susseguirsi di periodi di magra, morbida e piena che determinano la diversità strutturale degli ambienti fluviali.

La possibilità di un fiume di esondare avendo a disposizione una piana inondabile è fondamentale per incrementare l'interscambio di materia organica, energia e nutrienti tra il corso d'acqua e la zona perifluviale e contribuisce alla funzionalità fluviale

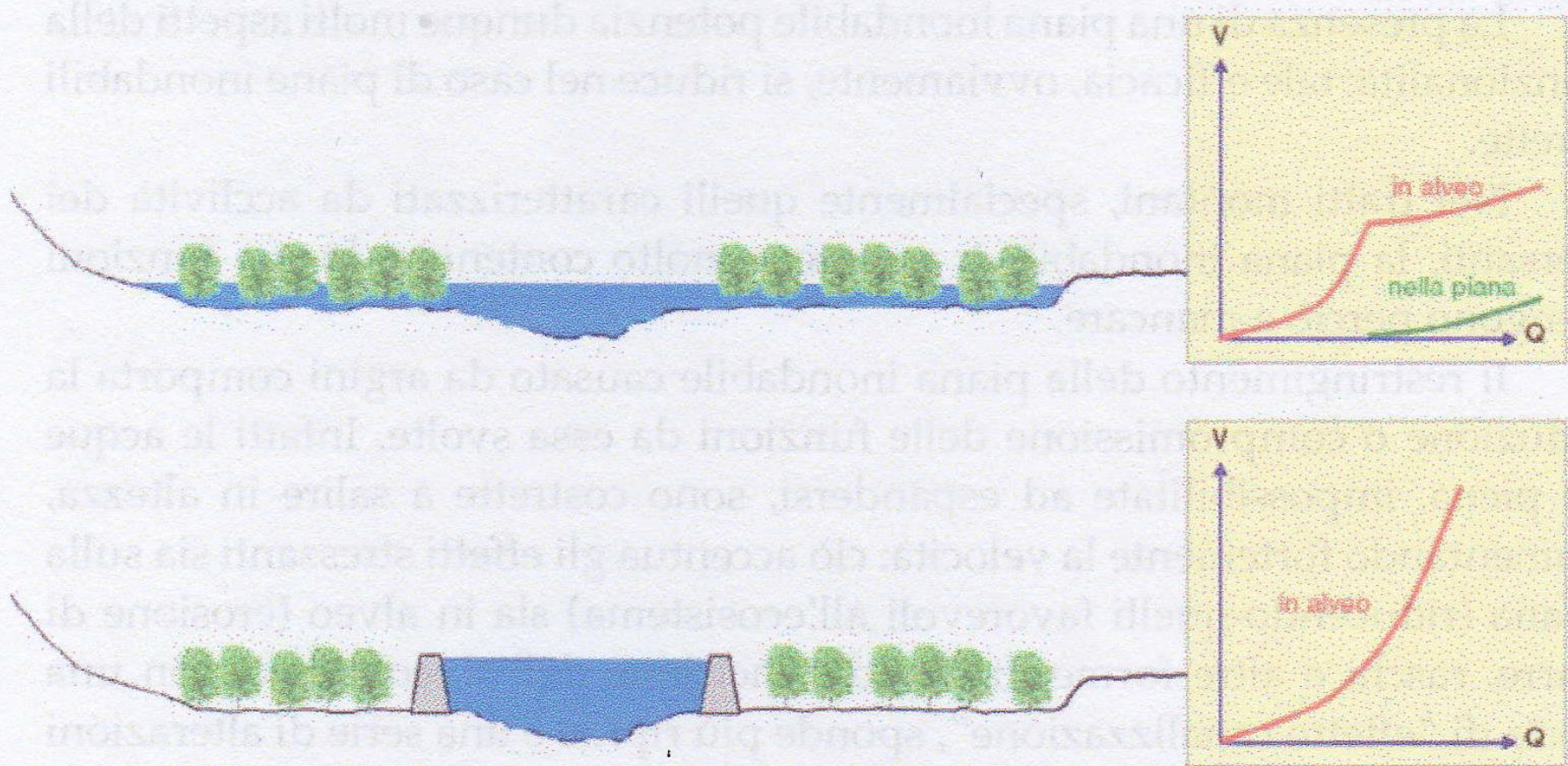


Fig. 6.3. Sopra: in presenza di piana inondabile, superato il livello di bankfull l'espansione delle acque di piena induce un forte rallentamento della curva di crescita della velocità. Sotto: la sottrazione della piana inondabile, conseguente agli argini, confina in alveo l'intera portata di piena, inducendo una crescita esponenziale della velocità, con effetti distruttivi. (Figura di G. Sansoni)

L'espansione periodica delle acque di piena nella piana inondabile ha effetti morfologici e idrodinamici:

- il contenimento dell'aumento di velocità con riduzione dell'incisione dell'alveo e dell'erosione delle sponde;
- tale contenimento riduce l'entità dello stress a cui sono sottoposti i pesci;
- favorisce il mantenimento dell'equilibrio geomorfologico e degli habitat (barre, buche, raschi) che, altrimenti, verrebbero spazzati via dalla violenza della corrente;
- favorisce l'infiltrazione e il ravvenamento della falda che, in seguito, alimenterà il corso d'acqua (attenuazione delle magre);

- favorisce il rimodellamento morfologico della piana e, perciò, la creazione di un mosaico di habitat perifluviali (vari tipi di zone umide, aree denudate, aree boscate, suoli privi di frazioni fini frammisti ad altri che ne sono ricchi...);
- fornisce ai pesci (nelle zone umide) zone protette di svezamento e di accrescimento;
- crea le condizioni per lo sviluppo di ampie fasce vegetate riparie, arbustive e arboree;
- permette il reintegro in alveo della materia organica dilavata dalla piena (grazie al ritiro delle acque di piena, ricche di apporti organici).

