



Bologna 16 maggio 2011

Le macrofite dei corsi d'acqua come elemento di qualità biologica per l'applicazione della Direttiva "Acque" in Italia

Maria Rita Minciardi



Centro Ricerche Saluggia (VC)

Efficienza delle macrofite come comunità bioindicatrice

La Direttiva 2000/60/CE non sancisce solo la centralità della componente biologica ma sposta anche l'attenzione dall'acqua all'ecosistema fluviale. In questo quadro di riferimento i "limiti" della comunità a macrofite diventano punti di forza

Efficienza delle macrofite come comunità bioindicatrice

Comunità fortemente interconnessa alle comunità riparie (zona sopra-acquatica - porzioni lentiche nella zona riparia)

Sensibilità nell'individuare alterazioni dello stato trofico anche laddove altre comunità non segnalano criticità.
Importanza dell'uso in ambiti montani dove la contemporanea presenza di derivazioni e immissione di nutrienti determina anche serie alterazioni dei corsi d'acqua

Capacità di rendere evidenti la presenza di alterazione morfologica con l'assenza della comunità o di porzioni della comunità.
Sensibilità alle derivazioni anche in assenza di problematiche derivanti da concentrazione di inquinanti

Il rilievo per l'applicazione degli Indici Macrofitici

100 m lungo lo sviluppo longitudinale del corso d'acqua prevedendo il rilievo delle facies prevalenti

Le procedure sono state definite già in ambito CEN (Guidance Standard for the surveying of aquatic macrophyte in running water - EN 14184)



Il rilievo per l'applicazione degli Indici Macrofitici

Si tratta di un
rilievo quali-quantitativo a scala stazionale

(50) 100 m

Si effettua:

- nella sola « zona acquatica » quindi della sola vegetazione acquatica (con almeno la base degli steli sommersa)
- nelle diverse facies presenti (prevalenti)
- campionando tutti i taxa presenti
- attribuendo percentuali di copertura a tutti i taxa presenti (o agli aggregati macroscopicamente visibili)

2 campionamenti nei periodi :

Aprile - Giugno;

Luglio - Settembre

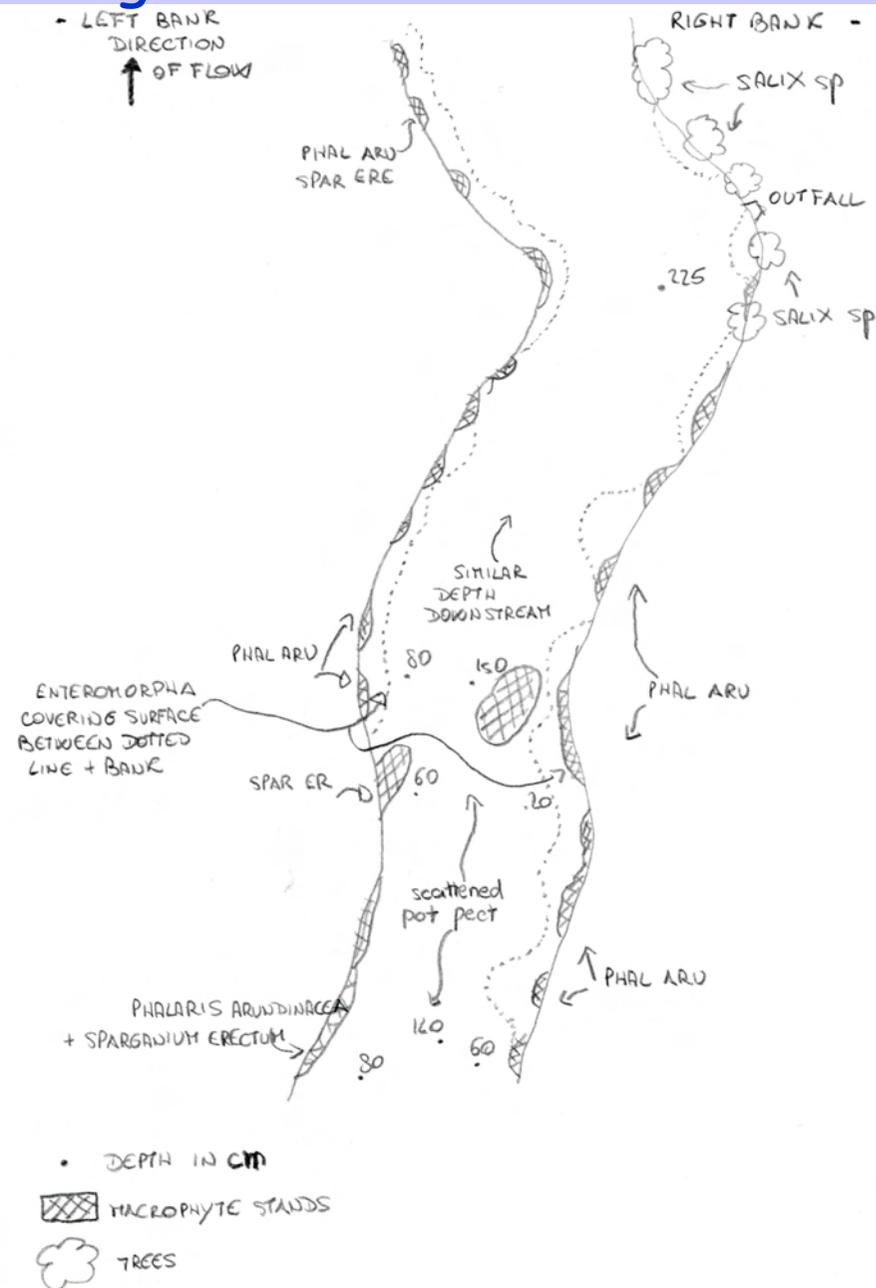
Il rilievo per l'applicazione degli Indici Macrofitici

Si procede, quindi, indagando i mesohabitat presenti
Si considerano tutti i diversi gruppi funzionali

Idrofite flottanti
Idrofite radicate a foglie flottanti
Idrofite sommerse
Anfifite
Elofite
Alghe filamentose

Il rilievo prevede il censimento dell'intera flora presente (non dei soli taxa indicatori per l'indice utilizzato)

Importanza dell'accuratezza nel campionamento (possibilità di perdere sino ad 1/3 della comunità)



Il rilievo per l'applicazione degli Indici Macrofitici

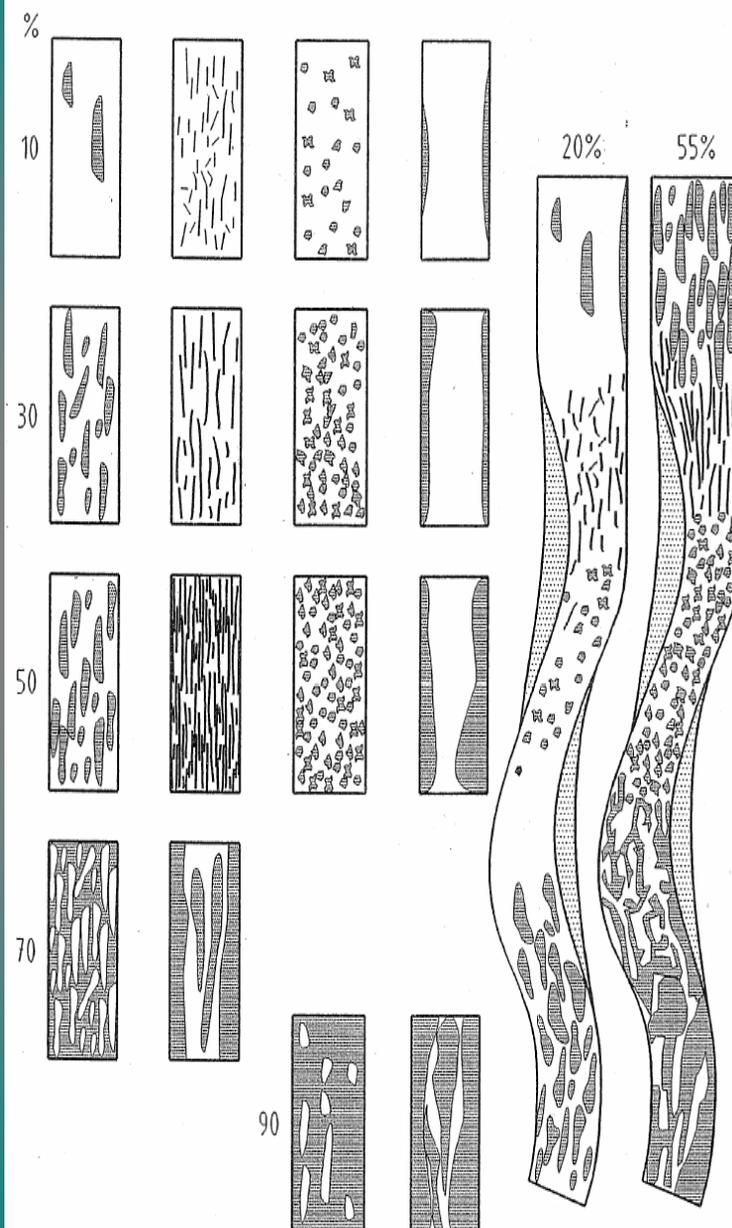
Si effettua il rilievo della copertura/abbondanza della comunità indicatrice rispetto alla superficie dell'alveo bagnato (area indagata).

