

*istituto di ricerca sulle acque - cnr*

# NOTIZIARIO DEI METODI ANALITICI

ISSN:1974-8345

*numero speciale 2008*



***DIRETTIVA 2000/60/EC (WFD)***

***CONDIZIONI DI RIFERIMENTO PER  
FIUMI E LAGHI***

***CLASSIFICAZIONE DEI FIUMI SULLA BASE  
DEI MACROINVERTEBRATI ACQUATICI***



**Parti di testi, tabelle e figure del presente Notiziario possono essere riprodotti purché venga citata la fonte.**

**La riproduzione sistematica o a fini di lucro non è autorizzata**

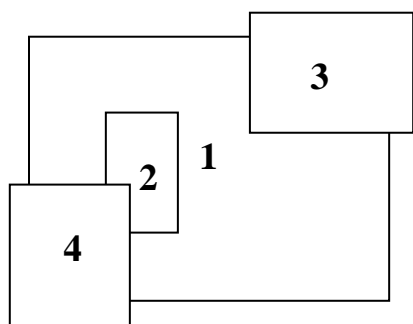


Foto di copertina (A. Buffagni):

Fiume Liamone (Corsica, FR) – 07.2006 (1);

Rio Flumineddu (Dorgali, NU) – 08.2005 (2);

Fiume Xeros (CY), *Potamon potamios* (Olivier 1804) - 10.2006 (3)

Laghi Frudiere (Graines, AO) – 06.2005 (4).

**EDITORIALE**

Entro la fine dell'anno 2009, dovranno essere presentati dagli Enti competenti i piani di gestione per l'implementazione della Direttiva Quadro sulle Acque (WFD: EC/2000/60). Il processo di preparazione dei piani, che saranno verosimilmente impostati sulla base dei Piani di Tutela già disponibili, sarà impegnativo e complesso, per il numero di attori coinvolti e per la quantità e qualità delle innovazioni richieste dalla WFD. Tra queste, una volta impostati i sistemi tipologici per i corpi idrici, di cui per i fiumi si è trattato in un precedente numero del Notiziario (Dicembre 2006), è centrale l'approccio alla selezione dei cosiddetti "siti di riferimento". La Direttiva, infatti, richiede che ogni processo di classificazione dello stato ecologico sia effettuato per confronto effettivo, in termini numerici, con quanto osservato in condizioni teoricamente indisturbate. Richiede cioè che vengano definite, numericamente, le "condizioni di riferimento" per ciascuno dei tipi di fiumi, laghi, etc. riconosciuti nei rispettivi schemi tipologici adottati a livello nazionale. Ciò comporta che, per ciascuno di tali tipi, debbano essere selezionati alcuni ambienti considerati in condizioni di riferimento. Tali ambienti potranno coincidere con interi corpi idrici o con una loro porzione, situazione tipica almeno per i fiumi. Una volta selezionati tali siti di riferimento, sarà possibile effettuare raccolte dati, qualora essi non siano già disponibili, mirate alla quantificazione numerica delle condizioni di riferimento. Bisognerà cioè fornire un singolo valore di riferimento per ciascuno degli elementi strutturali e funzionali utilizzati per la classificazione biologica (per ciascun BQE), così come per gli elementi utilizzati per la classificazione chimico-fisica e idromorfologica. In particolare, questo processo è fondamentale per gli elementi di qualità biologica, le cui comunità possono mostrarsi fortemente diversificate tra tipi diversi. La selezione dei siti di riferimento è perciò uno dei passaggi chiave per il processo di classificazione dei corpi idrici e, di conseguenza, dell'intera implementazione della WFD. Nel presente numero del Notiziario vengono presentati i criteri utili alla selezione di siti e ambienti di riferimento per i fiumi e i laghi italiani. Nei due ulteriori contributi, relativi ai fiumi, viene presentato un sistema di classificazione conforme alle richieste della WFD basato sugli invertebrati acquatici. Nel primo di tali contributi il sistema di classificazione, denominato *MacrOper*, è descritto in termini generali e ne sono indicate le componenti chiave, unitamente al processo che si suggerisce per un suo costante aggiornamento. Il secondo contributo presenta, per le idroecoregioni presenti in Italia settentrionale, la lista dei tipi fluviali e i rispettivi valori di riferimento per le

single metriche e per l'indice utilizzati per il calcolo del rapporto di qualità ecologica (EQR), necessario per operare la classificazione. I valori relativi ai tipi fluviali presenti nelle rimanenti aree italiane saranno presentati in successivi contributi. Analogamente, verrà a breve presentato un software, sviluppato insieme al DECOS (Università di Viterbo), che consente di classificare automaticamente i corpi idrici fluviali italiani in accordo con le richieste della WFD. Il lavoro svolto finora costituisce senza dubbio una base necessaria per la classificazione dei fiumi italiani. Ciononostante, l'Istituto auspica che nel prossimo futuro, che porterà inevitabilmente chiarezza normativa anche in ambito nazionale, la collaborazione con le Agenzie, Regioni, Autorità di Bacino, ISPRA, altri Enti di Ricerca e MATTM possa permettere l'affinamento del sistema di classificazione proposto; ciò potrà consentire, tra l'altro, la copertura capillare di tutti i tipi presenti sul territorio nazionale, nel rispetto da un lato delle specificità territoriali e, dall'altro, delle necessità di armonizzazione a scala nazionale ed europea.

*Dr. Maurizio Pettine*

Direttore dell'Istituto di Ricerca sulle Acque

*Dr. Andrea Buffagni*

Ricercatore dell'Istituto di Ricerca sulle Acque

Roma, gennaio 2009

INDICE	
<b>CRITERI PER LA SELEZIONE DI SITI DI RIFERIMENTO FLUVIALI PER LA DIRETTIVA 2000/60/EC</b>	<b>2-23</b>
<b>DEFINIZIONE DELLO STATO ECOLOGICO DEI FIUMI SULLA BASE DEI MACROINVERTEBRATI BENTONICI PER LA 2000/60/EC (WFD): IL SISTEMA DI CLASSIFICAZIONE <i>MacrOper</i></b>	<b>24-46</b>
<b><i>MacrOper</i>: VALORI DI RIFERIMENTO PER LA CLASSIFICAZIONE – NOTA 1. ITALIA SETTENTRIONALE</b>	<b>47-69</b>
<b>CRITERI PER L'INDIVIDUAZIONE DEI SITI/AMBIENTI DI RIFERIMENTO DEI CORPI IDRICI LACUSTRI SECONDO LA DIRETTIVA 2000/60/EC</b>	<b>70-84</b>



## CRITERI PER LA SELEZIONE DI SITI DI RIFERIMENTO FLUVIALI PER LA DIRETTIVA 2000/60/EC

a cura di:

Buffagni A.\*, Erba S.\*, Aste F.\*\*, Mignuoli C.\*\*,  
Scanu G.\*\*, Sollazzo C.\*\* e Pagnotta R.\*\*\*

\* CNR-IRSA, Istituto di Ricerca Sulle Acque del Consiglio Nazionale delle Ricerche, via della Mornera 25, Brugherio (MI)

\*\*MATTM, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma

\*\*\* CNR-IRSA, Istituto di Ricerca Sulle Acque del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Area della Ricerca Roma 1 Montelibretti, Via Salaria km 29,300 Monterotondo (RM)

### Premessa

Nel corso dell'anno 2007 sono stati organizzati da MATTM numerosi incontri volti a definire l'approccio da utilizzare per la selezione di siti di riferimento in aree fluviali per la taratura dei sistemi di valutazione per la WFD.

I criteri riportati nel documento che segue sono stati presentati inizialmente in bozza nell'aprile del 2007 e in forma più estensiva nel novembre dello stesso anno. Successivamente, essi sono stati adeguati, ove possibile, in funzione delle indicazioni fornite dalle Regioni, Agenzie e altri Enti coinvolti nel processo, prima di essere pubblicati in questa forma. L'impianto generale del documento è rimasto invariato, con lievi modifiche relative ad alcuni punti emersi durante la fase di discussione.

### 1 - INTRODUZIONE

Il presente documento fornisce delle linee guida applicative per l'individuazione di siti di riferimento in ambiente fluviale. Esso si basa in parte sui criteri elencati nella *guidance REFCOND* (CIS, 2003) e in parte sul lavoro che è stato effettuato all'interno di vari Gruppi Geografici di Intercalibrazione (GIGs) in relazione al processo di validazione di siti di riferimento (Alpine GIG, 2006; Central/Baltic GIG, 2007; Mediterranean GIG, 2007).

Punti chiave per la corretta selezione di siti di riferimento sono la valutazione e la quantificazione delle pressioni antropiche che insistono sui siti fluviali. In particolare, a livello europeo, ciascuno Stato membro dovrà garantire di aver considerato tutte le categorie di pressioni rilevanti per quel corpo idrico e di averle valutate con opportuni mezzi (ECOSTAT, 2007). Sia a livello europeo (ECOSTAT, 2007) che a livello italiano l'approccio spaziale è

considerato il più idoneo per definire correttamente le condizioni e i siti di riferimento.

L'impostazione adottata nel presente documento per la quantificazione delle pressioni antropiche si basa quindi per lo più su un criterio spaziale, che richiede l'utilizzo di informazioni cartografiche e di dati sperimentali.

Il criterio delle pressioni è applicato in due fasi distinte che richiedono analisi a diverse scale (si veda la Fig. 1).

- I. Selezione dei potenziali siti di riferimento attraverso la raccolta di informazioni a larga scala (ad esempio, tramite GIS, CORINE Land Cover, sopralluoghi in campo, giudizio degli esperti, etc).
- II. Sui siti così selezionati viene effettuata una verifica mediante l'analisi di dati puntuali raccolti in campo, applicando criteri validi a scala spaziale più ristretta.

I criteri di dettaglio da applicare alle diverse scale spaziali saranno descritti in una sezione dedicata (capitolo 5).

I siti che vengono selezionati sulla base delle pressioni dovranno successivamente essere validati su base biologica (si veda anche il capitolo 7). Poichè, per la maggior parte degli elementi biologici, i metodi analitici conformi alla Direttiva Quadro sono tuttora in fase di sviluppo, al fine della validazione biologica di potenziali siti di riferimento potranno essere applicati i metodi biologici utilizzati per il processo europeo di intercalibrazione. Nel processo di validazione di siti di riferimento saranno da considerarsi accettabili i siti che presentino valori degli elementi di qualità biologica corrispondenti almeno alla classe buona sulla base del metodo biologico ufficiale disponibile.

Obiettivo principale del presente documento è di fornire gli elementi che consentano di selezionare siti fluviali utili per la definizione di condizioni di riferimento biologiche, idromorfologiche e relative ai principali habitat fluviali.

La struttura di questo documento comprende:

- una serie di punti chiave da tenere in considerazione per procedere alla corretta selezione di siti di riferimento;
- i requisiti generici da soddisfare nella selezione di siti di riferimento affinché questi ultimi possano essere considerati tali ai sensi della Direttiva Quadro sulle Acque (2000/60/CE);
- i criteri di dettaglio che è necessario valutare nel processo di selezione di siti di riferimento (Tabb. 4-8 e Allegato A) e la loro descrizione;
- l'impostazione generale dell'approccio per la valutazione dell'accettabilità di un sito fluviale come sito di riferimento.