Domanda 7: Substrato dell'alveo e strutture di ritenzione degli apporti trofici

	sponda	dx		sx
a) alveo con massi e/o vecchi tronchi stabilmente incassati (o presenza di fasce di canneto o idrofite)			25	
b) massi e/o rami presenti con deposito di materia organica (o canneto o idrofite rade e poco estese)			15	
c) strutture di ritenzione libere e mobili con le piene (o assenza di canneto e idrofite)			5	
d) alveo di sedimenti sabbiosi o sagomature artificiali lisce a corrente uniforme			1	

Domanda 8: Erosione

	sponda	dx		sx
a) poco evidente e non rilevante o solamente nelle curve		20		20
b) presente sui rettilinei e/o modesta incisione verticale		15		15
c) frequente con scavo delle rive e delle radici e/o evidente incisione verticale		5		5
d) molto evidente con rive scavate e franate o presenza di interventi artificiali		1		1

L'erosione accelerata crea un sistema, in rapida trasformazione, in cui si ha la riduzione dei siti di ritenzione, la distruzione di zone rifugio e di aree di ovodeposizione, soprattutto per la fauna ittica, contribuendo a limitare i fattori di trasformazione della materia organica.

L'erosione fisiologica, invece, garantisce nel medio periodo la stabilità del sistema fluviale e dei suoi processi metabolici.

Domanda 9: Sezione trasversale

	sponda	dx		sx
a) alveo integro con alta diversità morfologica			20	
b) presenza di lievi interventi artificiali ma con discreta diversità morfologica			15	
c) presenza di interventi artificiali o con scarsa diversità morfologica			5	
d) artificiale o diversità morfologica quasi nulla			1	

IDONEITA' ITTICA

A -ELEVATA	—————→	25
B -BUONA O DISCRETA	—————→	20
C -POCO SUFFICIENTE	—————→	5
D -ASSENTE o SCARSA	—————→	1

	Zone rifugio ZR	Aree di frega AF	Ombreg- giatura OM	Zone di produzione cibo PC
Assenti	1	1	1	1
Scarse	2	2	2	2
Discrete	3	3	3	3
Abbondanti	4	4	4	4
Molto abbondanti	5	5	5	5

Sbarramenti non superabili durante l'anno SB	
Almeno due sbarramenti con distanza tra loro < 3 volte l'alveo di morbida	5
Almeno due sbarramenti con distanza tra loro > 3 volte l'alveo di morbida	3
Presenza di una briglia	1
Assenza di sbarramenti	0

Dighe a valle del tratto in esame D	
Presenza di dighe	5
Assenza di dighe	0

Il punteggio finale **PF** si ricava da:

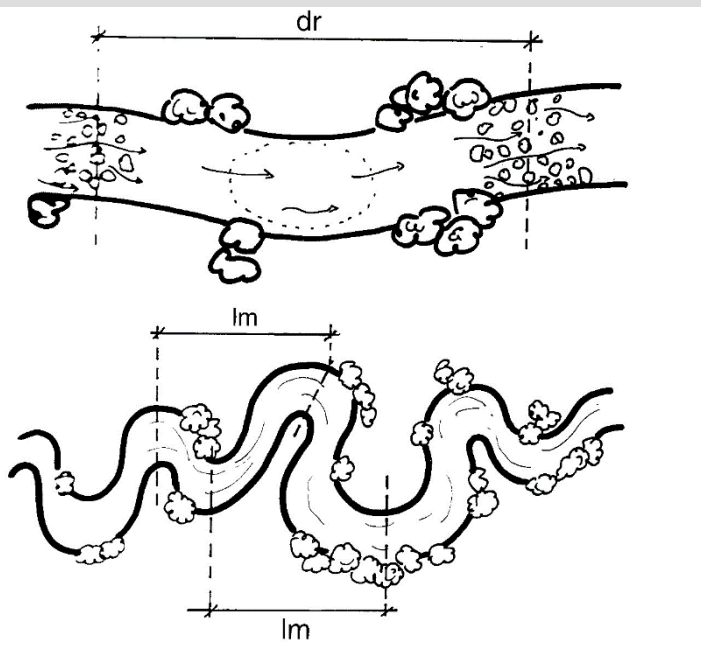
$$\mathbf{PF = ZR + AF + OM + PC - SB - D.}$$

In base al punteggio finale, che può assumere un valore fino ad un massimo di 20, si assegnerà una delle 4 risposte a questa domanda, come riportato nella tabella successiva.

Punteggio finale PF	Risposta da assegnare
14-20	A
9-13	B
4-8	C
< 4	D

Domanda 11: Idromorfologia

	sponda	dx	sx
a) elementi idromorfologici ben distinti con successione regolare		20	
b) elementi idromorfologici ben distinti con successione irregolare		15	
c) elementi idromorfologici indistinti o preponderanza di un solo tipo		5	
d) elementi idromorfologici non distinguibili		1	



meandriiformi



anastomizzato



sinuoso



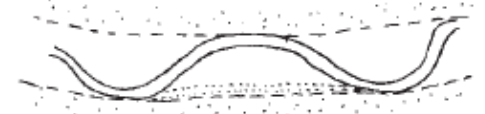
canali intrecciati



confinato (naturale)



transizionale



Domanda 12: Componente vegetale in alveo bagnato

sponda	dx		sx
a) perifiton sottile e scarsa copertura di macrofite tolleranti		15	
b) film perifitico tridimensionale apprezzabile e scarsa copertura di macrofite tolleranti		10	
c) perifiton discreto o (se con significativa copertura di macrofite tolleranti) da assente a discreto		5	
d) perifiton spesso e/o elevata copertura di macrofite tolleranti		1	

LISTA MACROFITE TOLLERANTI

<i>Alisma plantago aquatica</i> L.	<i>Potamogeton crispus</i> L.
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.
<i>Ceratophyllum submersum</i> L.	<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.
<i>Lemna gibba</i> L.	<i>Rumex hydrolapathum</i> Hudson
<i>Lemna minor</i> L.	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	<i>Sparganium emersum</i> Rehm
<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	<i>Sparganium erectum</i> L.
<i>Nuphar luteum</i> (L.) S. e S.	<i>Typha latifolia</i> L.
<i>Polygonum amphibium</i> L.	<i>Zannichellia palustris</i> L.
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	

		percentuale di copertura delle macrofite tolleranti rispetto all'area dell'alveo bagnato del tratto considerato		
		<15%	15-35%	> 35
spessore perifiton	assente o formante sottili pellicole aderenti al substrato	a)	b)	c)
	formante patine apprezzabili tridimensionalmentee	b)	c)	d)
	discreto	c)	c)	d)
	spesso	d)	d)	d)

Domanda 13: Detrito

	sponda	dx		sx
a) frammenti vegetali riconoscibili e fibrosi			15	
b) frammenti vegetali fibrosi e polposi			10	
c) frammenti polposi			5	
d) detrito anaerobico			1	

Viene valutata l'efficienza del processo di demolizione del detrito organico da parte della comunità macrobentonica.

