

## Il monitoraggio biologico

L'emanazione della direttiva quadro europea sulle acque (Water Frame Directive) ha indicato metodologie innovative per la valutazione dell'integrità degli ecosistemi. Nell'ambito dell'attuazione della direttiva europea 2000/60/CE diventano prioritari i descrittori biologici dei diversi livelli trofici dell'ecosistema (produttori primari, fitoplancton, consumatori).

La Direttiva privilegia come descrittori gli organismi viventi perché costituiscono gli indicatori più validi dello stato di salute di un corpo idrico, capaci di rispondere agli stimoli provenienti dalle componenti abiotica e biotica e modificare le proprie comunità in risposta ad alterazioni ambientali.

Gli indicatori biologici (fitobenthos, macrofite acquatiche, macrozoobenthos, fauna ittica) possono descrivere le condizioni di un corpo idrico, poiché le comunità animali e vegetali mantengono una memoria storica e integrano nello spazio i fenomeni naturali e le alterazioni degli ecosistemi. Inoltre gli indicatori biologici possono rivelare fenomeni di sinergia (diverse sostanze possono risultare più pericolose se sono simultaneamente presenti nelle acque) o di antagonismo.

Inoltre, comunità biotiche animali e vegetali ben strutturate, in equilibrio nei rapporti reciproci di abbondanza e nella composizione, garantiscono un ecosistema robusto, resiliente, che si conserva più agevolmente in risposta a vari tipi di perturbazione buone caratteristiche chimico-fisiche e capacità di autodepurazione.

Successivamente all'adozione del D.Lgs.152/2006, ai fini dell'attuazione del sistema di valutazione dello Stato delle acque, sono state introdotte diverse norme tecniche tra le quali:

- D.M. 131/2008: Caratterizzazione dei corpi idrici
- D.M. 56/2009: Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento
- D. M. 260/2010: Classificazione dello stato dei corpi idrici.
- D.M. 156/2013: Regolamento recante i criteri tecnici per l'identificazione dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati per le acque fluviali e lacustri, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152.
- D.D. STA\_MATTM 341/2016: Classificazione del potenziale ecologico per i corpi idrici fortemente modificati e artificiali fluviali e lacustri.

## Stato ecologico e sistemi di riferimento

Nel Decreto ministeriale n° 260 del 2010 *“Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali”* vengono dettate le modalità di classificazione dello stato ecologico per le varie categorie di corpi idrici: fiumi, laghi, acque marino costiere e di transizione. La classificazione deve essere effettuata sulla base della valutazione degli *elementi di qualità biologica* (EQB), degli elementi di

qualità fisico-chimici e idro-morfologici a sostegno degli EQB, delle condizioni morfologiche, degli elementi chimici (inquinanti specifici).

Per ciascuno degli elementi di qualità sopracitati, lo stato di qualità viene distinto in diverse categorie di qualità identificate come stato *elevato*, *buono*, *sufficiente*, *scarso* e *cattivo*.

La classificazione si effettua sulla base del valore di *Rapporto di Qualità Ecologica (EQR)*, ossia del rapporto tra valore del parametro biologico osservato e valore dello stesso parametro, corrispondente alle condizioni di riferimento per il “tipo” di corpo idrico in osservazione nella totale assenza o lieve presenza di impatti. Pertanto, la classificazione degli elementi biologici deve tener conto del “tipo” di corpo idrico e delle relative condizioni di riferimento tipo-specifiche.

I valori dell'indice sono convertiti in RQE (Rapporto di qualità ecologica) cioè sono espressi come rapporto tra il valore che l'indice assume nel sito di monitoraggio e un valore di riferimento tipo-specifico caratteristico di ambiente scarsamente o per nulla alterati. In base ai valori di RQE ottenuti i corpi idrici sono classificati in cinque classi di qualità alle quali vengono assegnati cinque colori convenzionali

Classe di qualità	Colore convenzionale
Elevato	Blu
Buono	Verde
Sufficiente	Giallo
Scarso	Arancione
Cattivo	Rosso

Per quanto riguarda il monitoraggio eseguito nella nostra regione, l'utilizzo del triennio 2015-2017 e la ridefinizione dello stato ambientale e della rete a fine primo sessennio, realizzata per il reporting europeo WFD a livello distrettuale, ha comportato uno sfasamento delle pianificazioni del monitoraggio, concordato a livello regionale solo a fine 2016: il risultato è stato che negli anni 2015-2016 la tipologia di monitoraggio sia rimasta quella del ciclo precedente, ed il cambiamento per il secondo sessennio, sulla base dello stato ambientale risultante e delle pressioni sia partito soltanto dal 2017.