IN CAMPO

Successivamente si valutano le coperture/abbondanze % dei diversi taxa presenti

IN LABORATORIO

Si procede alla traduzione dei valori di copertura % rilevati in valori di copertura reali



Il rilievo per l'applicazione degli Indici Macrofitici

Organismi per i quali non è possibile o è complicato campionare taxa distinti in campo

- ✓ Campionamento distribuito stazionalmente in maniera da raccogliere un campione rappresentativo dell'entità macroscopicamente omogenea
- ✓ Attribuzione della copertura all'entità macroscopicamente omogenea
- ✓ Successiva attribuzione delle abbondanze attraverso proporzionamento rispetto alle abbondanze dei diversi taxa presenti e successiva somma complessiva a livello stazionale

Per talune ALGHE e BRIOFITE



Il rilievo per l'applicazione degli Indici Macrofitici

Definizione di modalità di valutazione dell'applicabilità dei metodi

Valori soglia

- ✓ n° *taxa* indicatori rispetto al n° di *taxa* complessivamente presenti $\geq 50\%$
- ✓ copertura *taxa* indicatori rispetto alla copertura totale reale dei *taxa* presenti $\geq 50\%$
- ✓ se n° *taxa* indicatori ≤ 3 copertura $\geq 60\%$

Soglie di accettabilità

- n° *taxa* indicatori rispetto al n° di *taxa* complessivamente presenti $\geq 30\%$
- ✓ copertura *taxa* indicatori rispetto alla copertura totale reale dei *taxa* presenti $\geq 30\%$
- ✓ se n° *taxa* indicatori ≤ 3 copertura $\geq 60\%$

Il rilievo per l'applicazione degli Indici Macrofitici

l'elaborazione successiva dei dati solitamente prevede che i valori di copertura reali siano tradotti in **coefficienti di copertura** secondo classi (range) di copertura a ciascuna delle quali corrisponde un coefficiente di copertura specifico (di solito si tratta di 5 classi di copertura).

Un esempio di attribuzione di coefficienti di copertura:

valori percentuali	coefficienti di copertura	significato
$<0,1$	1	specie presente
$0,1 \leq \text{cop} < 1$	2	specie con scarsa copertura
$1 \leq \text{cop} < 10$	3	specie con discreta copertura
$10 \leq \text{cop} < 50$	4	specie a buona copertura
$\text{cop} \geq 50$	5	specie ad alta copertura

Il rilievo per l'applicazione degli Indici Macrofitici

Quello descritto è il protocollo "universalmente" normato e standard

Di fatto si tratta di un protocollo applicabile quando la profondità, il substrato, la torbidità permettono l'investigazione della totalità della stazione a piedi e consentono all'operatore di effettuare un'attribuzione "visuale" delle percentuali di copertura dei diversi taxa

Necessità di un protocollo complementare basato su un approccio di campionamento "randomizzato" secondo il quale il rilievo è effettuato secondo una sistematica sequenza di "punti di contatto".

In questo modo è possibile valutare il parametro abbondanza anche se il substrato è invisibile all'operatore

Il rilievo per l'applicazione degli Indici Macrofitici

Corsi d'acqua "non guadabili"
o, meglio, dove è impedita completamente o parzialmente l'osservazione diretta della vegetazione acquatica e l'attribuzione visuale delle percentuali di copertura

Applicabile nel caso di:

- ✓ Corsi d'acqua di grandi dimensioni e profondi
- ✓ Corsi d'acqua che anche se non di grandi dimensioni e profondità per tipologia di substrato sono comunque non guadabili
- ✓ Corsi d'acqua che per dimensioni e condizioni morfodinamiche non consentono l'accesso a piedi
- ✓ Corsi d'acqua in cui la torbidità cronica o le condizioni idrodinamiche non consentono l'osservazione diretta della vegetazione acquatica

Quale indice per elaborare i dati? La scelta dell'IBMR

Le sperimentazioni condotte hanno dimostrato la rilevante maggiore affidabilità dell'IBMR rispetto a tutti gli altri indici

Circa 90 % di stazioni in cui risulta applicabile a scala nazionale, dalla Valle d'Aosta alla Sicilia, affidabile e robusto

Lo stato trofico è da intendersi in termini di intensità di produzione primaria

si tratta di una metrica di importante valore ecologico (concentrazione dei nutrienti, luminosità, velocità della corrente, ecc...)

PERCHE' non un NUOVO INDICE?

2007-2009 diffusa applicazione e validazione dell'IBMR in tutto il paese

Le ricerche hanno confermato una significativa correlazione tra i valori di IBMR e lo stato dei siti di campionamento che è possibile desumere dai dati chimici, dalle pressioni, da valutazioni ecologiche della comunità.

L'IBMR è un indice per la valutazione dello stato trofico ma è relazionata allo stato ecologico complessivo della comunità



L'IBMR

Indice biologique macrophytique en rivière

Si origina da studi compiuti sin dagli anni '70 nei paesi anglosassoni che si sono iniziati a sperimentare in Francia all'inizio degli anni '90.

INDICI GIS (Haury *et al.*, 1996)

Il set di indici macrofitici (di presenza/assenza e ponderati) formalizzati dal Groupement d'Intérêt Scientifique GIS (France) dal 1996 (Haury *et al.*, 1996)

la comunità indagata non è solo quella costantemente immersa ma anche quella solo periodicamente sommersa (zona sopra-acquatica).

L'IBMR

L'IBMR deriva, rispetto agli indici GIS, da un percorso applicativo-gestionale che ha visto il coinvolgimento delle Agences de L'Eau, che ha individuato la valutazione del livello trofico del corso d'acqua quale metrica di valutazione globale ecosistemica e che si è interconnesso con il recepimento della Direttiva "Acque" da parte della Francia

Indice biologique macrophytique en riviere IBMR
(Afnor, 2003) NF T 90-395

A new method to assess water trophy and organic pollution - IBMR: its application to different types of river and pollution (Haury et al., 2006)

Si tratta di un indice floristico biocenotico

Si fonda sull'inventario completo della flora presente nella stazione, attribuendo un valore di abbondanza a ciascun taxon rilevato

L'IBMR

208 taxa indicatori a ciascuno dei quali è associato

un indice specifico di sensibilità (0-20) (C_{si})
un valore indicatore (1,2,3) (E_i)

I taxa indicatori comprendono 2 organismi eterotrofi, 43 taxa algali, 2 specie di licheni, 15 specie di epatiche, 37 specie di muschi, 3 specie di pteridofite, 107 specie di angiosperme

A ciascun taxa vengono attribuiti coefficienti di copertura K_i a partire da coperture percentuali secondo la scala di Koehler

Il calcolo avviene secondo la formula:

$$IBMR = \frac{\sum [E_i C_{si} K_i]}{\sum E_i K_i}$$

con IBMR compreso tra 0 e 20

Consente di classificare la stazione attribuendola ad un livello trofico

IBMR > 14	trofia molto lieve	
12 < IBMR ≤ 14	trofia lieve	
10 < IBMR ≤ 12	trofia media	
8 < IBMR ≤ 10	trofia elevata	
IBMR ≤ 8	trofia molto elevata	

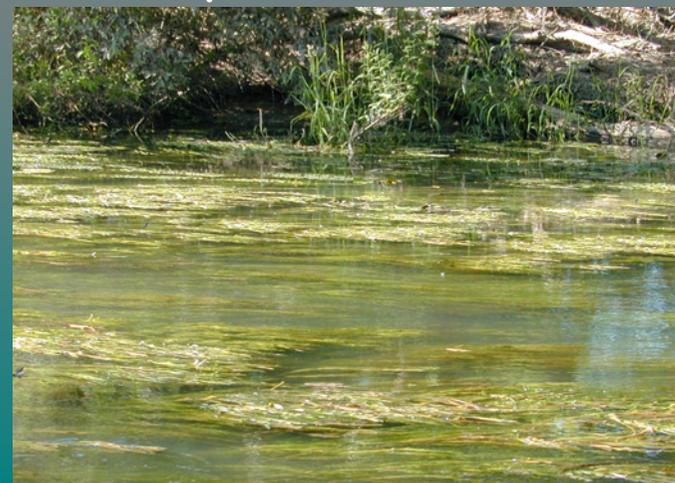
Modalità di attribuzione dei coefficienti di copertura Ki secondo la scala di Koehler