Domanda 14: Comunità macrobentonica

	sponda	dx		sx
a) ben strutturata e diversificata, adeguata alla tipologia fluviale		20		
b) sufficientemente diversificata ma con struttura alterata rispetto all'atteso		10		
c) poco equilibrata e diversificata con prevalenza di taxa tolleranti l'inquinamento		5		
d) assenza di una comunità strutturata, presenza di pochi taxa, tutti piuttosto tolleranti l'inquinamento		1		





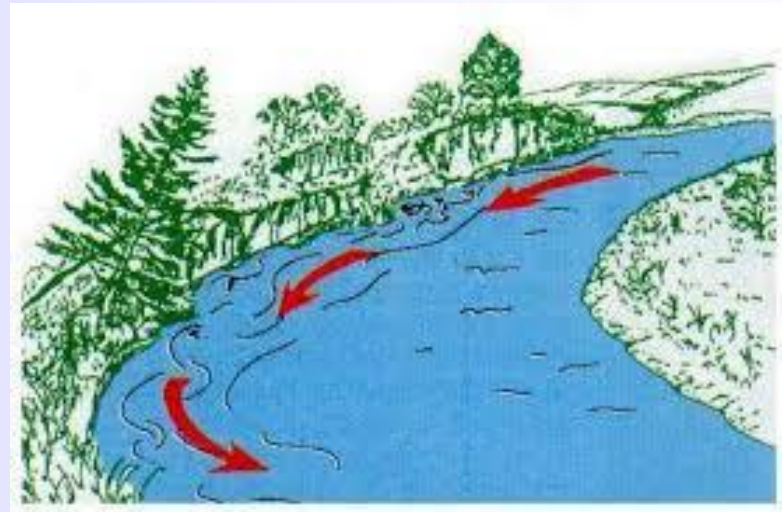














GENIO CIVILE DI PORDENONE: CONSOLIDAMENTO SPONDALE SUL NONCELLO



La rinaturalizzazione del sito dopo 5 anni





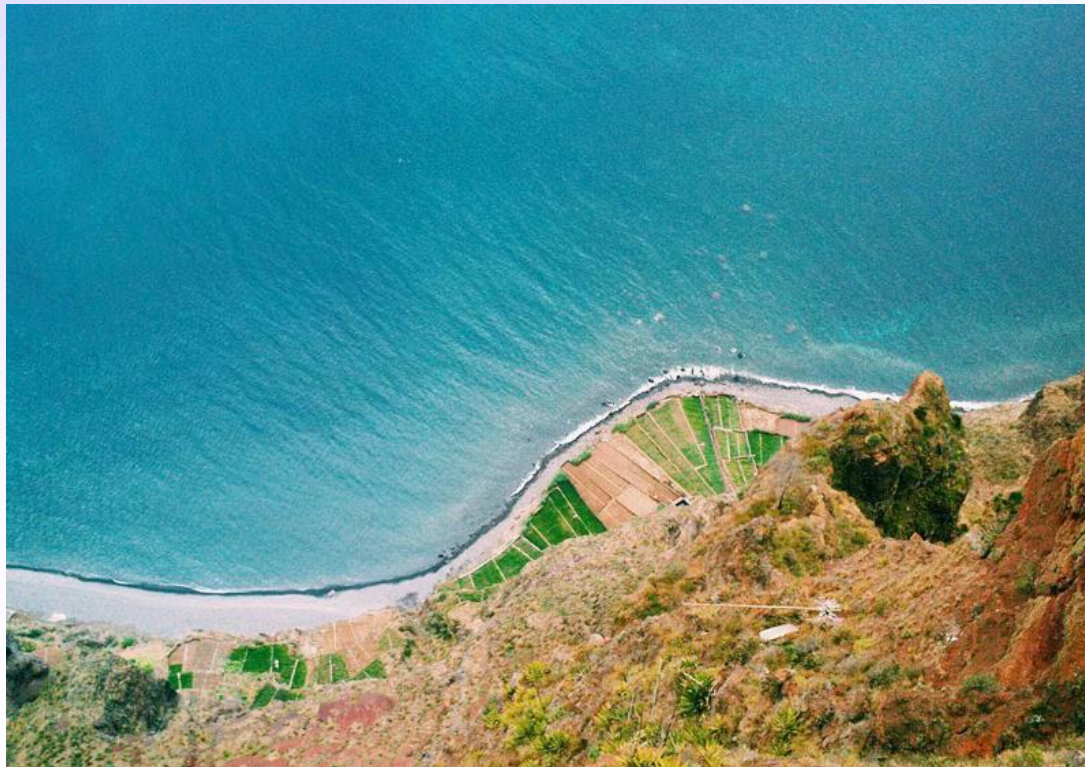


INDICE DI FUNZIONALITA' PERILACUALE (IFP)

Le fasce riparie, sia di tipo arbustivo/arboreo, possiedono una efficace capacità di intercettazione dei nutrienti provenienti dalle aree agricole adiacenti, abbattendo anche oltre il 90% del contenuto di azoto e fosforo nell'acqua di scorrimento superficiale e sub-superficiale, che afferrisce al corpo d'acqua, mentre le coperture erbacee, data la loro scarsa penetrazione radicale nel suolo, svolgono una azione molto meno efficiente.

TERMINOLOGIA

Linea di costa (shoreline) - si riferisce a quella porzione di costa lacustre di contatto tra acqua e terra, che può essere nuda, erbacea o costituita da elementi vegetali più o meno complessi, come ceppi, tronchi, rami, apparati radicali, canneti o altro;



Fascia litoranea (littoral zone):
indica quella porzione di lago
adiacente alla linea di costa, che
corrisponde alla zona eufotica
(ben illuminata) ed in genere
coincide con il limite di
sviluppo delle macrofite
sommerse; ospita comunità di
fitobenthos e zoobenthos
caratteristiche e fornisce rifugio
a molti animali acquatici e non;
è zona di deposito e sviluppo
delle uova di talune specie
ittiche



fascia riparia (riparian zone):
rappresenta quella parte di territorio immediatamente adiacente al lago, in grado di influenzare significativamente il valore di qualità determinato dagli altri elementi idromorfologici, biologici o fisici e a sua volta può essere influenzata dagli allagamenti e dal moto ondoso.