La valutazione intermedia sul triennio degli indici biologici per talune stazioni risulta quindi disarticolata, a cavallo tra monitoraggio di sorveglianza e monitoraggio operativo, a secondo della variazione migliorativa o peggiorativa del risultato ecologico ottenuto a fine 2015 (rispetto all'ipotesi pressioni/impatti originaria fatta propria dalla DGR 44/2013 della Regione Lazio)

## Corpi idrici artificiali e fortemente modificati

L'evoluzione normativa ed il reporting europeo hanno portato a definire la metodologia per la classificazione dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati (AWB ed HMWB).

Per questi 32 corpi idrici fluviali in prima fase dichiarati da sottoporre alla procedura del DM 156/2013 si desume che il solo indicatore da attivare per definire il potenziale ecologico diversamente dallo stato ecologico naturale sia rappresentato dai macroinvertebrati bentonici (STAR\_ICMI).

Non disponendo del quadro delle alterazioni significative agenti sui corpi idrici fluviali AWB/HMWB, non è stato possibile calcolare il loro potenziale ecologico.

Tutti gli indici biotici sono pertanto riportati nella relazione come indici di stato naturale: questo potrà comportare un cambiamento da stato ecologico a potenziale ecologico, una volta applicato l'indice specifico per il macrobenthos, variazione che non potrà essere peggiorativa in quanto il potenziale riconosce obiettivi meno stringenti e soglie di classe di qualità più basse.

## Le componenti biotiche dell'ecosistema acquatico

Le comunità delle acque correnti sono caratterizzate dalla predominanza di organismi bentonici a differenza di quanto accade nella comunità di acqua lentiche dove invece sono ben rappresentate le forme planctoniche.

### I macroinvertebrati bentonici

I macroinvertebrati di acqua corrente sono organismi con taglia superiore al millimetro che vivono sui substrati disponibili usando meccanismi di adattamento che li rendono capaci di resistere alla corrente. Appartengono principalmente ai seguenti gruppi: insetti, crostacei, molluschi, irudinei, tricladi, oligocheti. I macroinvertebrati bentonici occupano tutti i livelli dei consumatori nella struttura trofica degli ambienti di acque correnti (erbivori, carnivori e detritivori).

Nel processo di trasferimento e di elaborazione della materia organica presente in un corso d'acqua, gli invertebrati bentonici hanno il duplice ruolo di un consumo diretto (alimentazione e respirazione) e di una frantumazione del particolato in sostanze più facilmente assimilabili dalla componente batterica. A loro volta i macroinvertebrati costituiscono l'alimento preferenziale per numerose specie di pesci.

Il complesso di attività trofiche che si svolge in un corso d'acqua contribuisce a mantenere o a riportare l'ambiente allo stato di efficienza metabolica caratteristico per quella tipologia fluviale svolgendo una funzione "depurante". Quindi, una comunità macrobentonica diversificata, essendo capace di sfruttare più efficacemente l'intera gamma di apporti alimentari e di adattarsi meglio alle loro variazioni temporali, garantisce una buona efficienza depurativa.

La composizione "attesa" o ottimale della comunità dei macroinvertebrati corrisponde a quella che, in condizioni di buona efficienza dell'ecosistema, dovrebbe colonizzare quella determinata tipologia fluviale.

Oltre all'inquinamento idrico, anche le alterazioni della componente abiotica di un ecosistema fluviale inducono una banalizzazione ed un'alterazione delle comunità macrobentoniche, poiché i diversi organismi sono adattati, sia dal punto di vista comportamentale che morfologico, a microhabitat diversi. Natura del substrato, velocità di corrente (tipo di flusso) sono, ad esempio, tra i principali fattori fisici determinanti la distribuzione dei macroinvertebrati nelle acque correnti.