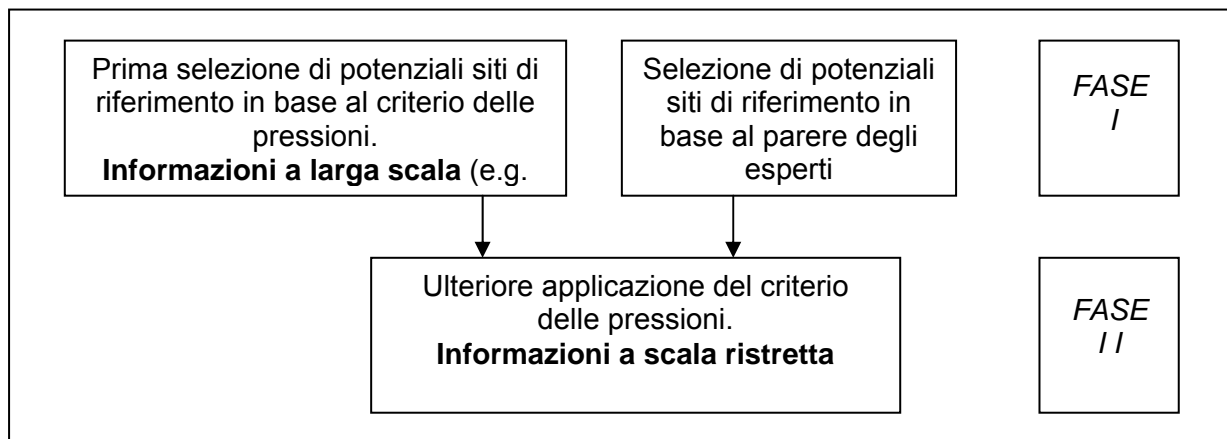


Fig 1 - Diagramma schematico per la selezione di siti di riferimento, in relazione alla valutazione delle pressioni antropiche.

I criteri forniti devono essere intesi come criteri generici; per specifici elementi biologici potranno pertanto essere previsti approfondimenti dedicati e/o l'eventuale applicazione di ulteriori criteri formulati *ad hoc*. Va inoltre ricordato come tutti i criteri forniti siano proposti per un'applicazione trasversale al tipo fluviale. Nondimeno, per tipi fluviali specifici potrà verificarsi che non sia possibile soddisfare alcuni dei criteri elencati; in questi casi particolari sarà necessario produrre, mediante approcci alternativi, utili evidenze della validità di un sito quale sito di riferimento.

## 2 - ALCUNI CONCETTI CHIAVE E QUANTIFICAZIONE DELLE PRESSIONI PER LA SELEZIONE DI SITI DI RIFERIMENTO

### 2.1 - Alcuni concetti chiave

#### Tipi e corpi idrici

1. Un singolo tratto fluviale riconosciuto come potenziale sito di riferimento, dovrà essere attribuito ad un unico tipo fluviale, secondo i criteri stabiliti a scala nazionale. Inoltre, in tale tratto, le popolazioni biologiche dovranno essere rappresentative del tipo.
2. Per ogni tipo fluviale devono essere selezionati (ove presenti) almeno 3 siti di riferimento da includere nelle reti del monitoraggio di sorveglianza o nella rete nucleo.
3. Un 'sito (o tratto) di riferimento' coincide con un tratto fluviale; quindi, un 'sito di riferimento' può corrispondere ad un intero Corpo Idrico o estendersi solo in una parte di esso.

#### Conservazione ed aree protette

4. Ove possibile, il processo di selezione di siti di riferimento dovrebbe considerare tratti fluviali segnalati come SIC, SIR, localizzati all'interno di aree protette di altra natura o noti per la presenza di habitat indicati nella Direttiva Habitat (CE/92/43). Inoltre, nella selezione di siti di riferimento, i tratti in cui sia stata segnalata la presenza di specie elencate nella Direttiva Habitat o Direttive analoghe dovrebbero essere analizzati per verificarne l'eventuale compatibilità con i criteri per la selezione di siti di riferimento, a prescindere dal fatto che tali siti siano già oggetto di protezione o meno.

A tale proposito, dovranno essere considerate sia specie vegetali sia specie animali e, per quanto riguarda queste ultime, sia vertebrati (e.g. *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758), *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758), *Rana lastei* Boulenger, 1879, *Alburnus albidus* (Costa, 1838)) sia invertebrati (e.g. *Coenagrion mercuriale* (Charpentier, 1840), *Cordulegaster trinacriae* Waterston, 1976, *Dytiscus latissimus* Linnaeus, 1758, *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858)).

5. Una volta identificato come potenziale sito di riferimento un ampio tratto fluviale, se si dovesse verificare che solo in una porzione del tratto siano presenti una specie o un habitat elencati nella Direttiva Habitat, quel tratto andrà incluso nel 'sito di riferimento'.
6. Nella selezione di siti di riferimento, a parità di altre condizioni, sarà opportuno selezionare prioritariamente quei tratti/siti per i quali sia stata segnalata la presenza di

specie rare, endemiche, vulnerabili o in pericolo di estinzione (e.g. segnalate nelle *red list* nazionali o in studi di dettaglio, anche a carattere locale), anche se tali specie non sono attualmente incluse in direttive europee, nazionali o regionali (e.g. *Gobio benacensis* (Pollini, 1816), *Rhithrogena nuragica* (belfiore, 1987)

## 2.2 - Quantificazione delle pressioni

Al fine di selezionare siti di riferimento, le pressioni devono essere valutate su tre scale spaziali: scala di bacino sotteso al sito, scala di tratto (ad esempio il corpo idrico così come definito all'articolo 2, punto 10 della direttiva 2000/60/CE) nella sua porzione rappresentativa e scala di sito (e.g. un singolo settore fluviale nel quale vengono raccolti gli elementi di qualità biologica).

Nella definizione dei criteri per la selezione di siti di riferimento sono da considerare almeno le seguenti macrocategorie di pressione antropica (si vedano le Tab.4-8 e Allegato A – Tabella per la verifica dei criteri per la selezione di siti di riferimento fluviali per la Direttiva 2000/60/CE): Inquinamento, Alterazioni Morfologiche, Alterazioni idrologiche, Pressioni biologiche e Altre pressioni. Ciascuna macrocategoria può essere a sua volta suddivisa in sottocategorie.

Inquinamento:

- A. puntiforme - scarichi domestici, urbani, industriali;
- B. diffuso - principalmente uso del territorio legato alla presenza di agricoltura;
- C. area riparia - principalmente uso del territorio della piana di esondazione.

Alterazioni Morfologiche (D)

Alterazioni idrologiche

E. prelievi idrici;

F. regolazione della portata del fiume.

Pressioni biologiche (G)

Altre pressioni (H)

La macrocategoria 'inquinamento' include: inquinamento diffuso e puntiforme a livello di bacino e di area riparia. Costituiscono una categoria a sé le 'alterazioni morfologiche' a carico di alveo e sponde (D). La macrocategoria 'alterazioni idrologiche' include la regolazione del flusso e i prelievi idrici (E ed F). Le 'pressioni biologiche' (G) sono da considerarsi al momento informazioni accessorie, la cui rispondenza andrà verificata una volta meglio definiti a livello europeo i criteri per il suo utilizzo.

L'intero gruppo H, che include tutte le pressioni non riportate nella categoria precedente, è pure da considerarsi accessoria data la scarsa trasferibilità a livello nazionale; localmente, e.g. per tipi fluviali o

idroecoregioni specifiche, potrà peraltro rivelarsi di estrema utilità.

## 2.3 - Requisiti generali per la selezione di siti di riferimento

Prima di procedere ad una dettagliata caratterizzazione delle pressioni antropiche, presentata in forma di tabella (Tab. 4-8, Allegato A e capitolo 5), è necessario introdurre alcuni requisiti generali che i siti di riferimento devono soddisfare.

Tali requisiti vengono elencati nel seguito in relazione ad alcuni dei criteri di pressione analizzati, elencati nel precedente paragrafo.

### A. Inquinamento puntiforme

Le sostanze elencate nell'allegato X e/o nell'allegato VIII della Direttiva 2000/60/CE devono avere concentrazioni inferiori ai limiti di rilevabilità secondo le più avanzate tecniche di analisi di impiego generale.

Sono tollerate alcune eccezioni per sostanze provenienti da deposizioni atmosferiche, le quali non devono comunque causare un impatto rilevabile e.g. impoverimento della comunità acquatica dovuto all'acidificazione.

Le variazioni delle concentrazioni degli inquinanti specifici non sintetici devono essere prossime a quelle attese in condizioni naturali. Qualora il valore fosse inferiore ai limiti di rilevabilità dello strumento, e pertanto non misurabile in modo attendibile, ci si dovrà riferire al limite stesso.

Viene incluso per convenzione in questa categoria un riferimento alla temperatura, parametro anche influenzato dalla morfologia dell'alveo, dal volume di acqua fluente, dalla velocità di corrente e dalla copertura arborea (che causa un maggiore o minore ombreggiamento in alveo), etc.

### B. Inquinamento diffuso

La quota dell'uso antropico del suolo nel bacino (e.g. agricoltura, riforestazione) deve essere esigua e mostrare solo effetti locali.

Nel caso di piane alluvionali, la connessione laterale e verticale deve essere conservata. Nelle aree agricole, i siti per cui è noto un rischio di inquinamento da pesticidi (secondo le mappe di rischio esistenti e gli studi di dettaglio) non devono essere considerati. Inoltre, le pressioni osservate devono essere non superiori a quelle precedenti qualsiasi recente intensificazione dell'uso del suolo che possa provocare l'acidificazione dell'acqua (i.e. tramite inquinanti immessi in atmosfera).

### C. Area ripariale

Un sito di riferimento deve avere una fascia tampone ripariale adeguata con vegetazione ripariale tipo-specifica e uso prevalentemente naturale.

#### D. Alterazioni morfologiche

Nei siti di riferimento devono essere rilevate condizioni morfologiche tipo-specifiche tipiche delle condizioni naturali con particolare riferimento agli elementi elencati nell'allegato V della Direttiva 2000/60/CE.

Ciò dovrebbe garantire la conservazione dei principali habitat associati al fiume. In particolare, deve essere garantita la naturale dinamica fluviale e l'eventuale influenza antropica dovrà rivelarsi al più molto lieve. In presenza di condizioni morfologiche leggermente alterate, deve essere garantito che il fiume mantenga un elevato potenziale di ripristinare in tempi brevi le condizioni che si osservano in assenza di interventi umani. Criteri ulteriori e più specifici potranno essere indicati per i pesci e altri elementi di qualità biologica in relazione alla presenza di barriere trasversali che possano influenzarne la migrazione longitudinale.

#### E/F. Alterazioni idrologiche

Nei siti di riferimento devono essere rilevate condizioni idrologiche tipo-specifiche tipiche delle condizioni naturali con particolare riferimento agli elementi elencati nell'allegato V della Direttiva 2000/60/CE.

In generale, non devono verificarsi fenomeni di alterazione significativa del regime idrologico naturale, inclusi fenomeni di regolazione che portino a picchi improvvisi di portata.

Per le macrocategorie Pressioni Biologiche (G) e Altre Pressioni (H) non vengono qui forniti dei criteri generici, ma esse verranno trattate solo a livello di dettaglio nel capitolo 5, in parte perché tali informazioni sono al momento considerate accessorie, in parte perché possono variare a seconda del sito considerato (i.e. Altre Pressioni) e pertanto non risultano sempre generalizzabili.