Viene per lo più indicata come quella porzione che svolge funzioni ecotonali.



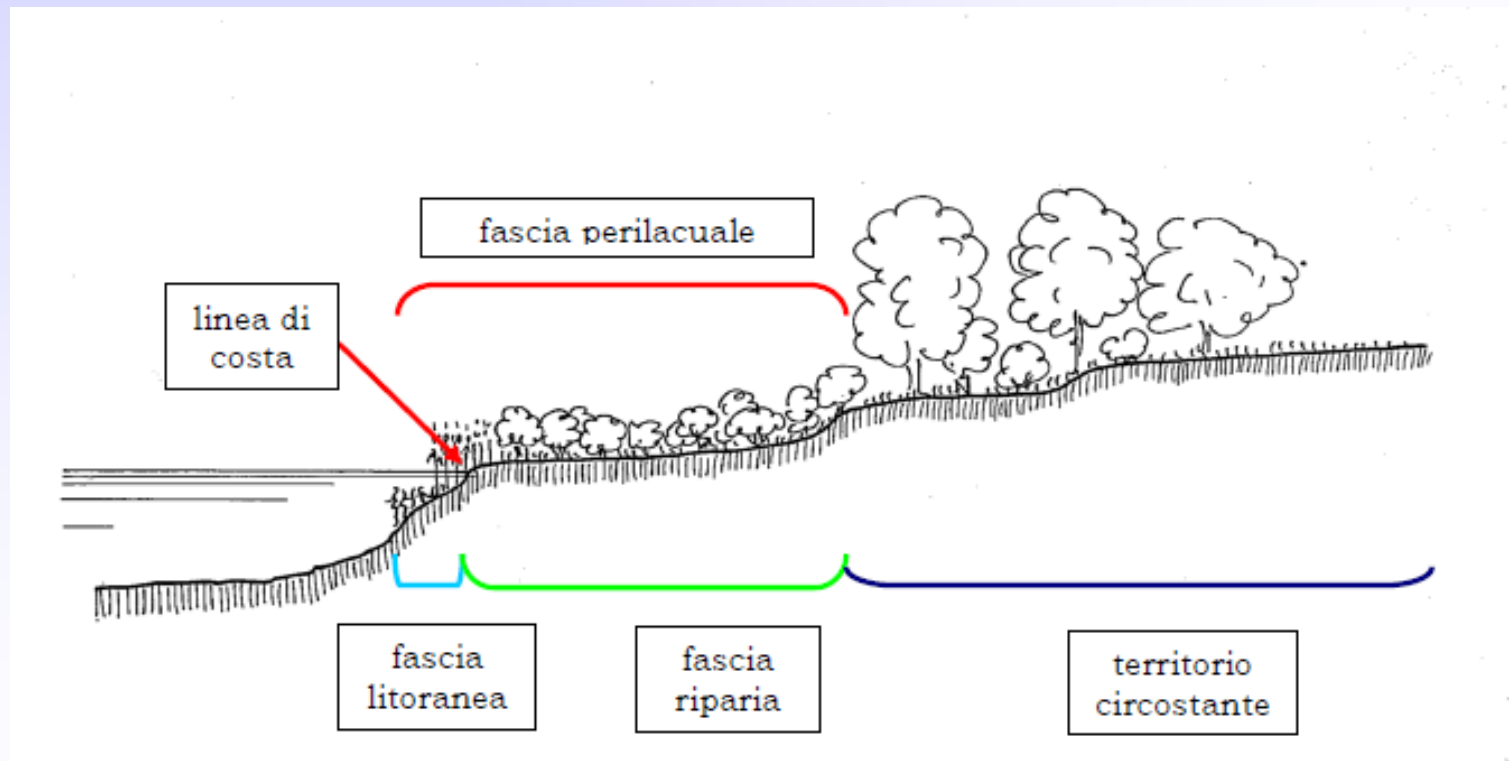
territorio circostante (lakeside zone): interessa quella porzione di territorio che interagisce con l'ambiente lago; non ha struttura e funzione ecotonale, ma più prettamente terrestre.



L'espressione **lakeshore**, che solo ultimamente è utilizzata in letteratura per identificare la porzione di lago che svolge sia morfologicamente sia funzionalmente il ruolo di elemento ecotonale, corrisponde alla fascia che **comprende sia la littoral zone sia la riparian zone** sopra descritte

Il termine lakeshore quindi, viene impiegato per indicare **l'area di transizione (ecotono)**, che mette in comunicazione l'ambiente terrestre con quello pelagico

Ai fini della applicazione del metodo IFP per FASCIA PERILACUALE si intende una fascia topograficamente sita attorno al lago, che **comprende parte della zona litorale** (littoral zone fino a profondità massima di un metro) e **si estende fino a 50 metri dalla linea di costa** (shoreline).



FUNZIONE FASCIA PERILACUALE

1) Filtro - Le piogge e il ruscellamento superficiale dell'acqua sono rallentati dalla vegetazione, che favorisce l'infiltrazione e i processi di cattura dei sedimenti e degli inquinanti

2) Protezione dall'erosione - Le radici arboree trattengono il terreno delle rive impedendo o rallentando il processo di erosione operato dal moto ondoso naturale o indotto dai natanti

3) Rimozione dei nutrienti - I nutrienti come azoto o fosforo sono intercettati dagli apparati radicali della vegetazione.