I macroinvertebrati bentonici presentano caratteristiche che li rendono dei buoni indicatori dello stato di qualità delle acque in quanto sono facilmente campionabili ed identificabili ed hanno un ciclo vitale abbastanza lungo che permette di rilevare impatti minimi protratti nel tempo. I diversi gruppi presentano

differenti sensibilità all'inquinamento e diversi ruoli trofici, sono abbastanza stabili e poco mobili, rivelando quindi rapidamente eventuali alterazioni dell'ambiente.

## Descrizione del metodo di campionamento dei macroinvertebrati e calcolo dell'indice STAR\_ICMi

Esistono numerosi metodi di bioindicazione basati sulla componente macrobentonica. È stato introdotto nella normativa italiana di riferimento con il D.Lgs. 152/2006 un metodo in grado di soddisfare i requisiti richiesti della Direttiva europea.

Il metodo di campionamento utilizzato è di tipo *multihabitat* proporzionale. Ciò significa che il prelievo di macroinvertebrati avviene su una porzione del corso d'acqua proporzionalmente alla percentuale di microhabitat presenti nel tratto campionato: ogni campione prelevato è costituito da 10 repliche distribuite proporzionalmente tra i microhabitat e le tipologie di flusso. Lo strumento utilizzato per il campionamento è un retino di tipo "Surber". La determinazione dei taxa ed il relativo conteggio vengono effettuati a livello di famiglia. Inizia in campo e viene completata in laboratorio qualora per l'identificazione sia necessario ricorrere all'ausilio dei microscopi.

Al termine vengono compilate le liste faunistiche con le abbondanze dei taxa rilevati.

Il decreto attuativo 8 novembre 2010 n. 260 recante "criteri tecnici per la classificazione dei corpi idrici superficiali per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152, recante "norme in materia ambientale" prevede, relativamente alla comunità macrobentonica, l'utilizzo del sistema di classificazione MacrOper, basato sul calcolo dell'indice multimetrico StarICMI che si basa sull'analisi della struttura della comunità di macroinvertebrati bentonici. È un indice multimetrico che combina 6 metriche che descrivono i principali aspetti su cui la 2000/60/CE pone l'attenzione (abbondanza, tolleranza/sensibilità, ricchezza/diversità).

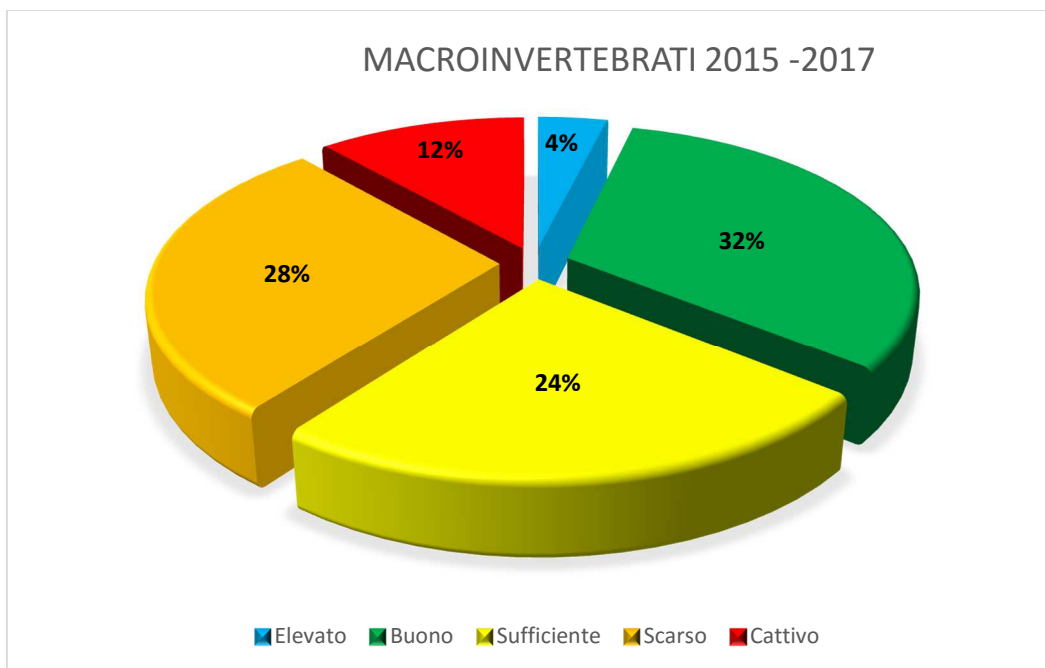
I valori dell'indice sono convertiti in RQE (Rapporto di qualità ecologica) cioè sono espressi come rapporto tra il valore che l'indice assume nel sito di monitoraggio e un valore di riferimento tipo-specifico caratteristico di ambiente scarsamente o per nulla alterati.