Nella definizione delle condizioni di riferimento si possono utilizzare, se non disponibili altri dati, database storici. Qualora si utilizzi un database storico, questo deve essere riferito, ove possibile, a un periodo in cui le industrie e le opere di ingegneria idraulica fossero assenti e l'agricoltura non fosse di tipo intensivo.

### 3 - MODALITÀ DI REGISTRAZIONE DELL'INFORMAZIONE PER LA SELEZIONE DI SITI DI RIFERIMENTO

Per ciascun sito che si ritiene possa soddisfare i requisiti generici sopra elencati, sarà necessario fornire una risposta alle domande specifiche riportate nelle Tabelle 4-8. Ciascuna domanda si riferisce ad un criterio utile per valutare l'entità di eventuali alterazioni antropiche, attraverso il quale sarà possibile derivare informazioni necessarie per

decidere se un determinato sito potrà essere accettato come sito di riferimento.

La lista dei criteri riportati nelle diverse Tabelle (Tabb. 4-8) è stata derivata sulla base di analoghe liste utilizzate dai Gruppi Geografici di Intercalibrazione (GIGs) e delle informazioni fornite dagli stati membri. Tali informazioni sono state utilizzate per verificare a livello centrale la validità dei siti proposti come siti di riferimento e si sono pertanto ritenute indispensabili anche per il processo di selezione di siti di riferimento in Italia.

#### 3.1 - Tipi di risposte possibili

I criteri elencati nelle Tabelle 4-8 sono ripresi nell'Allegato A, dove viene anche fornita un'indicazione del tipo di risposta possibile per ciascuna domanda, unitamente ad altre informazioni di carattere generale relative ai singoli criteri. Alle singole domande, riferite ai diversi criteri, si potrà rispondere caso per caso indicando:

- la semplice presenza di una determinata pressione (Si/No);
- il livello di massima della pressione (e.g. assente, sporadica, significativa);
- il valore di presenza percentuale di una specifica alterazione (e.g. percentuale di sponda rinforzata);
- il valore numerico che esprime il livello di pressione (e.g. il numero di dighe presenti a monte; il valore di pH).

Il tipo di risposta (e.g. percentuale, Si/No) richiesto per ciascun criterio viene riportato nell'ultima colonna della tabella.

#### 3.2 - Tipo di informazione utilizzata

Per ciascun criterio è necessario indicare il tipo di informazione di cui si è fatto uso per formulare la risposta (Tab. 1).

Ad esempio, è necessario indicare se il dato che viene riportato è stato derivato da una misura o se invece ci si è basati esclusivamente sul giudizio dell'esperto. Il giudizio dell'esperto è qui inteso come valutazione in assenza di adeguati dati sperimentali e misure dedicate. Si dà cioè per scontato che le informazioni ottenute mediante sopralluogo in campo, stimate o misurate, saranno comunque gestite e valutate da esperti. Le valutazioni degli esperti sono sempre indispensabili qualora non si disponga di metodi che consentano la formalizzazione e la sintesi di informazioni adeguate in modo standard. Il tipo di informazione viene codificato da un numero. La corrispondenza tra numero e tipo di informazione è riportato in Tab. 1.



Tab. 1 - Tipo di informazione disponibile nella verifica dell'accettabilità di un sito come sito di riferimento

Tipo di informazione disponibile	Definizione
0	Mancanza di informazioni
1	Criterio non utilizzato: specificare
2	Criterio alternativo: specificare
3	Giudizio dell'esperto
4	Sopralluogo in campo
5	Stimato
6	Misurato

Per ciascun criterio inoltre è necessario indicare il metodo che è stato utilizzato per raccogliere le informazioni utilizzate e la scala spaziale considerata per rispondere alla domanda. Ogni domanda prevede infine che si possano fornire delle note esplicative. La scheda è sito specifica, sarà pertanto necessario indicare il nome del sito, il fiume di appartenenza, le coordinate geografiche ed il codice di tipo e corpo idrico. Qualora l'attribuzione definitiva ad un tipo non fosse ancora stata effettuata sarà inoltre necessario allegare una tabella riportante i dati utili all'attribuzione del sito ad un tipo fluviale nazionale (Buffagni et al., 2006; DECRETO 16 giugno 2008, n. 131).

#### 4 - SCALE SPAZIALI PER L'ANALISI DELLE PRESSIONI

Nella presente sezione vengono riportati alcuni concetti utili nella valutazione delle pressioni antropiche, soprattutto in relazione alle diverse scale spaziali alle quali l'informazione deve essere raccolta (ECOSTAT, 2007).

Infatti, le varie pressioni la cui quantificazione è prevista per la verifica dei criteri per le condizioni di riferimento richiedono l'analisi del territorio a diverse scale spaziali. Nel seguito, cioè in Tab. 4-8 e nell'Allegato A, sarà indicata la scala che è necessario considerare per la verifica di ciascun criterio.

In particolare, per ciascuna categoria di pressione, i criteri sono ordinati in base alle seguenti scale spaziali: bacino idrografico, tratto fluviale, sito fluviale.

##### *Bacino idrografico*

Per bacino idrografico si intende qui l'area geografica sottesa alla sezione di chiusura del tratto fluviale considerato come sito di riferimento, ai sensi della 2000/60/EC.

##### *Tratto fluviale*

Come detto, la lunghezza del tratto potrà anche coincidere con la lunghezza complessiva del corpo idrico, oppure rappresentarne una porzione. Molto probabilmente, nella maggior parte dei casi, i tratti fluviali riconoscibili come siti di riferimento coincideranno con porzioni relativamente brevi del corso d'acqua. Infatti, mentre un corpo idrico nel suo complesso potrà ottenere, ad esempio, una classificazione in stato ecologico elevato o buono, un suo tratto potrà comunque essere riconosciuto come in condizioni di riferimento (e.g. nella porzione più a monte). Quest'ultimo tratto potrà, ad esempio, essere inserito nella Rete Nucleo ai fini del monitoraggio. In ogni caso, ai fini della descrizione dei siti di riferimento, un tratto fluviale non potrà avere una lunghezza superiore al corpo idrico. Anche qualora la lunghezza del tratto coincidesse con quella del corpo idrico non è sempre necessario quantificare le pressioni per tutta la lunghezza del corpo idrico.

Invece, si potranno selezionare una o più porzioni con caratteristiche omogenee (per quanto riguarda, ad esempio, pendenza, morfologia dell'alveo, granulometria del substrato), all'interno delle quali effettuare la stima delle pressioni. Tali porzioni o tratti dovranno essere rappresentativi dell'intero corpo idrico. Nel caso in cui in un corpo idrico siano riconoscibili più tratti fluviali tra loro disomogenei, la caratterizzazione idromorfologica dovrebbe essere effettuata in almeno un'area campione per ciascun tratto. Qualora si volesse caratterizzare in modo dettagliato un corpo idrico, ad esempio per alcuni suoi aspetti idromorfologici, si suggerisce di selezionare delle aree campione o tratti dove effettuare i rilievi necessari.

Inoltre, per la maggior parte dei criteri, non sarà necessario effettuare rilievi in continuo lungo l'asta fluviale (i.e. ciò dipenderà anche dai metodi utilizzati), ma essi potranno essere effettuati ad esempio a intervalli regolari (e.g. ogni 2 km su porzioni di 0,5 km) o essere intervallati da interruzioni/variazioni di rilievo lungo il *continuum* fluviale. Più in generale, la lunghezza del tratto fluviale da considerare nella valutazione delle pressioni dipenderà dalle dimensioni del corpo idrico. Inoltre, la lunghezza del tratto da esaminare sarà anche funzione della dimensione del corso d'acqua, espressa come distanza dalla sorgente, in corrispondenza del corpo idrico in esame. La Tab. 2 riporta una corrispondenza di massima tra le dimensioni del corso d'acqua e la lunghezza del tratto fluviale da analizzare.



Tab. 2 - Corrispondenza tra la distanza dalla sorgente del tipo fluviale a cui il corpo idrico è stato assegnato e l'estensione minima per la caratterizzazione di un tratto fluviale al suo interno

Distanza dalla sorgente	Tratto minimo	Tratto consigliato
< 5 km	0,5 km	0,5 km
5 - 25 km	0,5 km	1,5 km
25 - 75 km	1 km	3 km
75 - 150 km	2 km	6 km
> 150 km	5 km	15 km

**Sito fluviale**

Per sito fluviale si intende l'area di un corso d'acqua presente in una porzione ristretta di un tratto fluviale omogeneo e la sua definizione è ritenuta in particolar modo utile per mettere in relazione le informazioni raccolte sulle pressioni con la struttura e funzione delle comunità biologiche residenti.

Quando qui ci si riferisce alla scala spaziale di sito fluviale si intende una porzione del tratto fluviale (si veda il precedente paragrafo), da considerare, ad esempio, per la raccolta dei campioni biologici e per il prelievo per le analisi chimiche, in genere situato nella parte più a valle del tratto. La "lunghezza" di un sito fluviale, così definito, lungo il fiume può variare in funzione dell'elemento biologico considerato. Per gli invertebrati bentonici si considera sufficiente l'area compresa in un tratto fluviale esteso tra i 25 e i 50 m.

All'interno di questa porzione andranno anche valutate quelle caratteristiche che, se presenti nelle immediate adiacenze del punto di raccolta degli organismi, possono avere un'influenza sicuramente significativa sulle biocenosi e.g. traverse, lievi rinforzi dell'alveo.

È inoltre utile fornire elementi per la delimitazione della zona ripariale, riportati nel seguito. La larghezza minima (i.e. l'estensione laterale da considerare per ciascuna sponda) da considerare per la zona ripariale è di 30 m per i piccoli corsi d'acqua (ca. ordine 1-3; distanza dalla sorgente fino a 25 km), di 50 m per i fiumi di medie dimensioni (ca. ordine 4-5; distanza dalla sorgente fino a 75 km) e di 100 m per grandi fiumi (ordine ≥ 6; distanza dalla sorgente oltre i 75 km). Tali misure sono da considerarsi a partire dalla base della sponda, cioè dal limitare dell'alveo attivo, dove le barre di

deposito eventualmente presenti scompaiono a favore di aree più stabili (e.g. aree sopra il livello del *bankfull*).

**5 - DESCRIZIONE DEI SINGOLI CRITERI DI PRESSIONE PER LA SELEZIONE DI SITI DI RIFERIMENTO FLUVIALI**

Nel presente capitolo vengono descritti la maggior parte dei criteri che è necessario considerare per la selezione di siti di riferimento. I criteri per cui non vengono fornite spiegazioni dettagliate sono quelli ritenuti di immediata comprensione. La descrizione dei diversi criteri avviene all'interno delle diverse macrocategorie per gruppi di categoria d'impatto (A-H) e separatamente per le scale spaziali di bacino, tratto e sito.

**5.1- Inquinamento dell'acqua (categorie A-B-C)**

*5.1.1- Quantificazione dell'uso del territorio*

Molte informazioni che è necessario raccogliere per la definizione delle condizioni di riferimento sono relative all'uso del territorio, sia a scala di bacino sia a scala di tratto o sito, anche per l'area riparia. Più che una 'pressione', la copertura del suolo rappresenta una 'forza determinante', e deve quindi essere intesa come indicatrice di un probabile impatto.

Le macrocategorie che vengono considerate particolarmente rilevanti nel determinare eventuali impatti legati all'uso del territorio sono due: l'uso artificiale e l'agricoltura intensiva. Un metodo largamente utilizzato sia a scala nazionale che internazionale per la quantificazione dell'uso del territorio è la classificazione di CORINE Land Cover (CLC).