Il fosforo è il principale nutriente limitante dei laghi e produce un'accelerazione del processo eutrofico delle acque lacustri. La sua rimozione può avvenire mediante tre diverse soluzioni:

- a) deposito nei sedimenti lacustri;
- b) adsorbimento del fosforo disciolto, come ortofosfato, e sua immobilizzazione nelle particelle del sedimento di fondo
- c) uptake o prelievo di azoto e fosforo ortofosfato solubile con la suzione operata dagli apparati radicali della vegetazione perilacuale



4) Controllo della temperatura - Attraverso l'ombreggiamento prodotto dalla chioma degli alberi si può avere un'attenuazione dell'irraggiamento solare ed un controllo della temperatura nella striscia d'acqua a contatto con la costa, dove più spesso si insedia la fauna e dove avvengono le deposizioni di uova

5) Habitat - La fascia perilacuale vegetata forma un habitat ideale per molte specie di animali (anfibi, rettili, uccelli, mammiferi, insetti ecc.), fornendo loro rifugio e cibo necessario per la sopravvivenza e riproduzione. A tale aspetto si associa anche una valenza della fascia costiera come habitat per la fauna ittica e quindi come elemento da tutelare o riqualificare anche per il mantenimento della risorsa alieutica

6) Valore antropico - Una fascia perilacuale vegetata e alberata assume particolare valore per caratterizzare il lago sia dal punto di vista naturalistico, sia estetico. Altre volte assume valore culturale storicoarcheologico per la presenza di manufatti di pregio storico.

Come è stato costruito l'Indice di Funzionalità Perilacuale

Classification tree – è di immediata comprensione ad un'utenza di ecologi e naturalisti, poiché genera un albero binario che ha la stessa struttura di una chiave dicotomica per l'identificazione di specie.

Questa soluzione non è l'unica possibile e non è necessariamente la più efficace in assoluto, l'obiettivo primario è stato quello di ottenere un metodo facilmente applicabile sulla base di un insieme di osservazioni di campo piuttosto limitato

L'applicazione della scheda IFP va preceduta da un'analisi “a tavolino” dell'ambiente lacustre in esame.

carte tematiche contenenti informazioni georeferenziate (uso del suolo, carta della vegetazione, curve di livello, eventuale batimetria, foto aeree, carta tecnica, etc.). Indipendentemente dalla scala prescelta per la restituzione dei risultati, per il lavoro sul campo è necessaria una carta alla scala 1:10.000 per poter individuare con un certo dettaglio gli elementi necessari all'analisi ambientale.

La scheda risulta articolata in tre gruppi di descrittori:

1) Parametri generali

- (a) Topografici
- (b) Morfologici
- (c) Climatici
- (d) Geologici
- (e) Diversi

2) Parametri ecologici

- (a) Tipologia vegetazione
- (b) Ampiezza
- (c) Continuità
- (d) Interruzione

3) Parametri socio-economici

- (a) Generali
- (b) Uso del territorio
- (c) Infrastrutture
- (d) Turismo
- (e) Infrastrutture turistiche
- (f) Attività produttive

	INDICATORE	espressione parametro	tipologia
TOPOGRAFICI	origine ¹	-	categoria
	tipo ²	-	categoria
	locazione ³	-	categoria
	latitudine	gradi, primi e secondi	numerico
	longitudine	gradi, primi e secondi	numerico
	quota lago	metri slm	numerico
	quota media bacino imbrifero	metri slm	numerico
MORFOLOGICI	area bacino imbrifero (SB)	km ²	numerico
	pendenza rive	gradi o percentuale	numerico
	sviluppo linea di costa	-	numerico
	area lago (SL)	km ²	numerico
	volume	km ³	numerico
	profondità massima	metri	numerico
	profondità media	metri	numerico
	tempo medio di residenza	anni	numerico
	portata immissari/emissari	m ³ /secondo	numerico
	rapporto SB/SL	-	numerico
	sbalzi di livello	-	presenza/assenza
CLIMATICI	piovosità	mm/anno	numerico
	temperatura max media di gennaio	gradi centigradi	numerico
	temperatura max media di luglio	gradi centigradi	numerico
	tipologia substrato geologico prevalente	-	categoria
DIVERSI	ciclo termico	-	categoria
	trasparenza estiva (disco Secchi)	metri	numerico
	classificazione trofica usando i principali indicatori	-	categoria

¹ = tettonico, vulcanico, glaciale, lanca, di frana, endorreico, costiero, stagionale, altro

² = artificiale, naturale aperto, naturale largo, naturale chiuso, naturale regolato, altro

³ = alpino (montano), prealpino (mezza montagna), planiziale

⁴ = calcareo, magmatico, metamorfico, sedimentario, altro

⁵ = olomittico, monomittico, dimittico, polimittico, meromittico, amittico, altro

⁶ = ultraoligotrofico, oligotrofico, mesotrofico, eutrofico, ipertrofico

TMR = Nel caso di grandi laghi (perimetro superiore ai 50 km), in linea di massima, il tratto minimo è da considerarsi non inferiore ai 200 metri, salvo la presenza di tratti con particolari caratteristiche o impatti antropici che possono richiedere la compilazione di una scheda a parte.

La seconda parte della scheda si riferisce alle condizioni di ogni singolo tratto omogeneo di fascia perilacuale, scelto secondo le modalità descritte in seguito

PARAMETRO	TIPOLOGIA	VALORI	NOTE
1. Ampiezza della fascia perilacuale	categoria	0, 1, 2, 3, 4, 5	
2. Caratterizzazione della vegetazione perilacuale			
2.1 Copertura/composizione %	numerico	% - da 0 a 1	$\sum = 1$, tranne casi particolari
2.2 Vegetazione igrofila e non igrofila	numerico	% - da 0 a 1	$\sum = 1$
2.3 Presenza specie esotiche	numerico	% - da 0 a 1	
2.4 Eterogeneità vegetazione arborea-arbustiva	numerico	da 0 a 1	
3. Continuità della vegetazione perilacuale	categoria	0, 0,5, 1	
4. Presenza di interruzioni entro la fascia perilacuale	numerico	da 0 a 1	
5. Tipologia di uso antropico nella fascia perilacuale	categoria	0, 0,5, 1	
6. Uso prevalente del territorio circostante	categoria	0, 1, 2, 3	
7. Infrastrutture	numerico	da 0 a 1	
8. Fascia perilacuale emersa			
8.1 Pendenza media	categoria	0, 1, 2, 3, 4, 5	
8.2 Confronto pendenza area emersa/sommersa	categoria	0, 1	
9. Profilo della riva			
9.1 Concavità e convessità	numerico	da 0 a 1	
9.2 Complessità	numerico	da 0 a 1	
10. Artificialità della riva	numerico	da 0 a 1	
11. Canalizzazione apparente del run-off	categoria	0, 0,5, 1	
12. Giudizio personale	categoria	0, 1, 2, 3, 4, 5	