In base ai valori di RQE ottenuti l'indice STAR\_ICMi, consente di classificare i corpi idrici in cinque classi di qualità alle quali vengono assegnati cinque colori convenzionali.

## Il monitoraggio dei macroinvertebrati bentonici nella regione Lazio

Nel grafico successivo si mostra la distribuzione percentuale delle classi di qualità riscontrate, per l'elemento di qualità biologica *Macroinvertebrati*, relativa al numero di corpi idrici monitorati.

**FIGURA 1 - MACROINVERTEBRATI DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE CLASSI DI QUALITÀ (NUMERO DI CORPI IDRICI)**



## Le diatomee bentoniche

Le Diatomee sono alghe unicellulari silicee, eucariotiche, generalmente delle dimensioni di pochi  $\mu\text{m}$ . Comprendono sia forme isolate sia coloniali e annoverano organismi eucarioti ed autotrofi e rappresentano una delle principali componenti del *periphyton* acquatico.

Il carattere distintivo delle diatomee è la parete cellulare, detta frustulo, composta principalmente da silice amorfa idrata. Le Diatomee colonizzano, con un gran numero di specie, le acque dolci (sorgenti, ruscelli, torrenti, fiumi, laghi, paludi, torbiere, ecc.), le acque salmastre e quelle salate. Possono essere suddivise, in base all'habitat, in due principali categorie: bentoniche e planctoniche. Le Diatomee bentoniche sono quelle che vivono aderenti a vari substrati.

Le diatomee vengono impiegate come indicatori di qualità dei corsi d'acqua poiché le diverse specie presentano limiti di tolleranza differenziati rispetto alle condizioni dell'ambiente acquatico, quali la concentrazione di nutrienti, l'inquinamento organico e il pH. Variazioni di temperatura, salinità, ossigeno disciolto, velocità di corrente e sostanza organica caratterizzano infatti la loro ecologia e determinano la distribuzione ed abbondanza delle varie specie nei differenti habitat. Alcune specie hanno una tolleranza ristretta verso alcuni inquinanti, mentre altre, avendo ampio spettro di tolleranza possono essere presenti in ambienti con stato qualitativo largamente variabile.

Le comunità quindi rispondono alle variazioni dei fattori ambientali variando le specie che le compongono. Le diatomee sono considerate buone indicatrici dello stato di qualità delle acque per numerosi motivi: presentano differente grado di sensibilità agli inquinanti e sono molto reattive al variare delle condizioni

ambientali, hanno una ampia distribuzione geografica. Inoltre, possono essere fissate in preparati permanenti grazie allo scheletro siliceo ed essere agevolmente identificate.

## Descrizione del metodo di campionamento delle diatomee bentoniche e calcolo dell'indice ICMi

Per ciascuna corpo idrico, viene scelto il sito adatto ed il substrato idoneo per il campionamento: I migliori substrati per la raccolta di diatomee sono ciottoli, preferibili poiché consentono un facile prelievo e al contempo sono sufficientemente stabili per consentire la colonizzazione di un comunità rappresentativa. In assenza di ciottoli è possibile campionare substrati artificiali in situ (es. ponti, piloni ect.), macrofite sommerse o substrati artificiali deposti appositamente. Se si campiona in corsi d'acqua profondi è necessario limitare il campione alla zona eufotica cioè zona del corso illuminata dalla luce solare. Il prelievo viene effettuato con l'ausilio di uno spazzolino che raschia via le diatomee dal substrato e consente quindi di raccoglierle in un contenitore. Il campione viene fissato e successivamente preparato per l'analisi microscopica.

