

Roma 20 maggio 2010

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

Stato dell'arte e sviluppi

*Maria Rita Minciardi*

ENEA

Centro Ricerche ENEA Saluggia (VC)

# Le macrofite acquatiche

Gruppo formato da numerose specie vegetali che hanno in comune le dimensioni macroscopiche e l'essere rinvenibili, sia nell'acqua sia in prossimità di essa, in corrispondenza di acque dolci superficiali.

Comprendono:

- molte fanerogame erbacee
- un piccolo contingente di pteridofite
- numerose briofite
- numerose alghe formanti aggregati macroscopicamente visibili

"Guidance Standard for the surveying of aquatic macrophyte in running water - EN 14184"



# Efficienza delle macrofite come comunità bioindicatrice

## Macrofite come indicatori ecosistemici

La Direttiva 2000/60/CE non sancisce solo la centralità della componente biologica:

- ✓ bioindicazione al centro del processo di valutazione e classificazione

ma sposta anche l'attenzione dall'acqua all'ecosistema fluviale:

- ✓ valutazione di diverse comunità a diverse livelli delle catene trofiche
- ✓ centralità della valutazione prioritaria dell'integrità delle comunità (valutazione della distanza dalla comunità di riferimento)

In questo quadro di riferimento i "limiti" della comunità a macrofite diventano **punti di forza**

# Efficienza delle macrofite come comunità bioindicatrice



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

# Efficienza delle macrofite come comunità bioindicatrice



Capacità di rendere immediatamente evidente 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

Comunità "ombrello" ed "arca" che fornisce dati integrati sull'ecosistema fluviale



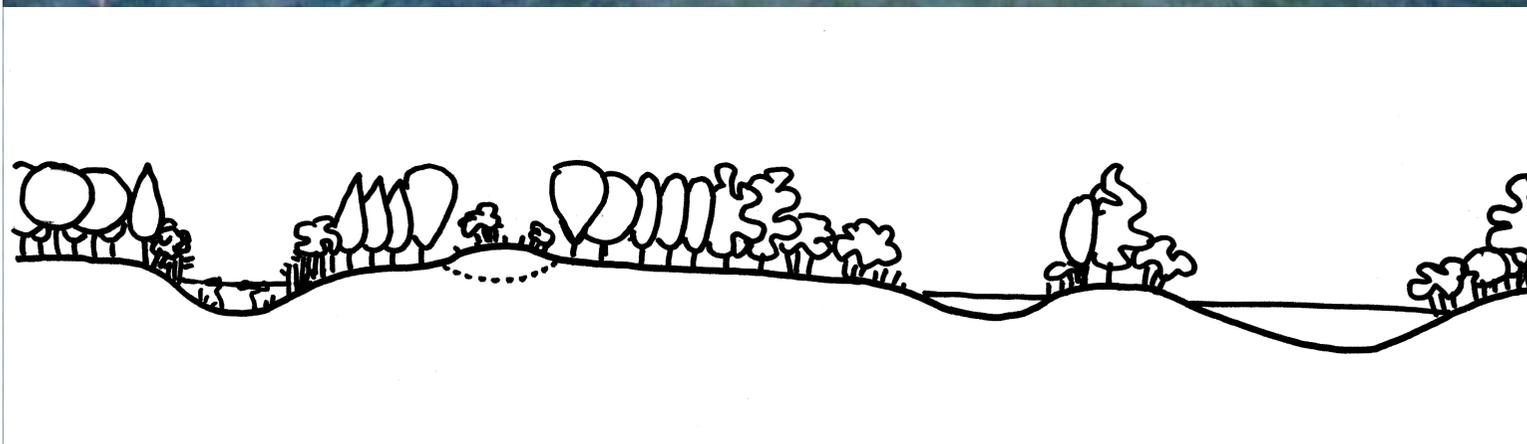
# Efficienza delle macrofite come comunità bioindicatrice



Comunità fortemente connessa con le comunità riparie

✓ zona sopra-acquatica

✓ porzioni lentiche nella zona riparia



## Diffusione della comunità nei corsi d'acqua

La comunità è risultata presente in tutte le "categorie" fluviali

Può non essere presente, però, in porzioni particolari:

- ✓ per ragioni fisiologiche - ad esempio in forre rocciose
- ✓ per alterazione antropica - ad esempio banalizzazione/distruzione delle porzioni lentamente fluenti dei corsi d'acqua pedemontani e planiziali

Alcune categorie fluviali sono comunque problematiche :

- ✓ corsi d'acqua molto piccoli e piccoli glaciali  
*tali ambiti sono problematici per tutte le comunità bioindicatrici*

## Per poter effettuare valutazioni sulla comunità occorre definire valori soglia di copertura

- ✓ Soglia minima del 5% di copertura stazionaria
- ✓ Ma per alcuni ambiti fluviali: piccoli corsi d'acqua di pianura e porzioni lentiche o lentamente fluenti (con profondità non elevata e scarsa torbidità) soglia del 15%.



Corsi d'acqua montani

Corsi d'acqua in zona  
pedemontana - medio corso



## Corsi d'acqua planiziali





Piccoli corsi d'acqua di pianura  
Reticolo idrografico minore  
Risorgive

## RICERCHE compiute

Applicazione congiunta di:

### Indici macrofitici

Macrophyte Index Scheme MIS (Caffrey, 1987)

The Nutrient Status Order color band (Haslam, 1997)

Plant Score (Harding, 1981; 1996)

Trophic Index (Newbold & Holmes, 1987)

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

IBMR (Afnor, 2003)

Mean Trophic Rank (Newman *et al.*, 1997)

TIM (Schneider e Melzer, 2004)

Indici autoecologici (ad es. Landolt, ElleMBERG)

Rilievi fitosociologici

Indici macrobentonici

Analisi chimiche

Spesso nell'ambito di studi integrati che hanno previsto applicazione IFF e rilievo della vegetazione del corridoio fluviale

Oltre  
300  
stazioni



# 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  $\leq 3$  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  $\leq 3$  copertura  $\geq 60\%$

# 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 macrophytisque 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<sub>si</sub>)  
un valore indicatore (1,2,3) (E<sub>i</sub>)

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<sub>i</sub> 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

<b>IBMR &gt; 14</b>	<b>trofia molto lieve</b>	
<b>12 &lt; IBMR ≤ 14</b>	<b>trofia lieve</b>	
<b>10 &lt; IBMR ≤ 12</b>	<b>trofia media</b>	
<b>8 &lt; IBMR ≤ 10</b>	<b>trofia elevata</b>	
<b>IBMR ≤ 8</b>	<b>trofia molto elevata</b>	