Nella spiegazione del metodo, non tutti i parametri entreranno a far parte del set di risoluzione ed identificazione del livello di funzionalità, tuttavia è opportuno compilare tutta la scheda per avere un inventario completo delle caratteristiche della fascia perilacuale, in modo da permettere eventuali altre elaborazioni e discussioni progettuali per fini pianificatori

Data:

Lago:

Numero scheda:

Delimitazione tratto:

Numero foto:

Rilevatori:

Coordinate GPS:

FASCIA PERILACUALE

confine della fascia determinato da

1. Ampiezza della fascia perilacuale

0	0
1-5 m	1
5- 10 m	2
10- 30 m	3
30-50 m	4
> 50 m	5

2. Caratterizzazione della Vegetazione perilacuale

2.1 Copertura/composizione % (espressa da 0 a 1)

alberi %	
arbusti %	
canneto %	
erbe %	
suolo nudo %	

2.2 Vegetazione igrofila e non igrofila (espressa da 0 a 1)

igrofile	
non igrofile%	

2.3 Presenza specie esotiche

esotiche %	
------------	--

a ampiezza maggiore)

luata fino ad un massimo di 50 m (quando FP h

2.4 Eterogeneità vegetazione arborea-arbustiva

<i>specie arboree-arbustive autoctone igrofile >2/3</i>	
diversificata	1
intermedia	0,9 -0,7
monospecifica	0,6
<i>specie arboree-arbustive autoctone igrofile <2/3 e specie arboree-arbustive autoctone >2/3</i>	
diversificata	0,5
intermedia	0,4-0,3
monospecifica	0,2
<i>specie arboree-arbustive autoctone igrofile <2/3 e specie arboree-arbustive autoctone <2/3</i>	
prevalenza autoctone	0,1
prevalenza esotiche	0
vegetazione arborea-arbustiva assente	0

3. Continuità della vegetazione perilacuale

fascia arborea e arbustiva

assente	0
discontinua	0,5
continua	1

fascia canneto bagnato

assente	0
discontinua	0,5
continua	1

fascia canneto asciutto

assente	0
discontinua	0,5
continua	1

4. Presenza di interruzioni entro la fascia perilacuale

assente	0
intermedio	
presente su tutto il tratto	1

5. Tipologia di uso antropico nella fascia perilacuale

prati incolti, sentiero o strada sterrata, etc.	0
urbanizzazione rada, prato coltivato, etc.	0,5
area urbanizzata, etc.	1

RIVA E TERRITORIO CIRCOSTANTE

0-200 m	6. Uso prevalente del territorio circostante	
	foreste e boschi	0
	prati, pascoli, boschi, arativi, incolti	1
	colture stagionali e/o permanenti e urbanizzazione rada	2
	area urbanizzata	3
	7. Infrastrutture	
	<i>strade provinciali/statali</i>	
	assente	0
	intermedio	
	presente su tutto il tratto	1
	<i>ferrovie</i>	
	assente	0
	intermedio	
	presente su tutto il tratto	1
	<i>parcheggi</i>	
	assente	0
	intermedio	
	presente su tutto il tratto	1
	<i>infrastrutture turistiche</i>	
	assente	0
	intermedio	
	presente su tutto il tratto	1

8. Fascia perilacuale emersa

8.1 Pendenza media

pianeggiante	0
pendenza appena apprezzabile	1
evidente, ma superabile senza problemi	2
significativa, ma superabile da sentieri o rampe	3
forte; strade o sentieri con tornanti	4
estrema, non superabile da veicoli	5

8.2 Confronto pendenza area emersa/sommersa

non concorde	0
concorde	1

9. Profilo della riva

9.1 Concavità e convessità

concavità

assente	0
intermedio	
presente su tutto il tratto	1

convessità

assente	0
intermedio	
presente su tutto il tratto	1

9.2 Complessità

assente	0
intermedio	
presente su tutto il tratto	1

10. Artificialità della riva

assente	0
intermedio	
argini in cemento, o comunque non permeabili	1

11. Canalizzazione apparente del run-off

nessuna direzione di flusso prevalente	0
intermedio	
tutto lo scolo convergente in un unico punto	1

12. Giudizio personale

eccellente	1
buono	2
medio	3
scadente	4
pessimo	5

I 9 parametri che dall'elaborazione del database di schede sono risultati essere determinanti per classificare il tratto sono i seguenti:

- artificialità della riva
- copertura vegetazione erbacea
- interruzioni della fascia perilacuale
- concavità del profilo di riva
- copertura del canneto
- copertura specie arboree
- infrastrutture stradali
- eterogeneità della vegetazione arborea
- copertura specie non igrofile

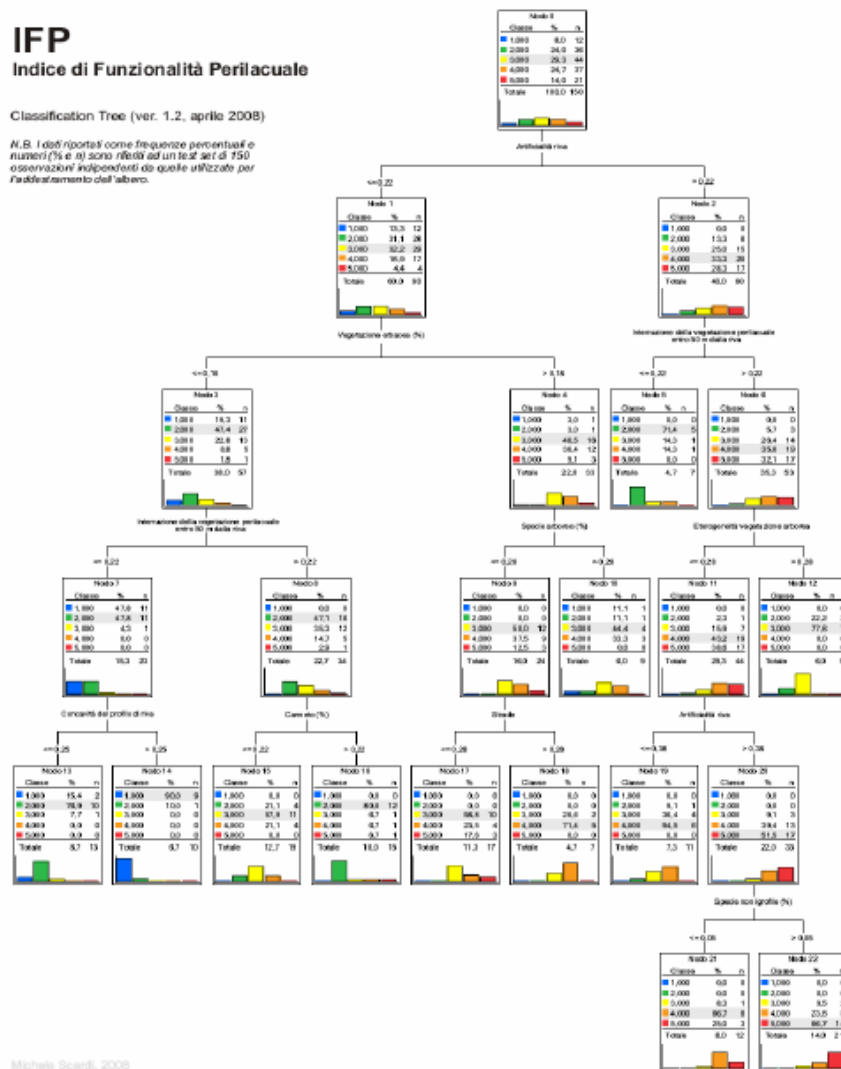
E' da specificare che le informazioni relative ai descrittori che al momento non concorrono a definire il valore dell'indice (non comprese nell'attuale *classification tree*) risultano comunque utili in quanto costituiscono un database delle caratteristiche morfologiche ed ecologiche delle zone perilacuali, alcune delle quali corrispondono agli elementi qualitativi richiesti per la classificazione dello stato ecologico dei laghi (Direttiva 2000/60/CE).