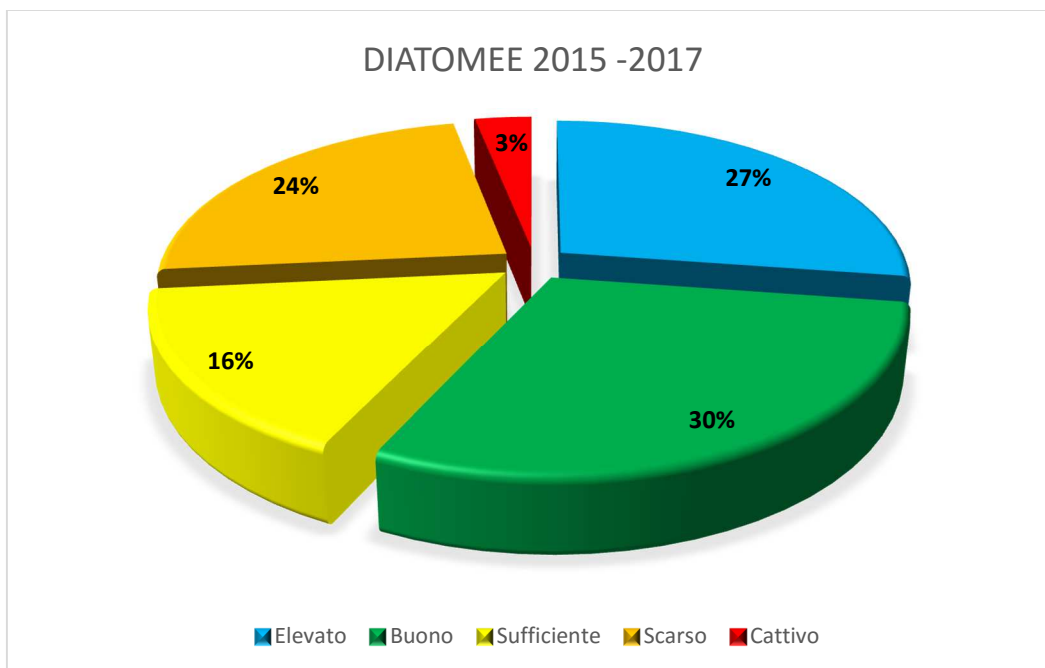
Il decreto ministeriale 8 novembre 2010 n. 260 (criteri tecnici per la classificazione dei corpi idrici superficiali per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152, recante norme in materia ambientale) prevede l'applicazione dell'indice ICMi per definire uno stato di qualità dei corpi idrici in funzione della comunità diatomica rilevata.

L'indice ICMi, indicato dalla normativa italiana, viene espresso come Rapporto di Qualità Ecologica, RQE tra i valori ricavati dal monitoraggio e quelli attesi per siti di tipologia analoga in condizioni di riferimento. L'ICMi deriva dall'Indice di Sensibilità agli Inquinanti (IPS) e dall'Indice Trofico TI. Il valore di ICMi è dato dalla media aritmetica degli RQE dei 2 indici. Il valore di RQE ottenuto permette l'attribuzione ad una delle 5 classi previste dalla normativa.

## Il monitoraggio delle diatomee bentoniche nella regione Lazio

Nel grafico successivo si mostra la distribuzione percentuale delle classi di qualità riscontrate, per l'elemento di qualità biologica *Diatomee*, relativa al numero di corpi idrici monitorati.

**FIGURA 2 –DIATOME E DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE CLASSI DI QUALITÀ (NUMERO DI CORPI IDRICI)**



## Le macrofite

Le macrofite acquatiche sono presenti in prossimità e all'interno di acque dolci superficiali (lotiche e lentiche) e comprendono un gruppo di angiosperme che raggruppa numerosi *taxa* vegetali visibili ad occhio nudo. Le macrofite possono crescere sul fondo, completamente sommerse, o parzialmente emerse lungo le sponde.