Taxa solo presenti	$\text{cop} < 0,1\%$	Ki=1
Taxa scarsamente frequenti con scarsa copertura	$0,1\% \leq \text{cop} < 1\%$	Ki=2
Taxa abbastanza frequenti e con copertura significativa	$1\% \leq \text{cop} < 10\%$	Ki=3
Taxa frequenti con copertura mediamente abbondante	$10\% \leq \text{cop} < 50\%$	Ki=4
Taxa molto abbondanti o con copertura molto abbondante	$\text{cop} \geq 50\%$	Ki=5

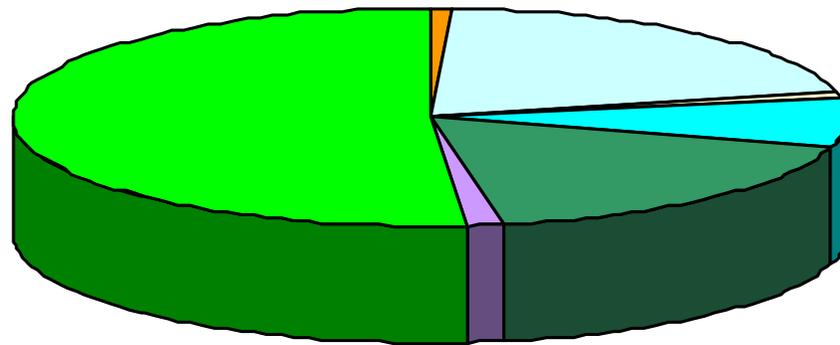
Efficienza dell'IBMR

I taxa considerati dall'IBMR:

- ✓ sono numerosi
- ✓ sono sicuramente rappresentativi della componente schiettamente acquatica della vegetazione
- ✓ sono, nella maggior parte dei casi, ampiamente diffusi in Italia (meno di una decina le specie assenti nella flora italiana)
- ✓ sono caratterizzati dall'aver buone potenzialità bioindicatorie

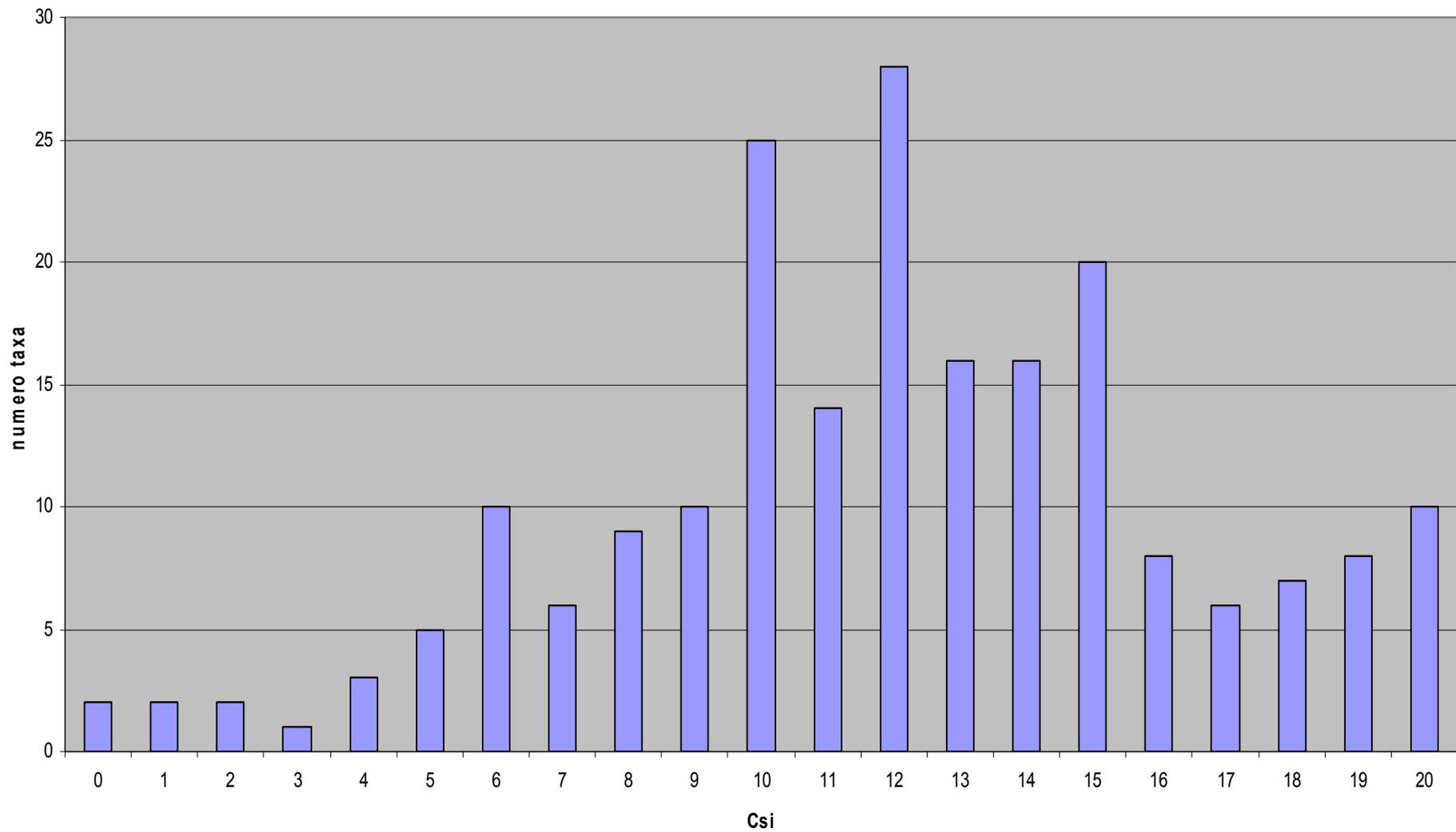


Composizione tassonomica dei taxa IBMR



- 2 organismi eterotrofi
- 42 alghe
- 2 licheni
- 15 epatiche
- 37 muschi
- 3 pterifofite
- 107 fanerogame

Distribuzione dei valori Csi nei taxa IBMR



Campionamenti

Sperimentazioni condotte in collaborazione con ARPA regionali

20 stazioni in Valle d'Aosta

15 (+30) stazioni in Piemonte

22 stazioni in Lombardia

19 stazioni Emilia Romagna

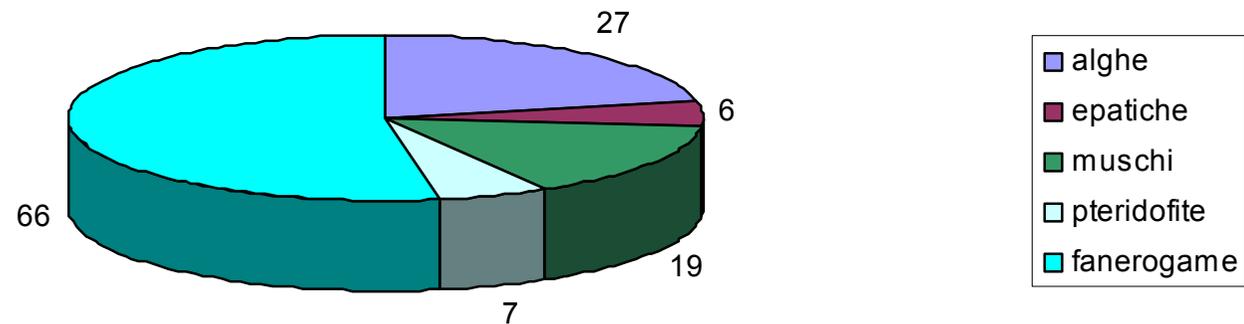
Campionamenti 2009-2010

Applicabilità - Affidabilità

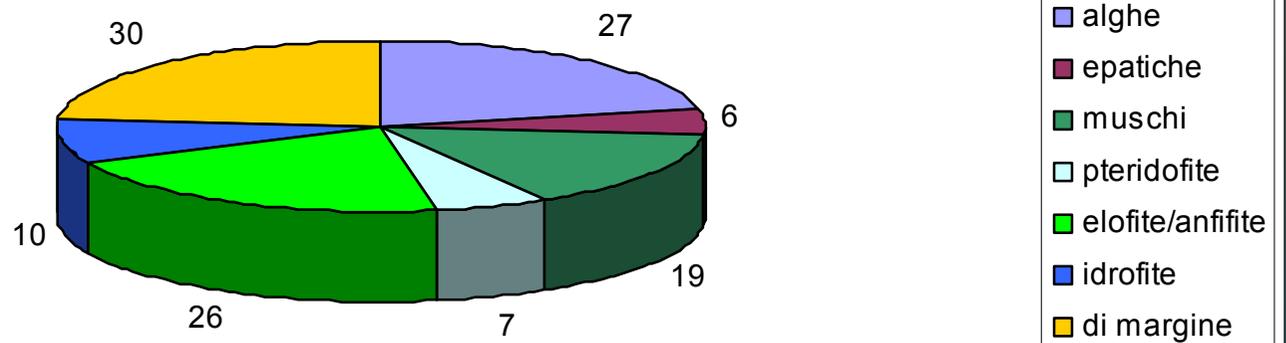
L'indice IBMR è risultato applicabile nella quasi totalità delle stazioni indagate, ovvero la rappresentatività dei taxa indicatori IBMR rispetto ai taxa presenti è sempre risultata ampiamente superiore al 50% sia in termini di numero di taxa indicatori rispetto al totale sia rispetto alla copertura relativa dei taxa indicatori rispetto al totale.