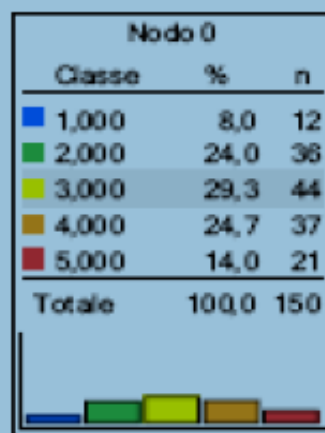
IFP

Indice di Funzionalità Perilacuale

Classification Tree (ver. 1.2, aprile 2008)

N.B. I dati riportati come frequenze percentuali e numeri (% e n) sono riferiti ad un test set di 150 osservazioni indipendenti da quelle utilizzate per l'addestramento dell'albero.

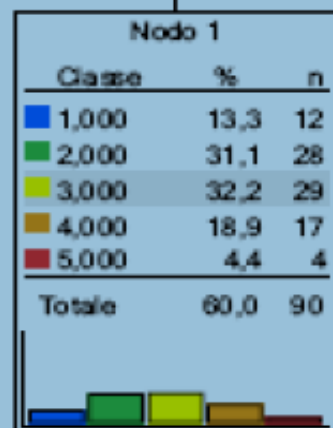




Artificialità riva

$\leq 0,22$

$> 0,22$



Vegetazione erbacea (%)



Interruzione della vegetazione periliacuale
entro 50 m dalla riva

$> 0,18$

$\leq 0,22$

$> 0,22$

LIVELLO DI FUNZIONALITÀ	GIUDIZIO DI FUNZIONALITÀ	COLORE
I	eccellente	blu
II	buono	verde
III	mediocre	giallo
IV	scadente	arancio
V	pessimo	rosso