Il gruppo è costituito da numerose fanerogame (piante superiori), da pteridofite (felci ed equiseti), da numerose briofite (muschi ed epatiche) e alghe macroscopicamente visibili presenti negli ambienti acquatici, palustri e di greto che caratterizzano gli ambiti fluviali. Questo raggruppamento, piuttosto eterogeneo, definito su base funzionale, è composto da angiosperme erbacee, pteridofite, briofite e da alghe filamentose.

Luce, profondità, trasparenza, dinamismo fluviale, substrato, interagendo tra loro in maniera complessa, influenzano i popolamenti di macrofite acquatiche presenti negli ecosistemi fluviali definendone la struttura,

la composizione e l'esistenza stessa delle cenosi a macrofite. Gli adattamenti sviluppati dalle diverse specie permettono la colonizzazione di diversi habitat.

Le macrofite, molto sensibili allo stato trofico (determinato dalla concentrazione di sostanze nutritive, prevalentemente azoto e fosforo) degli ambienti, rispondono bene a diversi fattori di pressione e compromissione ambientale.

Sulla base dell'ecologia delle specie è possibile distinguere le macrofite in diversi gruppi:

- Idrofite, ovvero le macrofite realmente acquatiche. Si tratta di organismi che vivono completamente sommersi o sulla superficie dell'acqua e che comprendono alghe, briofite, pteridofite acquatiche e angiosperme acquatiche aventi gemme subacquee;
- Anfifite, cioè idrofite che possono colonizzare anche substrati non costantemente sommersi;
- Elofite, ovvero piante radicate in un substrato sommerso, aventi solo la parte basale in acqua ma emergenti per la maggior parte del corpo; 4- Pioniere di greto o sopra-acquatiche, ovvero quelle piante che colonizzano ambiti alveali frequentemente rimaneggiati dalle morbide del corso d'acqua, che tollerano temporanei periodi di sommersione ma che spesso non sono neanche particolarmente igrofile.

## Descrizione del metodo di campionamento delle macrofite e calcolo dell'indice IBMR

L'IBMR utilizza una lista di 210 taxa indicatori per i quali è nota, in particolare, la sensibilità alle concentrazioni di azoto e ortofosfati. Tuttavia la presenza delle specie macrofite è determinata non solo dalla concentrazione di nutrienti ma anche da altri fattori quali la luminosità (che a sua volta dipende da torbidità e ombreggiamento) e velocità della corrente.

La stazione di monitoraggio idonea per un rilievo corrisponde ad una porzione di torrente rappresentativa per il tratto omogeneo di corso d'acqua che si intende indagare, avente uno sviluppo longitudinale da 50 a 100 m in funzione delle dimensioni del corso d'acqua e dei livelli di copertura delle macrofite presenti.

Il rilievo consiste nell'osservazione in situ della comunità, valutando la copertura totale della comunità presente nella stazione e le coperture in percentuale dei singoli taxa rinvenuti. E' necessario, inoltre, verificare l'applicabilità dell'indice nelle singole stazioni. Tale valutazione è effettuata in funzione del raggiungimento di soglie di abbondanza in termini di copertura totale della comunità.

Per il calcolo dell'RQE\_IBMR per ciascun sito i valori di IBMR rilevati nei siti di monitoraggio devono essere rapportati con il valore medio di riferimento individuati per ciascuna tipologia. I riferimenti per ciascuna tipologia appartenente alle aree geografiche alpina, centrale e mediterranea sono forniti dal D.M. 260/2010. Il risultato è un valore numerico chiamato RQE (Rapporto di Qualità Ecologica) attraverso il quale a ciascun corpo idrico monitorato vengono attribuiti i colori convenzionali.

## Il monitoraggio delle macrofite nella regione Lazio.

Nel grafico successivo si mostra la distribuzione percentuale delle classi di qualità riscontrate, per l'elemento di qualità biologica *Macrofite*, relativa al numero di corpi idrici monitorati.



FIGURA 3 - MACROFITE DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE CLASSI DI QUALITÀ (NUMERO DI CORPI IDRICI)