Emilia - Romagna

distribuzione numerica gruppi

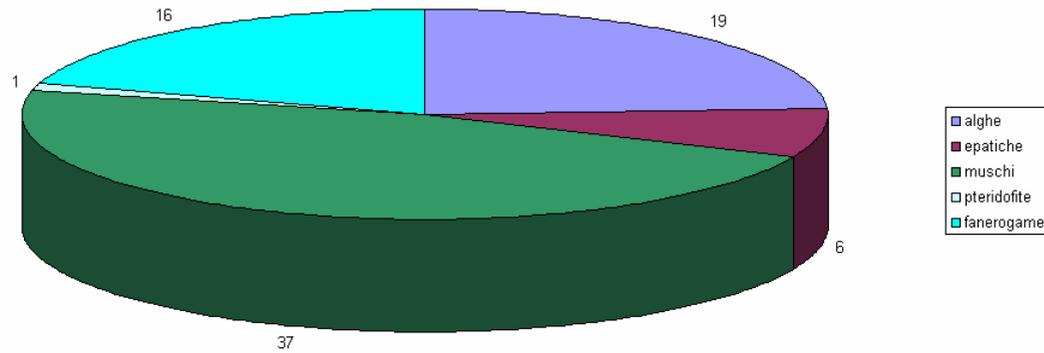


distribuzione numerica gruppi taxa dettaglio

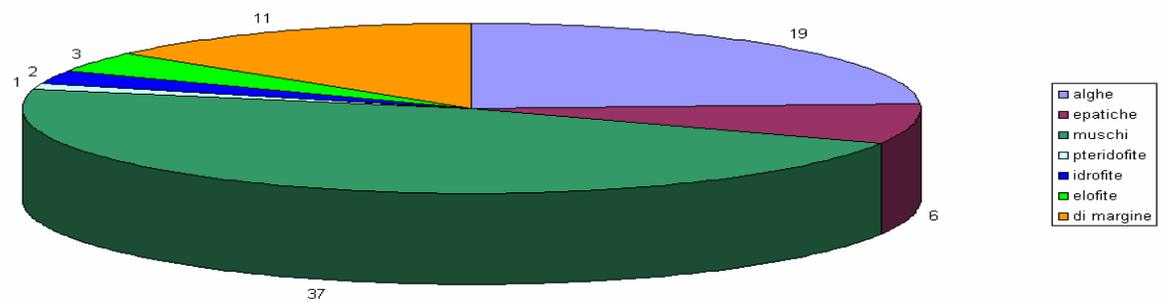


Valle d'Aosta

n° taxa censiti

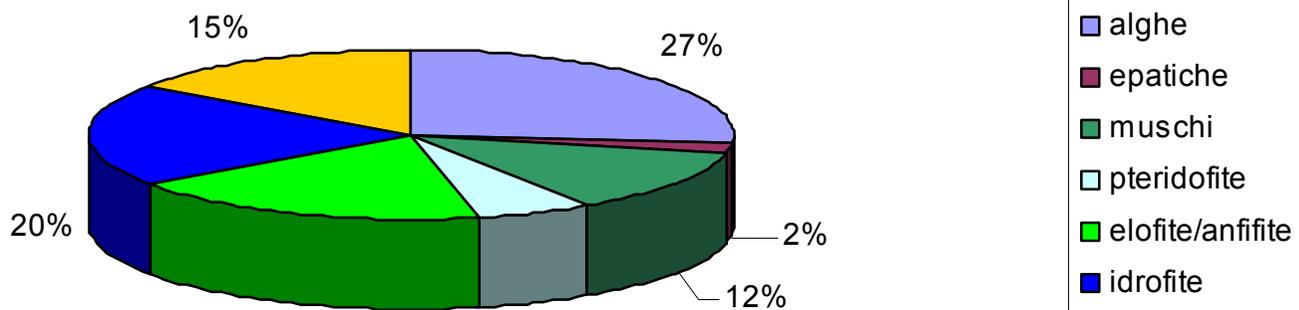


n° taxa censiti

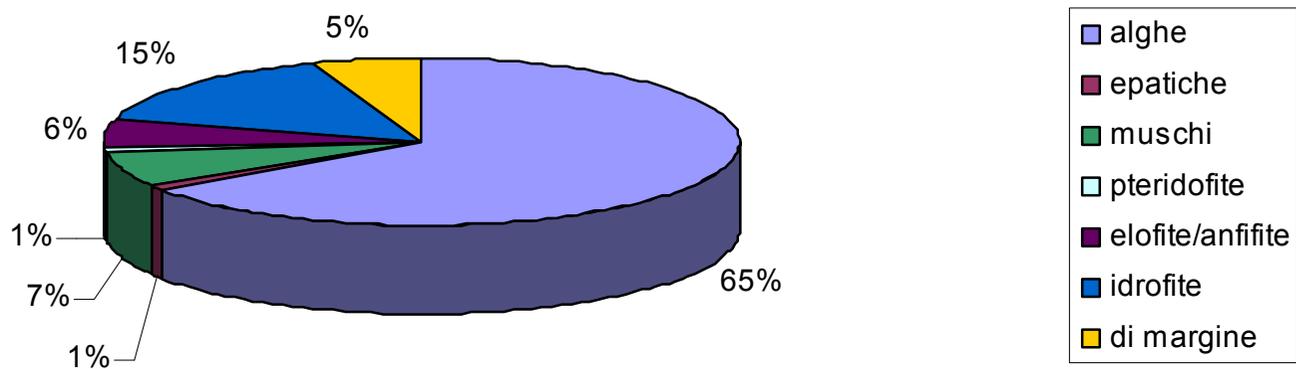


Emilia Romagna

Frequenze percentuali gruppi dettaglio

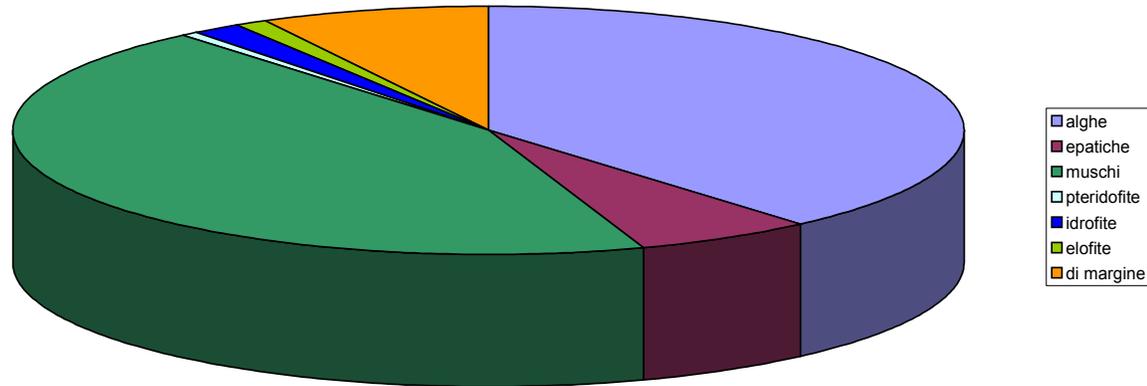


Abbondanze percentuali gruppi dettaglio

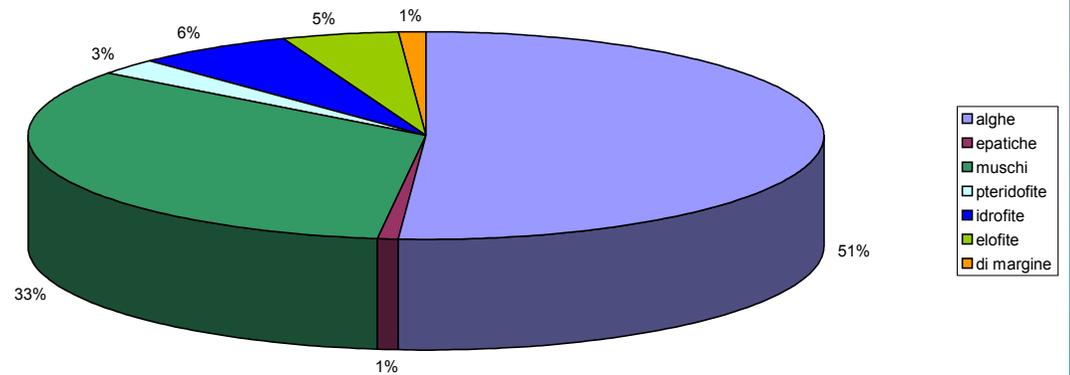


Valle d'Aosta

frequenze % dettaglio fanerogame

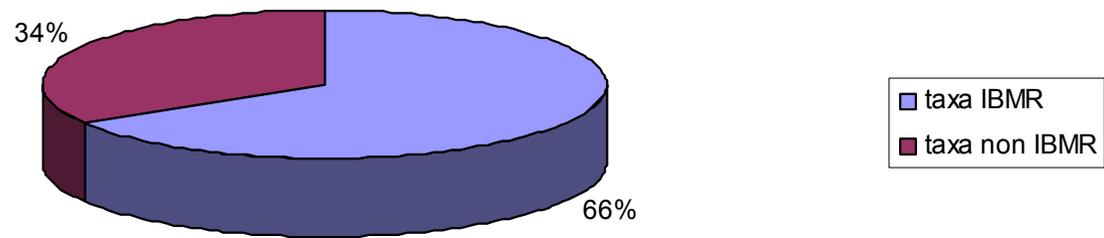


abbondanze % dettaglio fanerogame

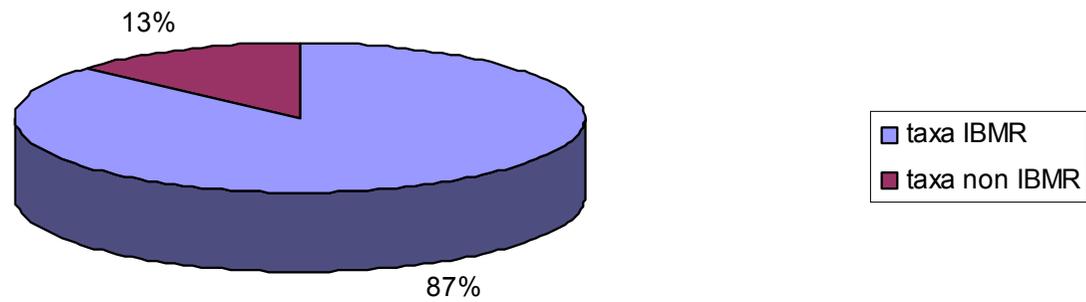


Emilia Romagna