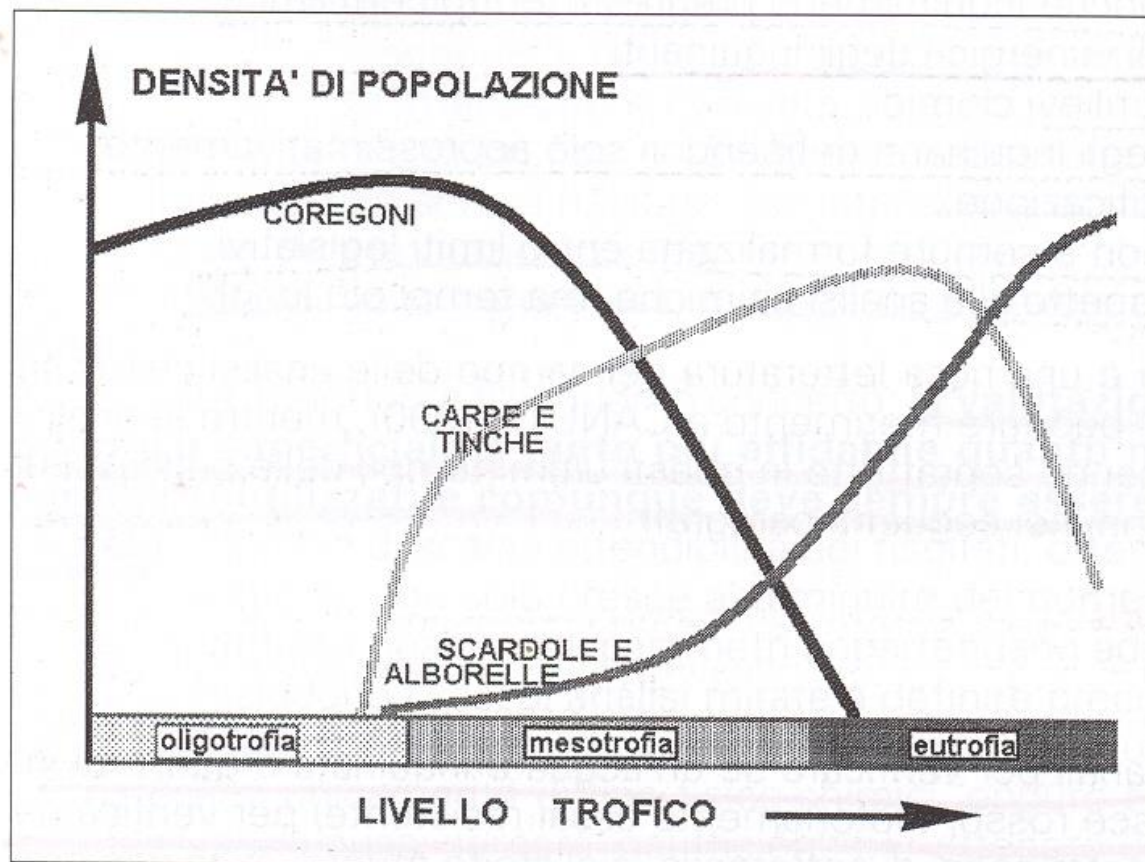
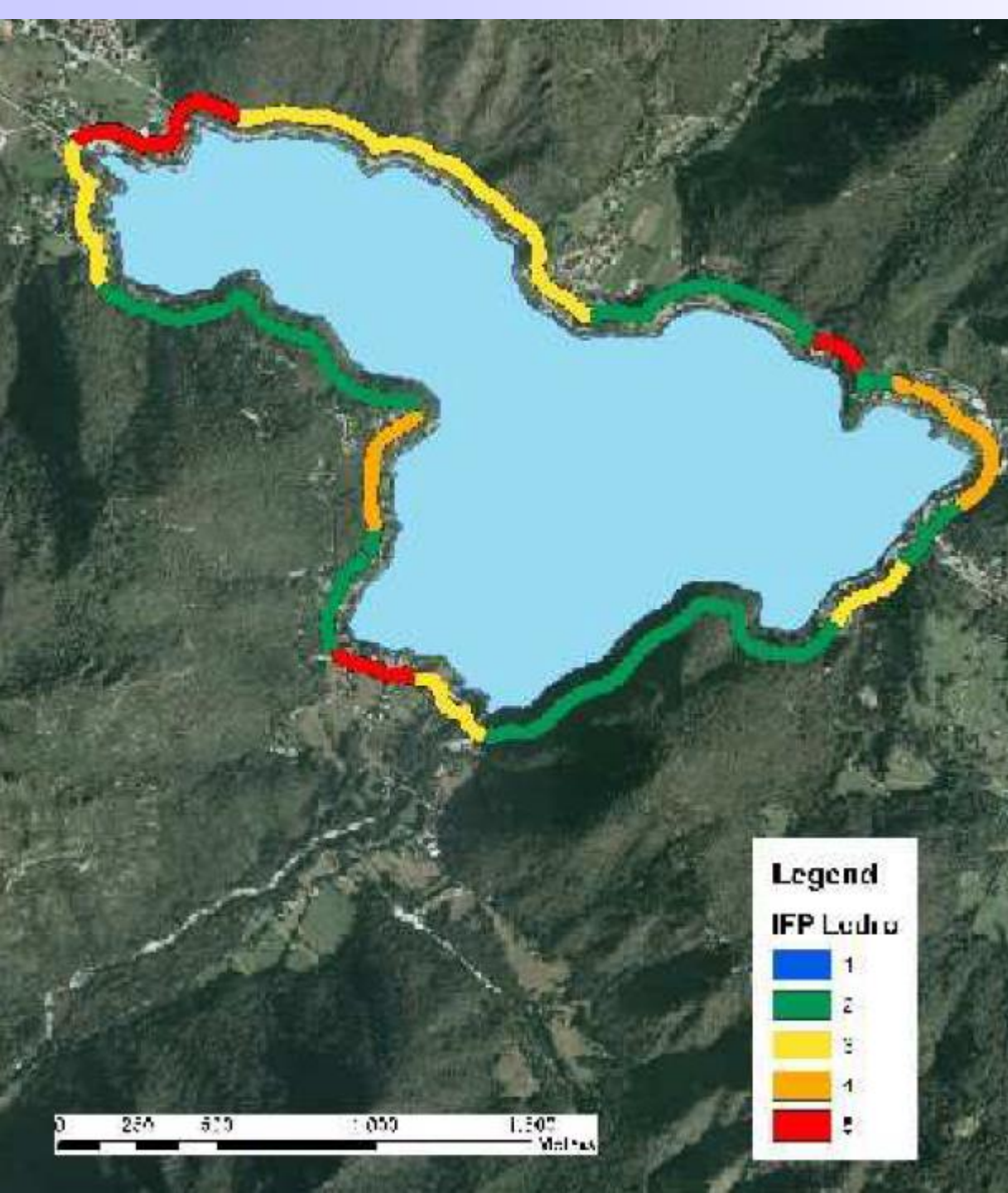


Fig. 14.1 - Evoluzione delle popolazioni ittiche in un lago in funzione del livello trofico.



La compilazione della Parte 2 della scheda va effettuata esclusivamente in campo e si riferisce ad ogni singolo tratto omogeneo; ogni volta che si osserva una variazione significativa di uno o più parametri da rilevare, deve essere compilata una nuova scheda.

6.1 Ampiezza della fascia perilacuale funzionale

1. Ampiezza della fascia perilacuale funzionale	
0	0
1-5m	1
5-10m	2
10-30m	3
30-50m	4
>50m	5

Obiettivi della domanda

Valutare l'ampiezza cumulativa (in senso ortogonale rispetto alla costa del lago) del complesso delle formazioni funzionali (per esempio elofite, idrofite, cespugli ripari e autoctoni, alberi) capaci di espletare un'azione buffer nei confronti dei nutrienti.

Principi

L'efficienza della vegetazione presente nella fascia perilacuale è legata non solo alla complessità e diversità delle formazioni presenti, ma anche alla loro ampiezza. Una fascia perilacuale con una ampiezza inferiore a 30 metri, anche se costituita da cespugli e alberi, non può svolgere efficacemente la funzione tampone. Anche la tipologia della copertura vegetativa inoltre influenza la funzionalità, quindi all'atto della stima dell'ampiezza della fascia perilacuale è importante escludere quelle componenti che non hanno alcuna funzione buffer.

PROVA DI ITTIOBIOTOSSICOLOGIA

Prevista dalla Legge Nazionale n.319 del 10/5/1976 (Legge Merli)

La prova si basa sulla capacità di sopravvivenza di un pesce in acque inquinate.

La prova consiste nel prendere un campione diluito 1:1 con acqua standard e di osservare la sopravvivenza dei pesci per un periodo di 24 ore alla temperatura di 15 °C. Perché le acque siano idonee deve sopravvivere almeno il 50% degli esemplari.

Viene utilizzata la trota iridea per stabilire i limiti di scarichi in corpi idrici naturali, il carassio per i limiti degli scarichi nelle fogne o in impianti di depurazione.