# 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

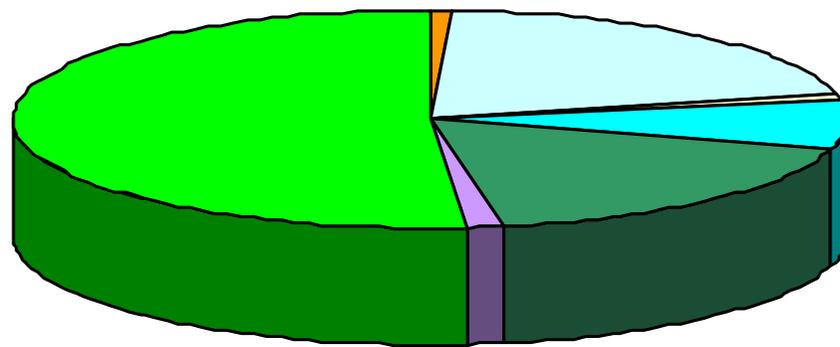
# Efficienza dell'IBMR

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



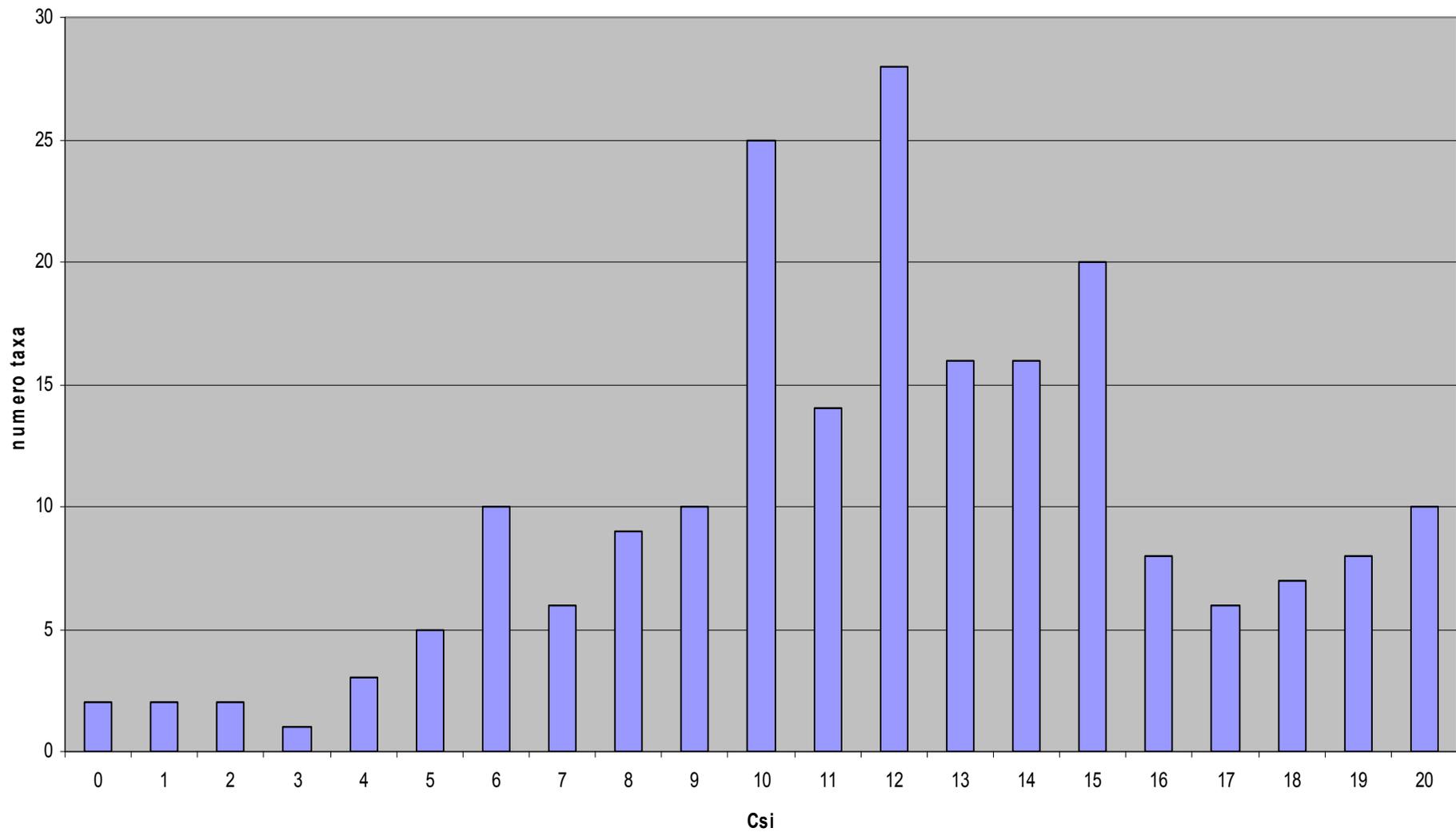
- 2 organismi eterotrofi
- 42 alghe
- 2 licheni
- 15 epatiche
- 37 muschi
- 3 pterifofite
- 107 fanerogame

## i taxa IBMR

Rispetto ai circa 450 taxa individuati quali taxa macrofitici a frequenza significativa negli ambienti acquatici i circa 200 taxa IBMR rappresentano abbastanza bene il comparto delle macrofite acquatiche italiane anche se:

- ✓ Dovrebbero essere più presenti
  - i taxa briofitici
  - i taxa elofitici
- ✓ Mancano anche alcuni taxa algali ricorrenti

# Distribuzione dei valori Csi nei taxa IBMR



## Distribuzione dei valori Csi nei taxa IBMR

Sono molti i taxa con Csi compreso tra 10 e 15

Sono in maggioranza i taxa che hanno valori di Csi elevati, ma i valori più elevati di Csi sono caratteristici di taxa abbastanza rari, tipici di ambienti decisamente oligotrofi

I valori di Csi medi coincidono:

- ✓ in alcuni casi con taxa effettivamente corrispondenti a situazioni di media trofia
- ✓ in altri casi, invece, si tratta di taxa globalmente più eurieci