Le categorie di uso del territorio del CORINE riportate nell'Allegato B possono essere accorpate in macrocategorie, utili alla caratterizzazione delle condizioni di riferimento, secondo quanto riportato in Tab. 3.

L'attribuzione delle categorie CLC alle macrocategorie è stata derivata basandosi su Wasson et al. (2005) e sulle indicazioni presenti negli Allegati tecnici dei documenti prodotti dai vari GIG durante il processo di intercalibrazione per la 2000/60/CE.

Tab. 3 - Accorpamento delle classi CORINE in quattro macrocategorie

Macrocategoria	Classi CORINE	codici CLC
Uso artificiale	L'insieme di tutte le categorie della classe 1 della CLC. (zone urbanizzate continue e discontinue, zone industriali, commerciali ed infrastrutturali)	1 (tutte le sotto-categorie)
Agricoltura intensiva	L'insieme delle categorie CLC corrispondenti a un elevato impatto potenziale per via dell'uso intensivo ad esse associato	2.1 (tutte); 2.2.1, 2.2.2
Aree agricole a bassa intensità	L'insieme delle categorie CLC corrispondenti a un impatto potenziale più basso proveniente dalle attività agricole: prati stabili, aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti, aree agro-forestali	2.2.3, 2.3.1; 2.4.3; 2.4.4
Ambienti naturali semi-	Boschi e aree naturali, zone umide, corpi idrici	3.1.1; 3.1.2; 3.1.3; 3.2; 3.3; 4; 5

### 5.1.2 - Parametri chimico-fisici e microbiologici

La corretta caratterizzazione di siti di riferimento deve essere accompagnata dalla valutazione dei parametri chimico-fisici, in linea con la normativa attualmente vigente (DL, 152/99). Pertanto si propone l'impiego dei seguenti parametri: O<sub>2</sub> %, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, TP, PO<sub>4</sub>, BOD<sub>5</sub>, COD, *E. coli*, pH. Per almeno la maggior parte di tali parametri, il potenziale sito di riferimento dovrà essere descritto sulla base di un numero di campioni sufficiente a definire il 75%ile dei valori osservati.

Sulla base di dataset realizzati ad ampia scala per i quali sono già stati selezionati siti di riferimento e sono disponibili dati sufficienti per la maggior parte dei parametri chimico-fisici sopra elencati, è possibile derivare delle soglie di riferimento per i singoli parametri, che potranno in seguito essere adattate alla idroecoregione di appartenenza o a gruppi di idroecoregioni. Una proposta delle soglie per i vari parametri chimico-fisici e microbiologici è riportata nell'Allegato C.

### 5.1.3 - Presentazione dei singoli criteri di valutazione

#### A. Inquinamento puntiforme

##### *A livello di bacino*

L'uso del territorio artificiale (A1) è considerato uno dei principali fattori di rischio nel determinare un'alterazione dei parametri chimico-fisici e biologici. Afferiscono alla categoria artificiale tutte le classi di CORINE indicate dal codice 1 (Allegato B), includendo tutti gli usi urbani (compresi gli impianti

sportivi e le aree verdi urbane), gli usi industriali e le attività estrattive. Per l'uso artificiale la soglia di 'riferimento' è inferiore a 0,4%. Tra 0,4% e 0,8% è necessaria una validazione con parametri chimici. La soglia di 'rifiuto' è superiore a 0,8% di area artificiale nel bacino. La presenza di fonti particolari di inquinamento industriale (A2) è da considerarsi separatamente rispetto alla quantificazione dell'uso artificiale del territorio.

##### *A livello di tratto*

Per la valutazione dell'inquinamento puntiforme è necessaria una valutazione a scala di tratto fluviale delle concentrazioni degli inquinanti sintetici (A4) e non sintetici (A5) e dei principali parametri chimico-fisici (A3), utili anche per una valutazione dell'inquinamento diffuso. Un elenco dei principali parametri da misurare è riportato nell'Allegato C. Per l'elenco delle sostanze prioritarie si rimanda invece a quanto riportato nell'allegato X e/o nell'allegato VIII della Direttiva 2000/60/CE e ad eventuali altri documenti predisposti ad hoc in ambito nazionale.

Il criterio A6 richiede la quantificazione dello scostamento dalle condizioni attese in assenza di alterazioni per la temperatura dell'acqua. Il regime termico dei fiumi gioca un ruolo fondamentale nel definire la struttura e la funzionalità di un ecosistema acquatico, influenzando sia sulla qualità dell'acqua sia sulla presenza e abbondanza delle specie. Anche lievi variazioni nel regime termico di un fiume possono causare effetti importanti sulle biocenosi acquatiche.

Tab. 4 - Elenco dei criteri relativi alla valutazione dell'inquinamento dell'acqua

codice		Scala di applicazione	CRITERIO
A1	<b>INQUINAMENTO PUNTIFORME</b>	bacino	% di uso artificiale (soglia <0,4; se fino < 0,8%: verifica qualità acqua)
A2			È presente qualche fonte particolare di inquinamento industriale (e.g. NaCl, inquinamento termico)?
A3		tratto	Le variabili chimico-fisiche di base mostrano concentrazioni pari a quelle tipo-specifiche attese in condizioni naturali?
A4			Sono presenti inquinanti sintetici specifici (e.g. pesticidi)?
A5			Sono presenti inquinanti specifici non sintetici (e.g. metalli)?
A6		La temperatura dell'acqua si discosta dalle condizioni attese?	
B1	<b>INQUINAMENTO DIFFUSO</b>	bacino	C'è rischio significativo di erosione del suolo nel bacino?
B2			Il fondovalle è principalmente occupato da aree naturali, semi-naturali e/o agricole a bassa intensità (e.g. pascoli)?
B3			% di agricoltura intensiva (soglia < 20%; in aree di pianura fino < 50%: verifica qualità acqua)
B4			% Vigneti, frutteti (soglia < 1% e non situati nella zona riparia)
B5			% Campi irrigati (soglia ≤ 10%; in aree di pianura fino < 25%: verifica qualità acqua)
B6			% Silvicultura (e.g. conifere, eucalipti; soglia < 30%)
B7			Allevamento di bovini: solo allevamento non intensivo - indicare criteri e tipo di allevamento
B8			Eventuali incendi su meno del 7% del bacino negli ultimi 6 anni e non lungo le sponde fluviali (tratto)
B9		tratto	Sono evidenti segni di eutrofizzazione (e.g. proliferazione di vegetazione acquatica)?
B10			Il pH è > 6? Se pH < 6 , è necessario determinare se il sito è acido per ragioni naturali
C1	<b>AREA RIPARIA</b>	tratto	% Uso naturale (sponda, berm, piana di esondazione, aree perfluviali; 30-100 m; soglia > 80% del tratto)
C2			% Uso agricolo non intensivo
C3			% Agricoltura intensiva oltre la sommità di sponda (sommata alle aree artificiali: soglia < 10%)
C4			% Agricoltura intensiva sulla sponda (sommata alle aree artificiali: soglia < 1%)
C5			% Aree artificiali oltre la sommità di sponda (sommata alle aree ad agricoltura intensiva: soglia < 10%)
C6			% Aree artificiali sulla sponda (sommata alle aree ad agricoltura intensiva: soglia < 1%)
C7		sito	Il sito è (quasi) interamente delimitato dalla vegetazione naturale (o seminaturale) tipo-specifica?
C8			La vegetazione riparia è Continua, Semi-continua, A gruppi irregolari, Piante isolate
C9			Le rive sono alterate (smosse) dal calpestio dovuto alla presenza di bestiame?

Si ritiene pertanto necessaria la quantificazione di eventuali variazioni di temperatura per la determinazione delle condizioni di riferimento. Variazioni nel regime termico possono essere legate a fattori antropici quali ad esempio rilasci d'acqua da impianti di trattamento, produzione idroelettrica, raffreddamento di impianti industriali, centrali termoelettriche, alterazioni a carico del profilo trasversale e longitudinale del fiume, alterazione della connettività con la falda, gestione della fascia riparia. Lo scostamento percentuale accettabile per un sito di riferimento rispetto alle temperature attese potrà essere relativamente ampio in ambienti già naturalmente sottoposti a notevoli escursioni termiche (e.g. fiumi temporanei) mentre dovrà necessariamente essere limitato in ambienti termicamente più stabili o, ad esempio, caratterizzati da basse temperature (e.g. fiumi alpini). Dovranno essere considerati sia lo scarto medio di temperatura dell'acqua sia la presenza di eventuali picchi di temperatura su un arco temporale giornaliero, settimanale o mensile, secondo la fonte di variazione. La quantificazione numerica dello scostamento accettabile di temperatura dalle condizioni attese richiede una banca dati di dettaglio e sufficientemente estesa per ciascuno dei principali tipi fluviali presenti in un determinato territorio. Per il momento, si è ritenuto opportuno proporre una quantificazione solo qualitativa di eventuali scarti di temperatura, demandando a successivi approfondimenti la possibilità di definire criteri numerici applicabili su larga scala.

#### B. Inquinamento diffuso (uso del territorio)

La valutazione dell'inquinamento diffuso avviene principalmente a scala di bacino, con l'aggiunta delle considerazioni fatte a livello di tratto e sito nell'area riparia (categoria C).

##### *A livello di bacino*

Sono da considerare alcuni criteri generici (e.g. rischio di erosione del suolo (B1), fondovalle occupato da territorio naturale (B2), che consentono una prima sommaria stima di possibili alterazioni connesse a pratiche agricole o alla circolazione di nutrienti/sostanze inquinanti a larga scala. In aggiunta, è fondamentale una quantificazione dell'uso agricolo (B3-B6) per cui vengono definite delle soglie di accettabilità, e della presenza di altri usi come causa possibile di inquinamento diffuso (B7) i.e. allevamenti.

Uso agricolo intensivo nel bacino (B3) inferiore a 20% come soglia di riferimento; soglia di rifiuto: superiore al 50%. In paesaggi agricoli di pianura, i siti con agricoltura intensiva da 20% a 50% possono essere considerati di riferimento solo se: 1) non c'è il rischio significativo di erosione del suolo; 2) le aree di fondo valle sono principalmente occupate da agricoltura a bassa intensità (principalmente pascoli

e/o da aree semi-naturali, e i corridoi ripariali sono globalmente preservati a scala di tratto e sito. Inoltre, tra il 20% e il 50% di agricoltura intensiva, deve essere effettuata una validazione con i risultati delle analisi dei parametri chimico-fisici.

Presenza di frutteti-vigneti (B4) inferiore a 1% e di campi irrigati (B5) inferiore a 10% (e comunque non situati nell'area più prossima al corso d'acqua). In ogni caso, la presenza di campi irrigati è da includere nella categoria agricoltura intensiva: in altre parole la somma di agricoltura intensiva e campi irrigati non deve superare il 20% nei siti di riferimento e la percentuale di campi irrigati non deve superare il 10%. La silvicoltura (B6), e.g. piantagioni di alberi quali ad esempio conifere, eucalipti, deve essere inferiore al 30%. Se nel bacino le piantagioni di alberi sono superiori al 30%, anche senza segno di acidificazione, il corridoio ripariale deve essere protetto e composto da vegetazione naturale tipo-specifica.

Gli allevamenti (B7), se presenti, dovrebbero essere sporadici (non intensivi). È inoltre da valutare la presenza di eventuali incendi nell'arco temporale di 3 anni (B8).