percentuali frequenza taxa

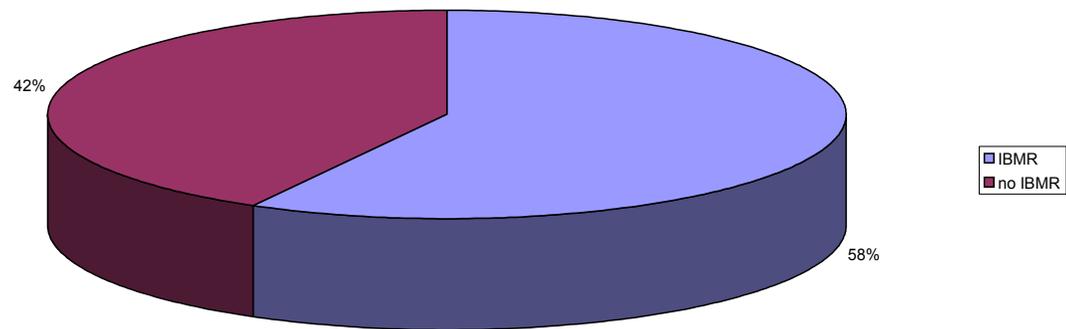


percentuali abbondanza taxa

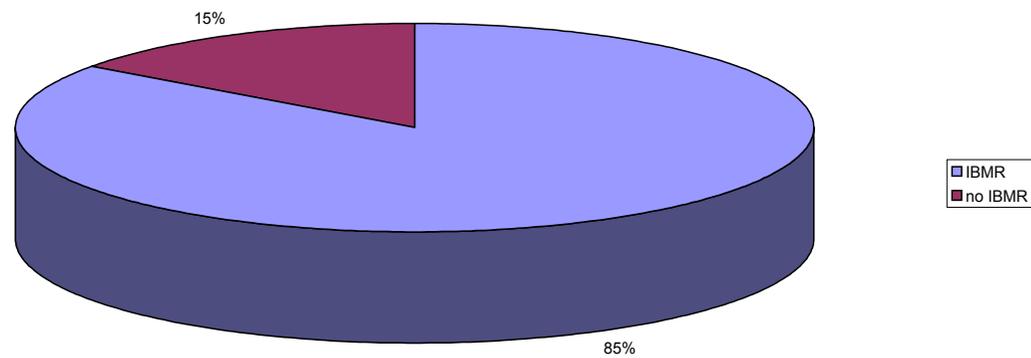


Valle d'Aosta

frequenze % IBMR/non IBMR

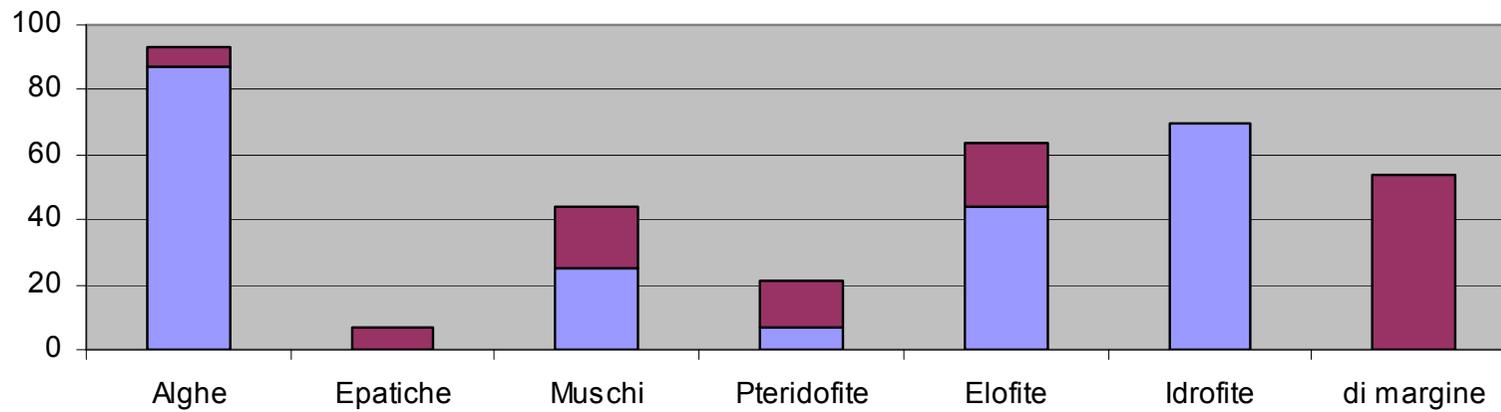


abbondanze % IBMR/non IBMR

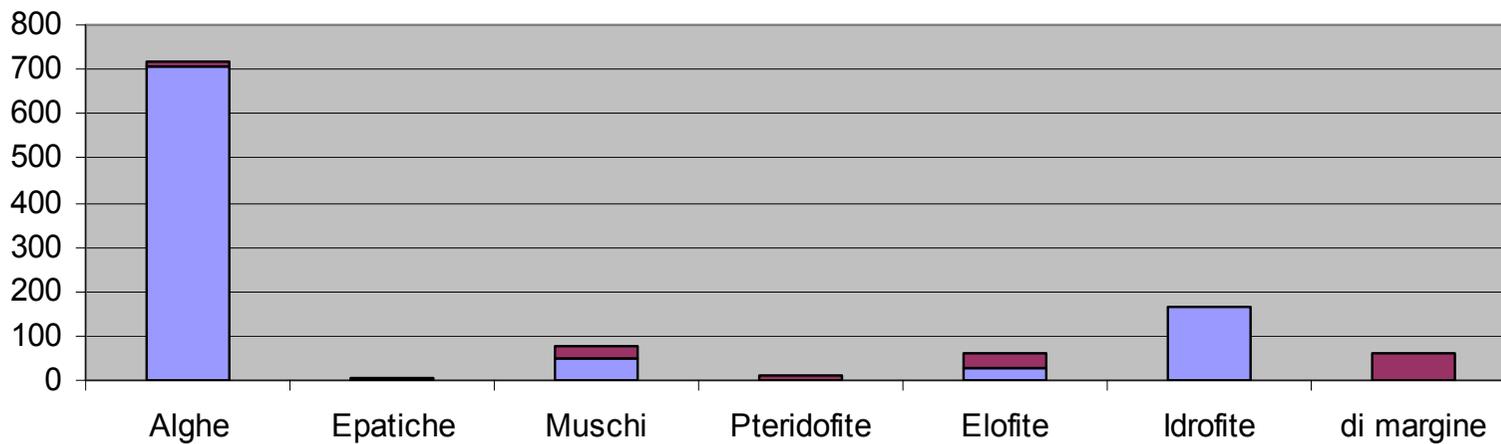


Emilia - Romagna

Distribuzione frequenze taxa IBMR/taxa non IBMR per gruppi

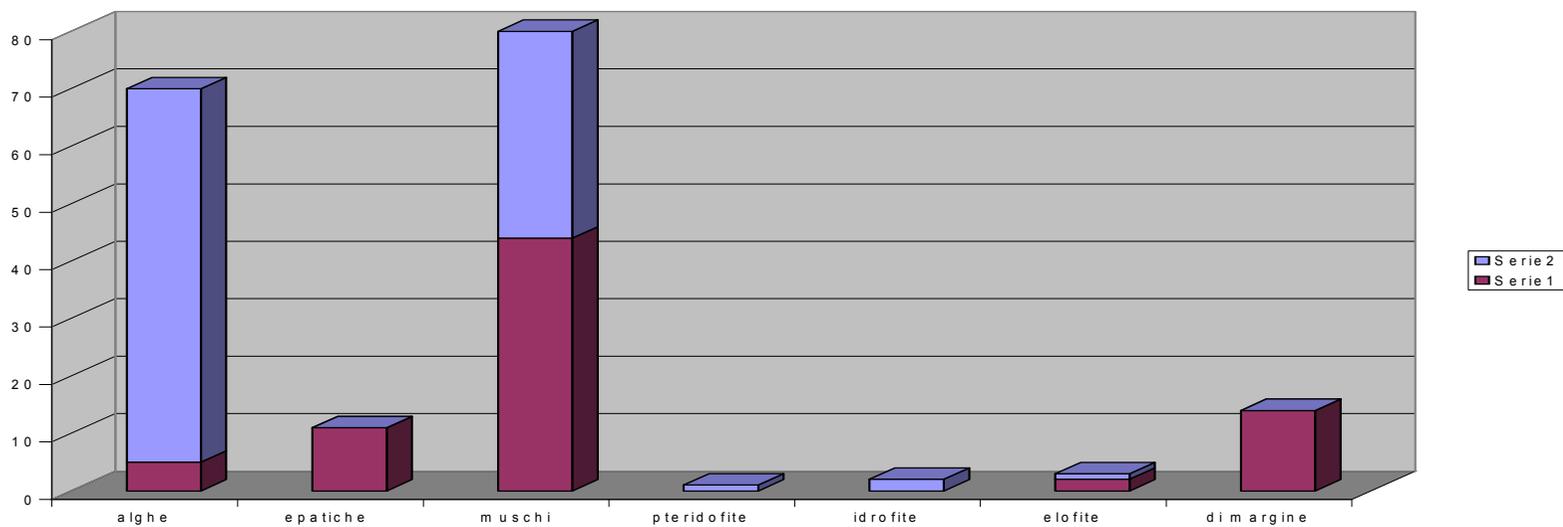


Distribuzione abbondanze taxa IBMR/taxa non IBMR per gruppi

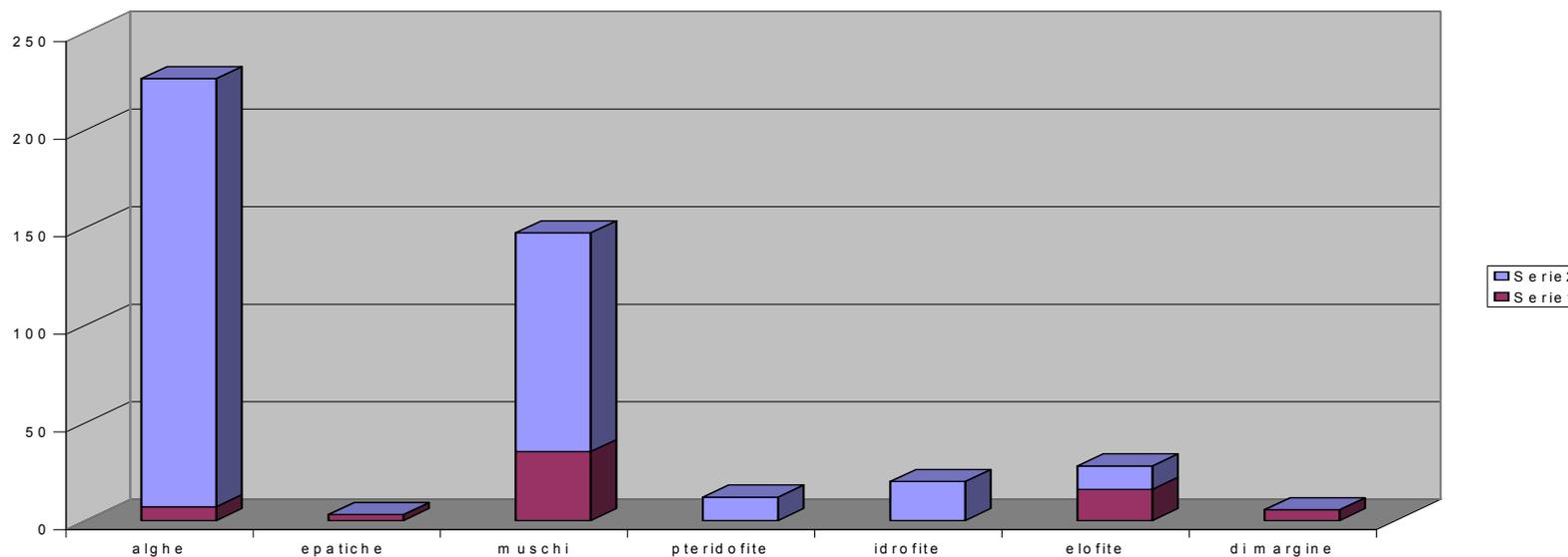


Valle d'Aosta

frequenze per gruppi IBMR/non IBMR

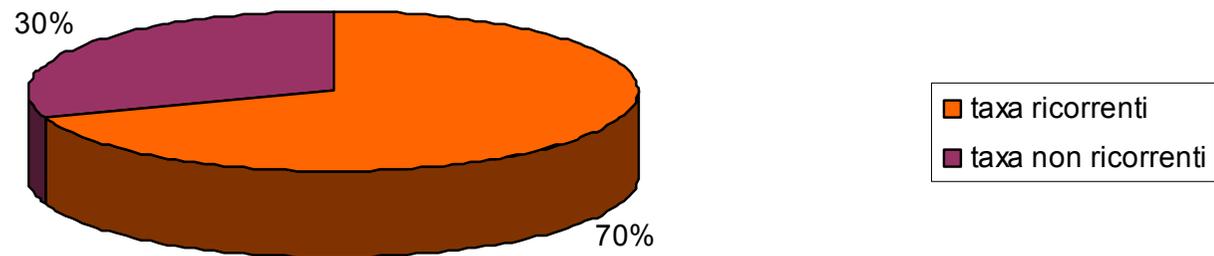


abbondanze per gruppi IBMR/non IBMR

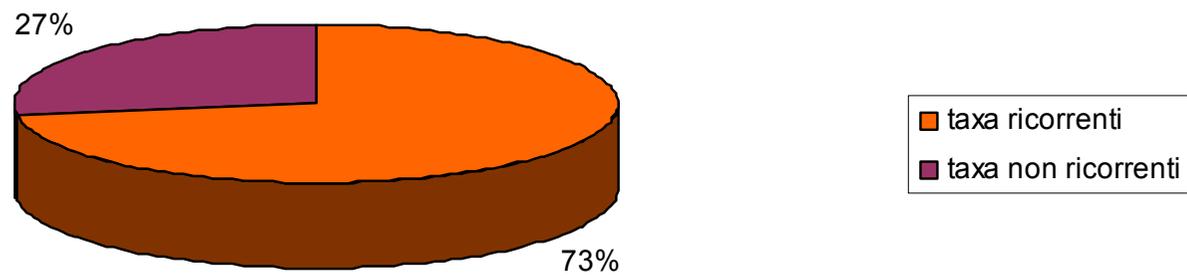


Emilia Romagna

percentuale frequenza taxa ricorrenti



percentuale abbondanza taxa ricorrenti



IBMR come indice di stato ecologico

BISOGNA PASSARE:

- ✓ Dalla scala assoluta di valutazione del livello trofico entro cui "si muove" ed entro cui consente la classificazione l'IBMR
- ✓ A modalità di valutazione dello stato trofico rilevato in rapporto allo stato trofico atteso a livello tipo specifico

A new method to assess water trophy and organic pollution - IBMR: its application to different types of river and pollution (Haury et al., 2006)

La definizione delle condizioni di riferimento

Approccio fitosociologico in termini di utilizzo della composizione di sintaxa attesi