# 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)*

# Le ricerche per la definizione delle condizioni di riferimento

L'individuazione delle condizioni di riferimento si è basata su

- ✓ Ricerche in siti di riferimento
- ✓ Ricerche in siti comunque ad elevata integrità
- ✓ Giudizio esperto
- ✓ Dati storici

Sono stati considerati anche dati derivanti dalla letteratura di ambito fitosociologico italiano e non

In particolare, si è iniziato a mettere in relazione le diverse comunità macrofittiche con le tipologie fluviali

# Le ricerche per la definizione delle condizioni di riferimento

La copertura geografica dei siti utilizzati per definire le condizioni di riferimento è significativamente rappresentativa dell'intero paese.

In particolare, sono frequenti i siti in Aree Protette e in Siti della Rete Natura 2000.

Regioni alpine, Pianura Padana, Regioni Appenniniche nell'Italia centrale e meridionale, ambiti pedemontani e di pianura, Sicilia.

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





## L'approccio fitosociologico

La fitosociologia studia le comunità vegetali partendo dalla constatazione che le comunità si strutturano secondo modelli prevedibili e ripetitivi in "raggruppamenti" sistematizzabili in modo gerarchico.

## La fitocenosi di riferimento

E' la comunità vegetale che si svilupperebbe in quell'habitat fisico se questo non fosse soggetto a disturbo antropico e, quindi, alterato.

## L'approccio fitosociologico

La fitosociologia ha come oggetto di indagine comunità floristicamente, fisionomicamente e ecologicamente omogenee e quindi, in genere, localizzate in aree di piccole dimensioni.

Nell'ambito dell'area interessata da un rilievo stazionale, quindi, l'approccio fitosociologico individuerà diverse facies (quanto meno le zone poste nelle vicinanze delle rive e la zona di channel, più lotica)

Questo approccio è di difficile applicazione nel quadro dell'implementazione della direttiva "Acque" perché non consente un'efficiente visione integrata a scala della stazione ma può essere, invece, nodale nella definizione di liste floristiche di riferimento a livello tipo-specifico e, quindi, nella definizione delle condizioni di riferimento

## L'approccio fitosociologico

Allo scopo di utilizzare le informazioni derivanti dalla sintassonomia italiana ed europea è stato definito un primo schema sintassonomico (a livello di alleanza) delle comunità idrofittiche ed elofittiche per il nostro paese



# La definizione delle condizioni di riferimento

Approccio  
fitosociologico in  
termini di utilizzo  
della composizione di  
syntaxa 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



# 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 basa abiotica ma deve essere funzionale allo studio e classificazione delle comunità
- ✓ approccio simile in molti altri paesi europei