##### *A livello di tratto*

Non si devono osservare segni di eutrofizzazione (B9), i.e. proliferazione di piante - macrofite, alghe. Nel caso si osservassero lievi segni di eutrofizzazione, deve essere effettuata una validazione con i risultati delle analisi dei parametri chimico-fisici. Deve inoltre essere effettuata una misura del pH (B10).

#### C. Area riparia

Questa categoria comprende le potenziali cause di inquinamento diffuso rilevabili a livello di area riparia (e piana di esondazione).

##### *A livello di tratto*

È necessario quantificare l'uso del territorio secondo le 4 categorie elencate in Tab. 3 (Naturale, Agricolo non intensivo, Agricolo intensivo e Artificiale). Tale quantificazione deve essere effettuata in riferimento alla piana esondabile per un'ampiezza proporzionale alla grandezza del fiume secondo quanto riportato al capitolo 4. L'uso del suolo nel corridoio ripariale deve essere per più dell'80% ad aree seminaturali (C1). La valutazione della copertura ad agricoltura intensiva e aree artificiali deve essere effettuata sia oltre la sommità della sponda che nella parte più prossima all'alveo attivo (sponda fluviale). La copertura del suolo da agricoltura intensiva (C3), così come l'uso artificiale del territorio oltre la sommità (C5) della sponda, possono al massimo corrispondere al 10% del tratto. Qualora fosse simultaneamente rilevata la presenza di aree agricole ad uso intensivo e aree artificiali è la loro somma che non deve superare il 10%. Né



l'agricoltura intensiva (C4) né l'uso artificiale del territorio (C5), possono essere tollerati se presenti sull'area spondale. La loro presenza è ammessa solo oltre la sommità della sponda.

#### *A livello di sito*

A questo livello sono necessarie delle valutazioni qualitative relative all'integrità dei corridoi ripariali (C7-C9). Gli allevamenti eventualmente presenti (B7), non devono determinare importanti segni di calpestio (C9) delle sponde fluviali dovuti alla presenza massiccia di capi di bestiame. Quindi la presenza di allevamento è da intendersi come possibile causa non solo di alterazioni della qualità dell'acqua ma anche di modifiche degli habitat fluviali.

## **5.2 - Alterazioni Morfologiche (categoria D)**

#### *A livello di bacino*

Si richiede di contare il numero di dighe (D1) presenti a monte del sito. In generale, nei tratti fluviali a monte di siti di riferimento non dovrebbero essere presenti dighe che modifichino significativamente il trasporto dei sedimenti fluviali inducendo alterazioni morfologiche che si possono manifestare con e.g. evidenti segni di incisione dell'alveo. Ove siano presenti dighe, deve inoltre essere quantificata la distanza della diga a monte più vicina (D2). Tale distanza è da esprimersi come percentuale del rapporto tra la distanza della diga dal sito e la distanza del sito dalla sorgente. È inoltre necessario verificare se a livello di tratto siano presenti fenomeni di incisione dell'alveo (criterio D8) imputabili ad alterazioni antropiche e.g. presenza di briglie, dighe, rinforzi di sponda.

Bisogna inoltre verificare che non ci siano altre alterazioni nella continuità longitudinale (D3) che impediscano la naturale migrazione dei pesci e/o alterino il naturale trasporto di sedimenti.

#### *A livello di tratto*

Si richiede di quantificare la presenza di strutture trasversali che impediscano la migrazione longitudinale degli organismi, per tutta la lunghezza del corpo idrico sia a monte che a valle del sito come assenti (risposta No), poche o molte (D4-D5). Sarà l'operatore che compila la tabella, ove disponibile una quantificazione numerica, a scrivere nella porzione dedicata alle note il numero di tali strutture. Come criterio indicativo, fino a 3 barriere trasversali sono considerate poche, più di 3 molte. Se il sito o tratto di riferimento fosse in prossimità dei limiti del corpo idrico allora le domande relative alla continuità longitudinale dovranno anche riferirsi al corpo idrico adiacente a monte o a valle. Inoltre, per la valutazione della continuità longitudinale, l'ampiezza del tratto considerato potrà essere maggiore qualora si considerasse di particolare interesse la migrazione dei pesci, rispetto agli

invertebrati. In ogni caso, l'estensione del tratto da considerare, come pure eventuali criteri specifici relativi alla fauna ittica potranno essere suggeriti dagli esperti del gruppo.

L'alterazione nella continuità longitudinale verrà poi dettagliatamente valutata a livello di tratto. La conservazione o il ripristino della continuità fluviale dovranno consentire il movimento delle specie tipospecifiche attese in condizioni di riferimento. Per esempio, i pesci dovrebbero avere accesso ai fregolatoi, nonché alle aree di *nursery* e le specie *amphidromous* dovrebbero poter avere accesso al mare.

Più in particolare, si tollera esclusivamente la presenza di piccoli ponti che non abbiano piloni in alveo e senza spalle sulle sponde. Possono essere presenti solo piccoli guadi senza strutture artificiali in area spondale e alveo. Possono essere presenti traverse e soglie di piccole dimensioni e permeabili. Le strutture trasversali eventualmente presenti che occupano l'intera larghezza dell'alveo dovrebbero avere carattere temporaneo. Non è tollerata la presenza di tunnel, tombini, sottopassi, dighe e scarichi o prelievi per cui l'ampiezza del tubo di scarico/presa sia superiore a 1 m e/o che occupino sulla sponda un'estensione superiore all'ampiezza dell'alveo.

Le condizioni del substrato (D6) devono corrispondere a quelle specifiche del tipo o del sottotipo fluviale cui il tratto appartiene. Tratti con sedimentazione anomala (D7) sospetta (e.g. accumulo di limo), e.g. dovuta all'erosione di suoli agricoli o ad eventuali attività estrattive, o alla presenza di sbarramenti a monte, dovrebbero essere evitati. Qualora si riconoscesse l'origine glaciale del sedimento fine, nell'area di sicura influenza del ghiacciaio tale caratteristica (i.e. *siltation*) andrebbe considerata come naturale. Il profilo del fiume e le variazioni della larghezza e della profondità devono corrispondere alle condizioni specifiche del tipo o del sottotipo (D9).

Deve verificarsi la totale connessione laterale e verticale (D10) tra il corso d'acqua e il corpo idrico sotterraneo. Bisogna inoltre valutare la presenza di eventuali attività di estrazione di inerti (D11).

Meno del 10% del tratto può essere assoggettato a un impedimento di flusso (D12) i.e. riduzione della velocità di corrente attesa in condizioni naturali, dovuto agli effetti idraulici di traverse, paratoie, etc.

Meno del 15% del tratto deve essere assoggettato a opere significative di risezionamento (e.g. modificazione dei profili longitudinale e/o trasversale di sponde e alveo) (D13).

Meno del 10% del tratto deve essere assoggettato a opere significative di rinforzo della sponda o dell'alveo con materiale artificiale o meno del 15% del tratto assoggettato a opere significative di rinforzo della sponda o dell'alveo con materiale naturale. (D14)

Tab. 5 - Elenco dei criteri relativi alla valutazione dell'alterazione morfologica

codice	Scala di applicazione	CRITERIO	
D1	bacino	Sono presenti dighe a monte? Se no: 0; se si, indicare quante	
D2		A quale distanza è la diga più vicina a monte? (in % della distanza del sito dalla sorgente)	
D3		La continuità del fiume permette la migrazione indisturbata degli organismi acquatici (specialmente in fiumi con popolazioni ittiche naturali) e il trasporto del sedimento?	
D4	tratto	Sono presenti barriere a valle del sito che impediscano la migrazione longitudinale dei pesci (all'interno del corpo idrico)?	
D5		Sono presenti barriere a monte del sito che impediscano la migrazione longitudinale dei pesci (all'interno del corpo idrico)?	
D6		Le condizioni del substrato corrispondono a quelle specifiche del tipo (o sottotipo) fluviale a cui il corpo idrico appartiene?	
D7		Sono evidenziabili nell'alveo bagnato aree con forte deposito e/o accumulo di limo ( <i>siltation</i> ), in regime di magra o morbida?	
D8		Sono evidenti segni di incisione dell'alveo dovuti a fattori non naturali (e.g. per presenza di dighe, briglie, rinforzi di sponda)?	
D9		Il profilo del fiume (e.g. larghezza, profondità) corrisponde alle condizioni specifiche del tipo (o del sottotipo)?	
D10		Sono garantite le naturali interazioni e connessioni laterali e verticali con la falda e le interazioni tra alveo, area riparia e piana di esondazione?	
D11		Sono state effettuate negli ultimi 3 anni estrazioni in alveo di inerti (e.g. ghiaia, sabbia)?	
D12		% del tratto eventualmente interessato da impedimento del flusso ( <i>flow impedance</i> )	
D13		% Risezionamento di alveo e sponde (soglia < 15%)	
D14		% Rinforzo sponde e alveo (soglia < 10%)	
D15		% Arginatura con argini arretrati (soglia < 20% )	
D16		% Arginatura con argini addossati (soglia < 1% )	
D17		sito	Il sito è direttamente influenzato dalla presenza di una struttura artificiale vicina posta a monte o a valle?
D18			È presente qualche modificazione strutturale (e.g. traverse, pennelli, rinforzi)?

Meno del 20% del tratto deve possedere arginature con argini arretrati. Non sono ammessi argini addossati. (D15-D16)

Se c'è contemporanea presenza di canalizzazione e stabilizzazione, meno del 15% del tratto deve essere interessato da tali opere.

#### A livello di sito

Bisogna verificare l'assenza di qualsiasi modificazione strutturale all'interno del corso d'acqua e.g. dighe o traverse (D17-D18), che modifichino la connessione longitudinale, la mobilità del substrato, dell'acqua e del biota (eccetto per le cascate naturali). Possono essere accettate solo piccole costruzioni artificiali con effetti locali molto lievi.

**5.3 - Alterazioni idrologiche (categorie E-F)**

Tab. 6 - Elenco dei criteri relativi alla valutazione delle alterazioni idrologiche

codice		Scala di applicazione	CRITERIO
E1	<b>PRELIEVI IDRICI</b>	bacino	Riduzione di portata in periodi di magra a carico di dighe eventualmente presenti (riduzione < 20% della portata media mensile; deve essere comunque garantito un deflusso in alveo, se atteso secondo il regime naturale)
E2		tratto	Vengono effettuati prelievi d'acqua significativi? Se sì, indicare la % (riduzione < 20% della portata in ingresso)
E3			L'altezza della falda è compresa nell'ambito di variazione atteso in condizioni naturali?
F1	<b>REGOLAZIONE DEL FLUSSO</b>	bacino	Si verificano variazioni del regime annuale naturale (e.g. stagionalità del flusso di piena e di magra, curva di durata)?
F2			Ci sono dighe a monte che modificano significativamente il regime idrologico naturale (regolazione del flusso)? (soglia immagazzinamento invasi nel bacino < 5% della portata media annuale al sito)
F3		tratto	Il tratto in esame è soggetto a regolazione della portata?
F4			Si verificano fenomeni di picchi improvvisi di portata dovuti a regolazione del flusso idrico (i.e. <i>hydropeaking</i> )?

**E. Prelievi idrici**
*A livello di bacino*

La presenza di eventuali dighe o comunque l'immagazzinamento di acqua non devono alterare significativamente il regime di magra (E1).