Comunità rinvenuta in siti di riferimento "parziali" o "buoni"

Comunità rinvenuta in veri siti di riferimento (Approccio spaziale) ■

Condizioni di riferimento

Comunità caratteristica di siti in stato "di integrità" compromessa a diverso stadio

Analisi delle pressioni

Dati derivanti da altri BQE

Idroecoregioni	
Cod_	Denominazione
1	Alpi Occidentali
2	Prealpi_Dolomiti
3	Alpi Centro-Orientali
4	Alpi Meridionali
5	Monferrato
6	Pianura Padana
7	Carso
8	Appennino Piemontese
9	Alpi Mediterranee
10	Appennino Settentrionale
11	Toscana
12	Costa Adriatica
13	Appennino Centrale
14	Roma_Viterbese
15	Basso Lazio
14	Vesuvio
16	Basilicata_Tavoliere
17	Puglia_Carsica
18	Appennino Meridionale
19	Calabria_Nebrodi
20	Sicilia
21	Sardegna



La definizione dei macrotipi

L'obiettivo è quello di effettuare una individuazione di condizioni di riferimento tipo specifiche accorpando le diverse tipologie in gruppi di macrotipi che, rispetto alla comunità indagata, presentino significativa uniformità

In funzione di evidenze quali:

- ✓ significativa costanza biogeografica delle comunità
- ✓ necessità di semplificazione nel processo di ricerca delle comunità di riferimento
 - la tipizzazione è fatta su base abiotica ma deve essere funzionale allo studio e classificazione delle comunità
- ✓ approccio simile in molti altri paesi europei

3 aree geografiche

21 idroecoregioni

13 macrotipi

ALPINA

HER 1,2,3,4 (ambiti montani

h>400 m)

CENTRALE

HER 1,2,3,4,5,7 (ambiti collinari
e di pianura)

HER 6 pianura padana a nord
del Po (e Tanaro)

MEDITERRANEA

HER

8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,
18,19,20,21

Suddivisa in

Ambito centro-meridionale

8,9,10,11,13,14,15

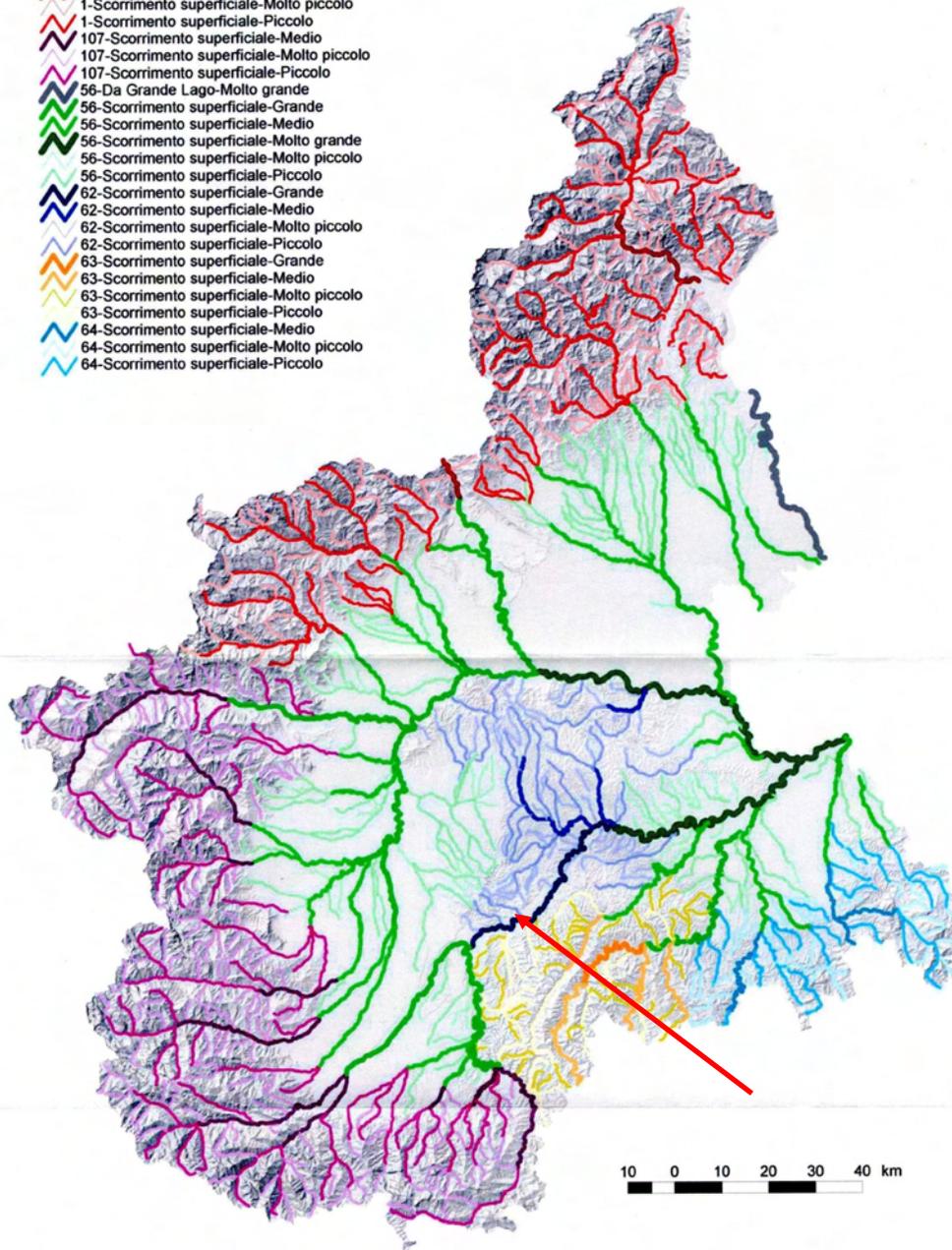
Ambito sud-meridionale

12,16,17,18,19,20,21



Tipizzazione corsi d'acqua

- 1-Scorrimento superficiale-Grande
- 1-Scorrimento superficiale-Medio
- 1-Scorrimento superficiale-Molto piccolo
- 1-Scorrimento superficiale-Piccolo
- 107-Scorrimento superficiale-Medio
- 107-Scorrimento superficiale-Molto piccolo
- 107-Scorrimento superficiale-Piccolo
- 56-Da Grande Lago-Molto grande
- 56-Scorrimento superficiale-Grande
- 56-Scorrimento superficiale-Medio
- 56-Scorrimento superficiale-Molto grande
- 56-Scorrimento superficiale-Molto piccolo
- 56-Scorrimento superficiale-Piccolo
- 62-Scorrimento superficiale-Grande
- 62-Scorrimento superficiale-Medio
- 62-Scorrimento superficiale-Molto piccolo
- 62-Scorrimento superficiale-Piccolo
- 63-Scorrimento superficiale-Grande
- 63-Scorrimento superficiale-Medio
- 63-Scorrimento superficiale-Molto piccolo
- 63-Scorrimento superficiale-Piccolo
- 64-Scorrimento superficiale-Medio
- 64-Scorrimento superficiale-Molto piccolo
- 64-Scorrimento superficiale-Piccolo



Hp di limite di maggior dettaglio per definire ambito a nord ed a sud del Po è l'adozione dell'asse Tanaro - Po ascrivendo il Tanaro ed il Po stessi all'area geografica Centrale

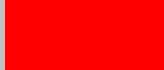
Area Geografica	Macrotipi fluviali per le macrofite	Descrizione dei macrotipi fluviali	IBMR di riferimento
Alpina	Aa	Molto piccoli e piccoli nelle Idroecoregioni Alpine (1,2,3,4)	14,5
	Ab	Medi nelle Idroecoregioni Alpine (1,2,3,4)	14
Centrale	Ca	Molto piccoli e piccoli nelle aree collinari e di pianura nelle Idroecoregioni Alpine (1,2,3,4), nelle Idroecoregioni 5 e 7 e nella porzione a nord del Po della Pianura Padana (6).	12,5
	Cb	Medi nelle aree collinari e di pianura nelle Idroecoregioni Alpine (1,2,3,4), nelle Idroecoregioni 5 e 7 e nella porzione a nord del Po della Pianura Padana (6).	11,5
	Cc	Grandi e molto grandi nelle aree collinari e di pianura nelle Idroecoregioni Alpine (1,2,3,4), nelle Idroecoregioni 5 e 7 e nella porzione a nord del Po della Pianura Padana (6).	10,5
Mediterranea	Ma	Perenni molto piccoli e piccoli nella pianura Padana (6) a sud del Po e di tutte le Idroecoregioni mediterranee (8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21)	12,5
	Mb	Perenni medi e grandi di pianura nella pianura Padana (6) a sud del Po e delle Idroecoregioni mediterranee (8, 9, 10, 11, 13, 14, 15)	10,5
	Mc	Perenni medi e grandi delle Idroecoregioni mediterranee (12, 16, 17, 18, 19, 20, 21)	10
	Md	Perenni molto grandi di pianura nella pianura Padana (6) a sud del Po e delle Idroecoregioni mediterranee (8, 9, 10, 11, 13, 14, 15)	10,5
	Me	Perenni molto grandi delle Idroecoregioni mediterranee (12, 16, 17, 18, 19, 20, 21)	10
	Mf	Perenni medi di montagna della pianura padana (6) a sud del Po delle Idroecoregioni mediterranee (8, 9, 10, 11, 13, 14, 15)	11,5
	Mg	Perenni medi di montagna delle Idroecoregioni mediterranee (12, 16, 17, 18, 19, 20, 21)	11