Ad esempio in Germania 8  
macrotipologie

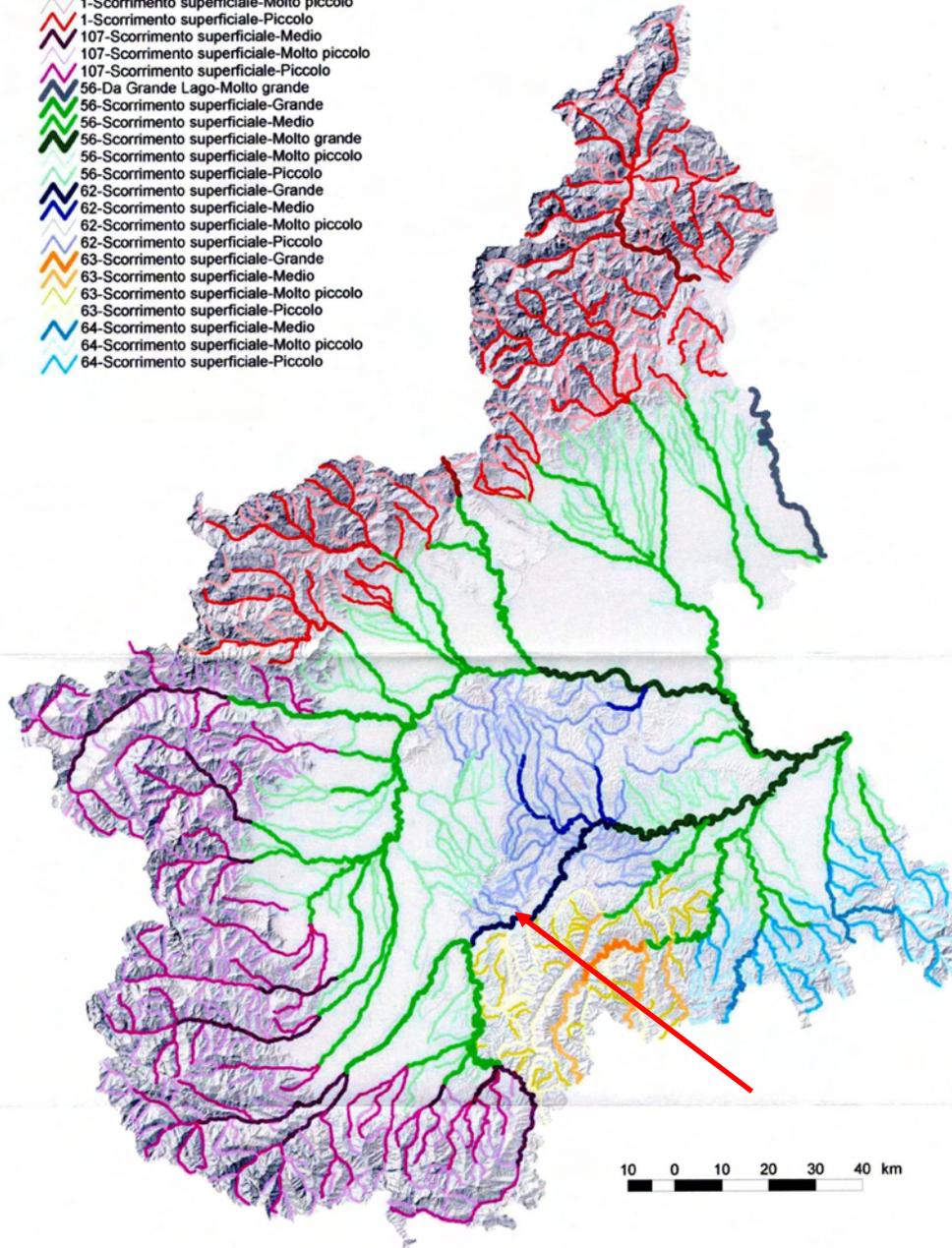
Alpine region	MP (G)*	lowland rivers in mountainous areas
Fore alpine region	MRK*	fast flowing rivers and brooks of mountainous areas (hard w.)
	MP (G)*	lowland rivers in mountainous areas
Central Mountains	MRS*	fast flowing rivers and brooks of mountainous areas (soft w.)
	Mg	big streams of mountainous areas
Lowlands of Northern	TN*	medium sized lowland rivers
	TR	fast flowing rivers and brooks
	TNg	big lowland streams

\* Macrotipologie per cui è stata individuata la comunità di riferimento anche perchè esistono siti di riferimento

<b>Area Geografica</b>	<b>Macrotipi fluviali per le macrofite</b>	<b>Descrizione dei macrotipi fluviali</b>	<b>IBMR di riferimento</b>
<b>Alpina</b>	Aa	Molto piccoli e piccoli nelle Idroecoregioni Alpine (1,2,3,4)	14,5
	Ab	Medi nelle Idroecoregioni Alpine (1,2,3,4)	14
<b>Centrale</b>	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
<b>Mediterranea</b>	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

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



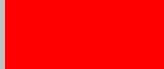
Hp di limite di maggior dettaglio per definire ambito a nord ed a sud del Po è l'adozione dell'asse Tanaro - Po ascrivendo il Tanaro ed il Po stessi all'area geografica Centrale

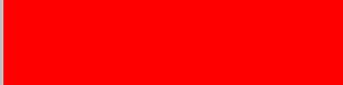
# La definizione dei limiti per le classi di stato ecologico

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	

# Il futuro



2010-2014

E' importante estendere il monitoraggio

Risolvere problematiche di campionamento, di scelta della stazione, di valutazione in casi particolari

Definizione dell'IBMR per corsi d'acqua intermittenti

Validazione dei macrotipi e dei valori di riferimento individuati

Definizione di nuovi taxa indicatori per l'IBMR

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

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

grazie !