L'eventuale alterazione ammessa deve mantenersi inferiore al 20% del flusso medio mensile e deve essere comunque garantito un deflusso in alveo, se atteso secondo il regime naturale.

*A livello di tratto*

Si accettano solo riduzioni molto lievi delle portate naturali (E2), tali che gli effetti sugli elementi di qualità siano trascurabili. L'effetto di eventuali opere potrà portare a riduzioni di portata massime inferiori al 20% del flusso in ingresso. L'effetto cumulativo della regolazione e dei prelievi idrici a scala di bacino e di tratto dovrà quindi mantenersi inferiore al 36% della portata naturale i.e. 20% legato alla presenza di dighe nel bacino e 16% dei prelievi a livello di tratto, dovuti a una riduzione massima del 20% dell'80% della portata naturale. Si richiede inoltre una valutazione dell'altezza della falda (E3).

**F. Regolazione del flusso del fiume**
*A livello di bacino*

La presenza di eventuali dighe o comunque l'uso e l'immagazzinamento dell'acqua non devono alterare significativamente il regime idrologico naturale (F1) (regolazione del flusso), ad esempio con la soppressione di piene frequenti (<5 anni) e con conseguenti anomali sviluppi di vegetazione nel canale e differente assetto della aree di erosione e deposito.

La capacità totale di immagazzinamento di un eventuale lago artificiale nel bacino deve essere inferiore al 5% della portata media annuale al sito. Se l'acqua viene reimpressa nel fiume, il 5% è da intendersi per singola opera (F2). Se non viene reimpressa, allora il 5% sarà la capacità cumulativa di tutte le opere che immagazzinano o sottraggono acqua a monte.

*A livello di tratto*

Si deve verificare l'assenza di regolazione del flusso (F3) e non si devono manifestare fenomeni di picchi di portata improvvisi (*hydropeaking*) (F4). Una soglia orientativa per stimare la possibile incidenza di *hydropeaking* è:  $Q_{hydropeaking} / Q_{baseflow} < 2$ . In alternativa, qualora non si disponesse delle misure di portata, si potranno effettuare indagini di campo.

#### 5.4 - Pressioni Biologiche (descrittive/ausiliarie) (categoria G)

Tab. 7 - Elenco dei criteri relativi alla valutazione delle pressioni biologiche

codice		Scala di applicazione	CRITERIO
G1	<b>PRESSIONI BIOLOGICHE</b>	sito	Sono presenti specie invasive (flora e fauna)? Se si, quali?
G2			La comunità acquatica tipo-specifica è alterata dalla presenza di specie alloctone?
G3			Sono normalmente presenti pescatori, nelle stagioni idonee alla pesca?
G4			Sono presenti attività intensive di pesca?
G5			È stata effettuata biomanipolazione nel sito?

Non è tollerata alcuna alterazione significativa della comunità acquatica nativa dovuta alla presenza di specie alloctone (G2) che, se presenti non devono essere invasive (G1). Non è tollerata alcuna attività di pesca intensiva (G4). Eventuali attività di pesca e gli impianti di acquacoltura non devono avere impatti significativi sulla popolazione ittica tipica residente (G3-G4). I siti di riferimento non devono aver subito biomanipolazione (G5).

Per specie alloctone si intendono (definizione preliminare) quelle specie non autoctone introdotte recentemente (cioè e.g. durante il XX secolo) o tuttora in una fase iniziale di diffusione nel tratto del fiume, non note per il rischio di essere invasive.

N.B.: una definizione condivisa di specie alloctone dovrebbe essere formulata a livello europeo portando ad una solida definizione di 'specie alloctone' e 'specie tipo-specifiche' e chiarendo se l'una può sostituire l'altra e se si a quali condizioni. Per specie invasive si intendono (definizione preliminare) quelle specie alloctone nella fase di colonizzazione attiva, che siano quantitativamente dominanti nella loro rispettiva comunità e il cui sviluppo alteri significativamente la composizione e l'abbondanza delle comunità tipo-specifiche.

Queste specie, per gli effetti diretti o indiretti, possono indurre un rischio di estinzione di specie autoctone e alterare il funzionamento dell'ecosistema fluviale.

Si noti come le specie alloctone e invasive includano sia la flora che la fauna e debbano essere ricercate anche dell'area riparia.

#### 5.5 - Altre pressioni (descrittive/ausiliarie) (categoria H)

Tab. 8 - Elenco dei criteri relativi alla valutazione di altre eventuali pressioni

codice		Scala di applicazione	CRITERIO
H1	<b>ALTRE PRESSIONI</b>	tratto	È operato un uso ricreativo intensivo?
H2			Ci sono altri usi che potrebbero interferire con la naturalità del sito?
			...
			...
			...



A scala di sito, per i siti di riferimento, non è tollerato un uso ricreativo intensivo (H1). Per uso ricreativo sono da intendersi usi stabili quali: siti di balneazione, canottaggio e altri usi minori quali campeggi, etc. Se presenti, gli usi ricreativi non devono indurre alcun deterioramento, nemmeno lieve, dell'ecosistema. Infine esiste la possibilità di segnalare la presenza di eventuali altre alterazioni possibili, non riportate nella lista attuale dei criteri da valutare per la selezione di siti di riferimento.

È utile ricordare che, qualora l'Ente che opererà la disamina dei dati disponibili, fosse a conoscenza di possibili cause di alterazione non esplicitamente riportate nel presente documento ma ritenute importanti, tali ulteriori fonti di alterazione dovrebbero essere riportate come criteri aggiuntivi.

#### 5.6 - Rilevanza dei criteri per i diversi elementi di qualità

In generale, i criteri elencati si ritengono sufficientemente informativi per le componenti macrobentonica, fitobentonica e macrofitica. Per la componente ittica è attesa l'indicazione di ulteriori criteri dedicati. Analogamente altri criteri potranno essere indicati per quanto riguarda gli aspetti idromorfologici.

## 6- AFFIDABILITÀ DI UN SITO FLUVIALE QUALE SITO DI RIFERIMENTO

### 6.1 - Soglie di riferimento e di rifiuto

Al fine di poter derivare degli elementi di giudizio comuni e utili per effettuare una comparazione diretta di siti/situazioni differenti, è possibile attribuire delle soglie a molti dei criteri considerati.

Per la maggior parte dei criteri di pressione sono state definite due soglie:

- 1) una soglia cosiddetta di 'riferimento', sotto la quale un sito è considerato come 'probabile sito di riferimento';
- 2) una soglia di 'rifiuto', corrispondente ad un'alta probabilità di impatti significativi per quel dato criterio, sopra la quale il sito non dovrebbe essere selezionato come sito di riferimento.

Qualora il criterio in esame prevedesse delle soglie qualitative (e.g. No/Sporadici/Significativi), all'atto della compilazione della tabella per ciascun sito sarà necessario specificare quali siano stati i criteri di dettaglio utilizzati per rispondere.

Il giudizio globale sull'affidabilità teorica di un sito come sito di riferimento deriverà dalla combinazione tra il tipo di informazione utilizzata per verificare la rispondenza ai criteri, il punteggio ottenuto dalle singole risposte e il numero di volte che le soglie siano state superate. A ciascuna risposta (i.e. criterio) potrà quindi essere attribuito un punteggio al fine di giungere ad un giudizio di affidabilità del sito quale sito di riferimento. Il punteggio massimo sarà assegnato ai criteri per i quali sono rispettate le soglie di riferimento, punteggio intermedio se i limiti vengono superati di poco (cioè ci si trova tra soglia di riferimento e soglia di rifiuto) e infine punteggio pari a 0 per i criteri per i quali sia oltrepassata la soglia di rifiuto.

### 6.2 - Importanza dei singoli criteri

È stato attribuito un livello di importanza relativa a ciascun criterio, che è quindi stato catalogato come irrinunciabile (IR), importante (IM) e accessorio (AC). L'attribuzione ad una di queste 3 categorie è stata effettuata in relazione al fatto che il criterio in esame possa o meno rappresentare un elemento decisivo di accettabilità del sito come sito di riferimento. Per esempio, è stata dimostrata una forte correlazione tra uso artificiale del territorio, concentrazione di sostanze inquinanti e pericolose e alterazione della composizione delle comunità biotiche (Wasson et al., 2005). La quantificazione dell'uso artificiale del territorio è stata pertanto considerata un'informazione irrinunciabile. La Tabella 9 riporta l'elenco dei criteri 'irrinunciabili'. Si specifica inoltre che l'importanza dei criteri non è stata assegnata sulla base della disponibilità dei dati per la quantificazione dei diversi tipi di pressione, ma sulla presunta significatività dei possibili effetti sulle comunità biologiche. Mentre lo *screening* iniziale potrà sicuramente essere basato sull'analisi di dati a larga scala (vedi introduzione), indagini di campo risulteranno in molti casi fondamentali per l'effettiva validazione dei siti di riferimento e potranno quindi essere pianificate anche in funzione delle diverse categorie di importanza delle varie pressioni.

In successive valutazioni, verrà dato più peso ai criteri considerati 'irrinunciabili' (e.g. peso 1), un peso intermedio ai criteri 'importanti' (e.g. peso 0.6) e poco peso ai criteri 'accessori' (e.g. peso 0.2). L'attribuzione di ciascun criterio ad una delle tre categorie rappresenta inevitabilmente un compromesso tra gli indirizzi normativi, la rilevanza scientifica e la reale disponibilità/reperibilità dei dati. Oltre al diverso peso attribuito in funzione dell'importanza dei singoli criteri, si potrà prevedere un numero massimo di criteri superabili, che decrescerà al crescere dell'importanza dei singoli criteri (e.g. non più di 2 criteri irrinunciabili possono superare la soglia di rifiuto).

Nel processo di selezione dei siti di riferimento si potrà quindi porre maggiore attenzione ai criteri irrinunciabili e verificare che i siti selezionati non superino le soglie di rifiuto per tali criteri.

Il punteggio ottenuto per i singoli criteri verrà moltiplicato per il rispettivo peso del criterio e normalizzato sul punteggio massimo ottenibile nella macrocategoria a cui la domanda afferisce (i.e. Inquinamento, Alterazioni morfologiche, Alterazioni idrologiche).

I punteggi ottenuti per le diverse macrocategorie potranno quindi essere sommati e divisi per il numero di macrocategorie (3), a cui viene quindi attribuita pari importanza, in modo da ottenere il punteggio medio del sito, sulla base del quale valutarne l'accettabilità come 'sito di riferimento'. Tale punteggio varierà da 0 (punteggio minimo) a 1 (punteggio massimo), corrispondente ad un sito di riferimento ideale. In linea generale, si potranno verificare casi in cui la soglia di rifiuto venga superata per qualche criterio, ma, sulla base del punteggio medio del sito, si potrà ritenere il sito comunque attendibile come sito di riferimento. Si potranno stabilire dei vincoli per cui se più di un certo numero di criteri irrinunciabili e /o importanti superano la soglia di rifiuto allora il sito non potrà essere accettato come sito di riferimento.

Le indicazioni qui proposte per verificare l'affidabilità di un sito come sito di riferimento hanno carattere

orientativo e i singoli criteri andranno verificati sulla base dei nuovi dati esplicitamente raccolti per l'implementazione della 2000/60/CE. Inoltre, potrà essere necessario fornire ulteriori e più specifici criteri di attribuzione di punteggio per giungere alla valutazione di accettabilità finale di siti fluviali di riferimento.