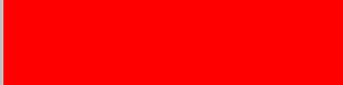
La definizione dei limiti per le classi di stato ecologico

I limiti sono stati identificati a partire da dati appartenenti a tutti i livelli di qualità valutati sulla base di dati di pressione e di dati relativi ad altri BQE (valutazione esperta)

Area Geografica	Boundary			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
Alpina	0,85	0,7	0,6	0,5
Centrale	0,9	0,8	0,65	0,5
Mediterranea	0,9	0,8	0,65	0,5

La corretta valutazione dell'IBMR atteso consente di utilizzare l'IBMR come indice di stato ecologico valutando lo stato ecologico in termini di distanza dallo stato trofico atteso

IBMR > 14	trofia molto lieve	
12 < IBMR ≤ 14	trofia lieve	
10 < IBMR ≤ 12	trofia media	
8 < IBMR ≤ 10	trofia elevata	
IBMR ≤ 8	trofia molto elevata	

EQR > 0,85	stato ecologico elevato	
0,7 < EQR ≤ 0,85	stato ecologico buono	
0,6 < EQR ≤ 0,7	stato ecologico sufficiente	
0,5 < EQR ≤ 0,6	stato ecologico scarso	
EQR ≤ 0,5	stato ecologico cattivo	

Passi successivi 2010-2013



Estendere il monitoraggio

Definizione delle problematiche di campionamento,
di valutazione in casi particolari

Validazione dei macrotipi e dei valori di riferimento individuati

Definizione dell'IBMR per corsi d'acqua intermittenti

Costruzione di nuovi strumenti per la determinazione

Definizione di metriche aggiuntive (oltre l'IBMR) per la valutazione della
comunità

- Copertura di specie aliene
- Diversità
- Presenza/assenza ed abbondanza delle diverse tipologie funzionali
- Cenosi attese a scala di mesohabitat

**Allo scopo di utilizzare pienamente il contenuto informativo insito
nella comunità**

La nostra applicazione in Java - MaX

Risultato relativo al calcolo dell'Indice IBMR:
IBMR e relativo livello trofico
numero dei taxa determinanti e loro % totale di copertura assoluta
IBMR di riferimento rispetto all'area geografica e al macrotipo corrente
EQR
stato ecologico

Una legenda cromatica fornisce un'immediata comprensione del risultato

Risultato calcolo indici per il record 'Predosa'

IBMR:	10.4	Area geografica:	Mediterranea	EQR:	0.9
Livello trofico:	Trofia media	Macrotipo:	Mf	Stato ecologico:	Elevato
Taxa determinanti:	3 (3 in totale)	IBMR di riferimento:	11.5		
Copertura determinanti (%):	47.5				

Legenda indici

IBMR > 14 Trofia molto lieve	■	EQR > 0,85 Stato ecologico elevato	■
12 < IBMR < 14 Trofia lieve	■	0,7 < EQR < 0,85 Stato ecologico buono	■
10 < IBMR < 12 Trofia media	■	0,6 < EQR < 0,7 Stato ecologico sufficiente	■
8 < IBMR < 10 Trofia elevata	■	0,5 < EQR < 0,6 Stato ecologico scarso	■
IBMR < 8 Trofia molto elevata	■	EQR < 0,5 Stato ecologico cattivo	■

Nuovi strumenti per facilitare la determinazione

2 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |

Strobili acuti



12. Piante come *Urtica dioica* oppure *Urtica dioica* o *Urtica dioica* 13

13. (O.M.) Foglie pinnate disartate 49
(O.M.) Foglie connate 13

13. (O.M.) Capsule più o meno globose o subglobose, qualche volta; piante non effimere, o se piante effimere con *capite* (= fortemente curvato male come il collo di un'cipria) 107

Capsula peltata



Capsule di forma variata ma non globose o subglobose, o se globose, piante effimere e con diritte, oppure capsule ascute

N.B.: scegliere questa opzione nel caso in cui non ci siano capsule nel campione

14. Foglie con filamento lamelle sul lato inferiore (= superficie ventrale o superiore) della nervatura, alcune in la parte superiore della foglia

(O.M.) Puntine attaccate all'elemento della foglia rispetto all'asse, la superficie di osservazione con quella rivolta verso l'alto del gambo; nel caso di una lamina di dimensioni troppo piccole per essere osservate, l'osservazione dell'intero gambo è di aiuto

15. Foglie pinnate di lamelle e filamenti sul lato inferiore

15. Foglie pinnate o bipinnate, qualche volta

(O.M.) Osservare una lamina della foglia rispetto all'asse, la superficie di osservazione con quella rivolta verso l'alto del gambo; nel caso di una lamina di dimensioni troppo piccole per essere osservate, l'osservazione dell'intero gambo è di aiuto

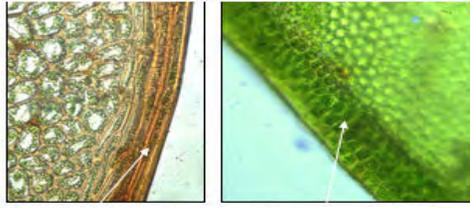
lamina fogliare e la parte pari loro essere verso il basso con la periferia rivolta... Le foglie ricurve come se le foglie fossero curvate verso il basso.



(O.M.) Foglie da appressate e emarginate (= se appressate come le foglie di un tiglio) e riflesse ma non appressate, qualche volta

14. Margine fogliare delimitato da un bordo di cellule strette o da una fascia marginale *epidermica*

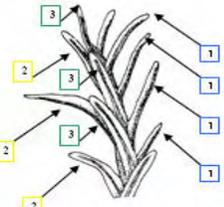
(O.M.) Lungo il margine fogliare e presente un bordo differenziato rispetto all'asse della lamina fogliare, il bordo può essere costituito da una o più file di cellule più strette o lunghe, differenziate per forma e dimensione dalla altre cellule della foglia, oppure da punte di cellule simili a quelle delle lamina variabili come una fascia marginale di cellule più strette rispetto a quelle delle lamina fogliare



17. Foglie non bordate, prive di fasce marginali *epidermiche* e differenziate

17. Piante minute, alte fino a 2 (-3) dm, o se più alte, foglie nettamente trifide (= divise in 3 file) (O.M.) la fogliola con la parte approssimativamente una terza della parte inferiore della foglia formata da 3 file ricurve; piante raramente formanti ruffi latti o poco fitti sporelli generalmente passanti (eccetto in *Urtica dioica*)

18. Piante da molte piccole a grandi foglie non trifide, le tante le loro vari sporelli passanti o no



18. Piante terrene, effimere e di breve vita, spendole e già passanti; sporelli solitamente passanti

19. (O.M.) Nervatura *peristoma* in una punta più alta o più bassa della foglia, alcune qualche volta, lanceolate qualche ascute

(O.M.) la nervatura ricurve - *peristoma* - fuori della lamina fogliare formata da una serie di *peristoma* più o meno lunghe oppure la lamina fogliare qualche volta formata da una serie di *peristoma*



10 | 11 | 12

regno | Forme | 7/87 | A | Ri | Col | REG | REV | EST | SSC | Italiano (It)

Nuovi strumenti per facilitare la determinazione

I due generi, però, possono essere facilmente distinti sulla base di alcuni caratteri:

- *Zannichellia* ha le foglie disposte in verticilli di 3 (Fig. 5, Fig. 6), mentre *Potamogeton* ha foglie alterne (al più sono opposte quelle immediatamente sottostanti un'infiorescenza).
- *Zannichellia* ha generalmente foglie più corte e strette, nelle quali è poco distinguibile la presenza di una nervatura centrale e sono assenti quelle laterali (Fig. 7).
- *Zannichellia* ha stipole più corte e "lasse".
- È frequente trovare nei campioni di *Zannichellia* fiori e frutti all'ascella delle foglie; questi sono inconfondibili (Fig. 8).



Figura 5, Figura 6. Particolari di fusti di *Zannichellia*, sono ben visibili i verticilli di 3 foglie, le caratteristiche dei fiori e la presenza di stipole "lasse".

grazie !