Al momento si è ritenuto sufficiente fornire le indicazioni relative all'impostazione del sistema generale di validazione dei siti di riferimento, non volendosi vincolare a criteri numerici predefiniti in una fase nella quale i dati a disposizione sono, spesso, ancora insufficienti. Sulla base dei dati ottenuti e raccolti da Regioni, Agenzie ed Autorità di Bacino negli anni 2008 e 2009 si potrà procedere a definire un sistema di validazione, possibilmente con il coordinamento di MATTM ed il contributo di ISPRA, che sarà tanto più robusto quanto maggiori saranno i dati a disposizione. Si ritiene importante procedere al più presto con la compilazione della tabella in allegato (allegato A) per tutti i siti che si presume possano essere considerati di riferimento al fine di costituire un database che contenga informazioni su quali siano le condizioni effettivamente osservate nei siti meno alterati presenti sul territorio e quindi procedere ad una definizione più rigorosa delle soglie di accettabilità per i siti di riferimento.

Tab 9 - Lista dei criteri irrinunciabili

Inquinamento	A1	bacino	% di uso artificiale (soglia <0.4; se fino < 0.8%: verifica qualità acqua)
	A3	tratto	Le variabili chimico-fisiche di base mostrano concentrazioni pari a quelle tipo-specifiche attese in condizioni naturali?
	A4		Sono presenti inquinanti sintetici specifici (e.g. pesticidi)?
	A5		Sono presenti inquinanti specifici non sintetici (e.g. metalli)?
	A6		La temperatura dell'acqua si discosta dalle condizioni attese?
	C1		% Uso naturale (sponda, berm, piana di esondazione, aree perifluviali; 15-100 m; soglia > 80% del tratto)
Alterazioni Morfologiche	D6	tratto	Le condizioni del substrato corrispondono a quelle specifiche del tipo (o sottotipo) fluviale a cui il corpo idrico appartiene?
	D12		% del tratto eventualmente interessato da impedimento del flusso ( <i>flow impedance</i> )
	D13		% Risezionamento di alveo e sponde (soglia < 15%)
	D14		% Rinforzo sponde e alveo (soglia < 10%)
	D16		% Arginatura con argini addossati (soglia < 1% )
Alterazioni idrologiche	E1	bacino	Riduzione di portata in periodi di magra a carico di dighe eventualmente presenti (riduzione < 20% della portata media mensile; deve essere comunque garantito un deflusso in alveo, se atteso secondo il regime naturale)
	E2	tratto	Vengono effettuati prelievi d'acqua significativi? Se sì, indicare la % (riduzione < 20% della portata in ingresso)
	F3		Il tratto in esame è soggetto a regolazione della portata?
	F4		Si verificano fenomeni di picchi improvvisi di portata dovuti a regolazione del flusso idrico (i.e. <i>hydropeaking</i> )?

Per ciascuna categoria di informazione (da A a H) potranno essere utilizzati indicatori e/o metodi di calcolo dedicati, che potranno affiancare o sostituire, se di uguale o maggiore dettaglio o basati su informazioni di migliore qualità (si veda al riguardo la Tab.1), i criteri qui proposti.

La validità dei dati relativi ai singoli criteri richiederà naturalmente l'utilizzo di metodi adeguati per ciascuna categoria di pressione (si vedano anche i paragrafi 2.2 e 3). Più in particolare, per gli aspetti chimico-fisici (e.g. categorie A e B partim) si potrà fare riferimento ai metodi attualmente in uso (APAT-IRSA, 2003) o in fase di sviluppo. Per la stima dell'inquinamento diffuso (B) e di altri criteri a scala di bacino si considereranno i metodi in uso a scala nazionale o regionale/provinciale, unitamente a CORINE land cover o sistemi analoghi. Per le informazioni relative all'area riparia (C) e morfologia (D), si farà in primo luogo riferimento ad informazioni già disponibili avendo cura di integrarle, qualora necessario, con metodi in linea con le indicazioni CEN (2004; 2008). Tra questi, per esempio, potrà essere utilizzato il metodo CARAVAGGIO (Buffagni et al., 2005) o metodi al medesimo livello di dettaglio e/o dedicati a singoli aspetti in esame.

In particolare, lo studio degli aspetti morfologici potrà, e dovrebbe, avvalersi di studi a scala di bacino, fotointerpretazione, approcci tipicamente geomorfologici, etc. Tali studi, sia per l'impiego di risorse richieste, sia per la relazione meno diretta con la risposta biologica, qualora non ancora condotti, potranno essere effettuati in una seconda fase, per finalizzare adeguati piani di bacino per la WFD.

Per i prelievi idrici (E) e la regolazione del flusso (F), molte informazioni dovrebbero essere già disponibili presso le autorità competenti, secondo le normative nazionali e regionali. Ulteriori specifiche potranno essere proposte da ISPRA, dagli Enti di ricerca o da altri Enti coinvolti nel processo di implementazione della WFD in Italia.

Per quanto riguarda le pressioni biologiche (G), non sono attualmente disponibili metodi in grado di consentirne lo studio in modo omogeneo. Si rimanda pertanto a successivi documenti e linee guida prodotti presumibilmente a livello comunitario.

### **6.3 - Siti/aree per i quali non tutti i criteri possono essere soddisfatti**

In alcuni tipi fluviali (e.g. zone aride o di pianura) sarà possibile definire, caso per caso, soglie meno restrittive per criteri specifici (e.g. silvicoltura, agricoltura intensiva, prelievi idrici). Tali soglie potranno essere accettate per tali criteri specifici a condizione che per tutti gli altri criteri vengano rispettati i limiti definiti a livello generale e che quindi

risultino essere infine pochi i criteri per i quali sia necessario adottare una procedura di eccezione. Inoltre, per specifici tipi fluviali potrà verificarsi che alcuni criteri elencati in Tabb. 4-8 non possano essere soddisfatti per ragioni naturali. In tal caso, detti criteri potranno essere esclusi nella formulazione di un giudizio che determinerà l'accettabilità di un sito come sito di riferimento. Come detto, un sito di riferimento deve essere univocamente attribuito ad un tipo fluviale secondo la classificazione tipologica nazionale (Buffagni et al., 2006). Peraltro, in presenza di attribuzione a sottotipi o di inquadramento in schemi tipologici locali/regionali, le informazioni utilizzate per tali attribuzioni potranno essere la base per la formulazione di specifiche di dettaglio o per la proposta di eccezioni nell'applicazione dei criteri indicati in Tabb. 4-8 (Allegato A).

Qualora si dovesse verificare che in alcuni tipi fluviali siano soddisfatti i criteri per due sole delle tre macrocategorie, tale informazione i.e. la macrocategoria che risulta alterata, sarà molto utile in merito alle componenti da ripristinare affinché il sito possa, in seguito ad eventuali interventi di recupero, risultare sito di riferimento a tutti gli effetti nel successivo piano di monitoraggio.

In generale, se non fossero disponibili dati di siti di riferimento probabili, dovranno essere raccolti dati dai siti che più si avvicinano alle condizioni di riferimento, in modo da poter pianificare interventi adeguati a far sì che tali siti possano diventare siti di riferimento in una seconda fase. In tale ottica la raccolta di dati da siti che si avvicinano alle condizioni di riferimento, pur non rappresentandole in modo completo, deve essere principio dominante rispetto al solo sviluppo di modelli che definiscano le condizioni di riferimento potenziali.

## **7 - VALIDAZIONE BIOLOGICA DEI SITI DI RIFERIMENTO**

Una volta selezionati i siti di riferimento sulla base delle pressioni antropiche è necessario che essi vengano validati su base biologica.

Per siti di riferimento accettabili, i diversi elementi di qualità dovranno portare ad una classificazione biologica non inferiore allo stato 'buono'.

È possibile che in talune aree geografiche siano presenti solo pochi siti di riferimento e che tali siti non soddisfino i criteri per tutti gli elementi biologici di qualità. Fermo restando il prerequisito per cui, nei siti di riferimento, l'alterazione dovuta a cause antropiche non può essere più che lieve, qualora non fossero disponibili siti di riferimento in numero sufficiente, è necessario considerare la selezione di siti che risultino moderatamente alterati e nei quali gli effetti di tali alterazioni si rivelino significativi solo per uno o pochi elementi biologici. I siti così selezionati non potranno essere considerati siti di riferimento effettivi, anche se i dati raccolti per uno

specifico elemento di qualità saranno utilizzati per stabilire condizioni di riferimento provvisorie per quell'elemento. In ogni caso, bisognerà dimostrare come tale livello di (lieve) alterazione antropica non abbia degli effetti significativi sull'elemento biologico che si sta considerando i.e. il sito dovrà essere classificato in stato elevato per quell'elemento biologico. Ricordiamo infine che ulteriori approfondimenti, rispetto ai criteri elencati nel presente documento, potranno essere proposti per specifici elementi di qualità biologica.

Si suggerisce di verificare attentamente quei siti che si presentino come *outlier* dal punto di vista biologico ed eventualmente eliminarli dal *pool* di siti di riferimento. Se gli *outlier* osservati possono essere messi in relazione ad eventi naturali quali e.g. piene o secche, che influiscono temporaneamente sulle condizioni biologiche, allora tali *outlier* potranno essere considerati all'interno della naturale variabilità di un sito (ECOSTAT, 2007). In quest'ultimo caso, o quando singoli *outlier* si riferiscono a particolari periodi dell'anno, si potrà procedere all'esclusione dalle analisi dei singoli campioni e non necessariamente del sito in quanto tale.

In generale, è necessario tener presente che, contestualmente al campionamento dell'elemento di qualità necessario alla validazione preliminare di potenziali siti di riferimento, ove possibile andranno raccolti e conservati campioni relativi anche agli altri elementi di qualità. Tali campioni potranno essere utilizzati successivamente per descrivere le condizioni di riferimento per gli altri elementi di qualità e per fornire una validazione complessiva del sito come sito di riferimento.

## 8 - IMPLICAZIONI GESTIONALI

Una volta riconosciuto un tratto fluviale come 'sito di riferimento', si raccomanda di porre in atto tutte le azioni gestionali e di protezione utili alla sua salvaguardia (e.g. Art. 4 della WFD), anche di tipo normativo.

Nei siti di riferimento, per preservare lo stato osservato per le caratteristiche idromorfologiche sarà necessario tutelare non solo quel tratto di fiume riconosciuto come tratto in condizioni di riferimento, ma è fondamentale che per tutto il bacino a monte e per un significativo tratto a valle non vengano realizzate opere che alterino in modo permanente la continuità longitudinale e la connettività laterale e verticale del fiume. In particolare, dovrà essere evitata la realizzazione di nuove opere di presa, dighe, briglie a carattere permanente, etc., che determinerebbero un'importante alterazione del trasporto solido nel fiume e ostacolerebbero i naturali processi di dinamica fluviale. Inoltre, dovranno essere evitati interventi sul canale e sulle

sponde che possano determinare fenomeni di incisione del canale su estese porzioni fluviali o limitarne in modo sensibile le possibilità di divagazione. Al contrario, dovrà essere ricercata una gestione delle aree fluviali e del bacino idrografico volta a favorire i naturali processi di dinamica fluviale.

A tale riguardo, è importante ricordare che i criteri elencati nel presente lavoro sono ritenuti utili alla selezione di siti di riferimento, in particolare per poter successivamente procedere alla necessaria taratura dei sistemi di classificazione, e non hanno finalità di gestione diretta del territorio. Perciò, si dovrà spesso tener conto, nella gestione effettiva dei corsi d'acqua, di scale spaziali e temporali più ampie di quelle proposte per la selezione di siti di riferimento, maggiormente legata alle scale di risposta degli organismi biologici. Peraltro, è opportuno ritenere che, in molti casi, le informazioni raccolte per la selezione di siti di riferimento potranno essere utilizzate anche a scala più ampia e si riveleranno utili per guidare ulteriori approfondimenti in aree o bacini fluviali dove si disponga attualmente di informazioni non esaustive. Infine, si ricorda l'urgenza di inserire al più presto, per i principali tipi fluviali, almeno alcuni siti di riferimento, siano solo 'possibili' o validati, nelle reti di monitoraggio per la WFD, al fine di poter redigere Piani di Bacino efficaci ed in linea con le richieste normative entro il termine ultimo del dicembre 2009.

## Ringraziamenti

Si ringraziano ARPA, APPA e Regioni per gli utili commenti al testo. Si ringraziano inoltre i componenti del gruppo di lavoro che nelle fasi iniziali della stesura del documento hanno contribuito alla discussione per il miglioramento della proposta. Siamo inoltre grati al collega Silvio Capri (CNR-IRSA, Roma) per il prezioso supporto fornito nell'editing del documento.

## BIBLIOGRAFIA MINIMA

- APAT, 2005. La realizzazione in Italia del progetto europeo *Corine Land Cover 2000*. Rapporti 36/2005 APAT, 86 pp.
- APAT & IRSA-CNR, 2003. Metodi Analitici per le Acque. Volume Primo. APAT Manuali e Linee guida 29/2003: 1-490.
- APAT & IRSA-CNR, 2003. Metodi Analitici per le Acque. Volume Secondo. APAT Manuali e Linee guida 29/2003: 493-839.
- APAT & IRSA-CNR, 2003. Metodi Analitici per le Acque. Volume Terzo. APAT Manuali e Linee guida 29/2003: 843-1153.



- Alpine GIG, 2006. Annex C. Alpine GIG. Intercalibration of the boundary values for the macrozoobenthos. Technical aspects of the comparison of the boundary values by using the ICMi – method and Final results. Alpine GIG, 38pp.
- Buffagni A., Ciampittiello M. & Erba S., 2005. Il rilevamento idromorfologico e degli habitat fluviali nel contesto della Direttiva Europea sulle Acque (WFD): principi e schede di applicazione del metodo CARAVAGGIO. *Notiziario dei Metodi Analitici Ist. Ric. Acque*, Dicembre 2005 (2), 32-46.
- Buffagni A., Munafò M., Tornatore F., Bonamini I., Didomenicantonio A., Mancini L., Martinelli A., Scanu G., Sollazzo C., 2006. Elementi di base per la definizione di una tipologia per i fiumi italiani in applicazione della Direttiva 2000/60/EC. *Notiziario dei Metodi Analitici Ist. Ric. Acque*, Dicembre 2006: 2-19.
- Central/Baltic GIG, 2007. WFD Intercalibration Technical Report. Part 1. Rivers. Section 2 – benthic macroinvertebrates, Central/Baltic GIG, 30pp.
- CEN, 2004. EN14614:2004. Water Quality: Guidance Standard for Assessing the Hydromorphological Features of Rivers. CEN TC 230/WG 2/TG 5: N47.
- CEN, 2008. Water Quality – Guidance Standard on Determining the Degree of Modification of River Hydromorphology. CEN TC 230/WG 2/TG 5: N65, Working document, Jan08.
- CIS, 2003. REFCOND Guidance - Guidance on establishing reference conditions and ecological status class boundaries for inland surface waters. Produced by CIS working group 2.3 – REFCOND. 2003-03-05, 93 pp.
- DECRETO 16 giugno 2008, n. 131: Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: «Norme in materia ambientale», predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto. (Supplemento Ordinario n. 189 alla Gazzetta Ufficiale n. 187 del 11 agosto 2008).
- ECOSTAT, 2007. Guidelines on intercalibration results and reference conditions – version 3.2 – 18 June 2007. 9 pp.
- EUROPEAN COMMISSION, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities* L 327, 22.12.2000, 1–72.
- MEDITERRANEAN GIG, 2007. WFD Intercalibration Technical Report- Rivers. Benthic Invertebrates. 1 May 2007 Mediterranean GIG, 21 pp.
- Wasson J-G., Villeneuve B., Mengin N., Pella H. & Chandesris A., 2005. Modèles pressions / impacts. Approche méthodologique, modèles d'extrapolation spatiale et modèles de diagnostic de l'état écologique basés sur les invertébrés en rivière (IBGN). CEMAGREF, Lyon. 64pp.

CNR-IRSA

Allegato A - Tabella verifica criteri per la selezione di siti di riferimento fluviali per la Direttiva 2000/60/EC

		Nome sito		Fiume		Regione		Latitudine		Longitudine		Codice Tipo		Cod. Corpo Idrico		Risposta		Tipo di Informazione (0-6)		Lunghezza del Metodo		Commenti / Fonte di alterazione		Tipo risposta	
ordine	codice	Scala di applicazione		Criterio																					
1	A1	bacino		% di uso artificiale (soglia <0.4; se fino < 0.8%: verifica qualità acqua)																				Numerico: %	
2	A2	bacino		È presente qualche fonte particolare di inquinamento industriale (e.g. NaCl, inquinamento termico)? Le variabili chimico-fisiche di base mostrano concentrazioni pari a quelle tipo-specifiche attese in condizioni naturali?																				No/Sì	
3	A3	tratto		Sono presenti inquinanti sintetici specifici (e.g. pesticidi)?																				Sì/Parzialmente/No (si veda Allegato C; Numerico: valore delle concentrazioni)	
4	A4	tratto		Sono presenti inquinanti sintetici specifici (e.g. pesticidi)?																				No/In tracce/Sì	
5	A5	tratto		Sono presenti inquinanti specifici non sintetici (e.g. metalli)?																				No/In tracce/Sì	
6	A6	tratto		La temperatura dell'acqua si discosta dalle condizioni attese?																				No / In modo lieve / In modo sensibile	
7	B1	bacino		C'è rischio significativo di erosione del suolo nel bacino?																				No/Modesto/Elevato	
8	B2	bacino		Il fondovalle è principalmente occupato da aree naturali, semi-naturali e/o agricole a bassa intensità (e.g. pascoli)?																				Sì/No	
9	B3	bacino		% di agricoltura intensiva (soglia < 20%; in aree di pianura fino < 50%; verifica qualità acqua)																				Numerico: % (si veda Allegato C; Numerico: valore delle concentrazioni)	
10	B4	bacino		% Vigneti, frutteti (soglia < 1% e non situati nella zona riparia)																				Numerico: %	
11	B5	bacino		% Campi irrigati (soglia ≤ 10%; in aree di pianura fino < 25%; verifica qualità acqua)																				Numerico: % (si veda Allegato C; Numerico: valore delle concentrazioni)	
12	B6	bacino		% Silvicultura (e.g. conifere, eucalpti; soglia < 30%)																				Numerico: %	
13	B7	bacino		Allevamento: solo allevamento non intensivo - indicare criteri e tipo di allevamento																				Assente / Sporadico / Significativo	
14	B8	bacino		Eventuali incendi su meno del 7% del bacino negli ultimi 6 anni e non lungo le sponde fluviali (tratto)																				Sì / Parzialmente / No	
15	B9	tratto		Sono evidenti segni di eutrofizzazione (e.g. proliferazione di vegetazione acquatica)?																				No / Lievi / Significativi	
16	B10	tratto		Il pH è > 6; è necessario determinare se il sito è acido per ragioni naturali																				Numerico: misura del pH	
17	C1	tratto		% Uso naturale (sponda, berm, piana di esondazione, aree perfluviali; 30-100 m; soglia > 80% del tratto)																				Numerico: %	
18	C2	tratto		% Uso agricolo non intensivo																				Numerico: %	
19	C3	tratto		% Agricoltura intensiva oltre la sommità di sponda (sommata alle aree artificiali; soglia < 10%)																				Numerico: %	
20	C4	tratto		% Agricoltura intensiva sulla sponda (sommata alle aree artificiali; soglia < 1%)																				Numerico: %	
21	C5	tratto		% Aree artificiali oltre la sommità di sponda (sommata alle aree ad agricoltura intensiva; soglia < 10%)																				Numerico: %	
22	C6	tratto		% Aree artificiali sulla sponda (sommata alle aree ad agricoltura intensiva; soglia < 1%)																				Numerico: %	
23	C7	tratto		Il sito è (quasi) interamente delimitato dalla vegetazione naturale (o seminaturale) tipo-specifica?																				Sì / Parzialmente / No	
24	C8	sito		La vegetazione riparia è Continua, Semi-continua, A gruppi irregolari, Piante isolate																				Co/Sc/Gr/Is	
25	C9	sito		Le rive sono alterate (smosse) dal calpestio dovuto alla presenza di bestiame?																				No / Poco / Sì	

**Allegato A - (segue)**

26	D1	bacino	Sono presenti dighe a monte? Se no: 0; se si, indicare quante							Numero Numerico %
27	D2		A quale distanza è la diga più vicina a monte? (in % della distanza del sito dalla sorgente)							
28	D3		La continuità del fiume permette la migrazione indisturbata degli organismi acquatici (specialmente in fiumi con popolazioni ittiche naturali) e il trasporto del sedimento?							Si / Parzialmente / No
29	D4		Sono presenti barriere a monte del sito che impediscono la migrazione longitudinale dei pesci (all'interno del corpo idrico)?							No/poche/molte
30	D5		Sono presenti barriere a monte del sito che impediscono la migrazione longitudinale dei pesci (all'interno del corpo idrico)?							No/poche/molte
31	D6		Le condizioni del substrato corrispondono a quelle specifiche del tipo (o sottotipo) fluviale a cui il corpo idrico appartiene?							Si / Parzialmente / No
32	D7		Sono evidenziabili nell'alveo bagnato aree con forte deposito e/o accumulo di fango ( <i>siltation</i> ), in regime di magra o morbida?							No / Poche / Si
33	D8		Sono evidenti segni di incisione dell'alveo dovuti a fattori non naturali (e.g. per presenza di dighe, briglie, rinforzi di sponda)?							No / Lievi / Si
34	D9		Il profilo del fiume (e.g. larghezza, profondità) corrisponde alle condizioni specifiche del tipo (o del sottotipo)?							Si / Parzialmente / No
35	D10	tratto	Sono garantite le naturali interazioni e connessioni laterali e verticali con la falda e le interazioni tra alveo, area riparia e piana di esondazione?							Si / Parzialmente / No
36	D11		Sono state effettuate negli ultimi 3 anni estrazioni in alveo di inerti (e.g. ghiaia, sabbia)?							No/poche/molte
37	D12		% del tratto eventualmente interessato da impedimento del flusso ( <i>flow impedance</i> )							Numerico%
38	D13		% Rinforzamento di alveo e sponde (soglia < 15%)							Numerico%
39	D14		% Rinforzo sponde e alveo (soglia < 10%)							Numerico%
40	D15		% Arginatura con argini arretrati (soglia < 20%)							Numerico%
41	D16		% Arginatura con argini addossati (soglia < 1%)							Numerico%
42	D17	sito	Il sito è direttamente influenzato dalla presenza di una struttura artificiale vicina posta a monte o a valle?							No/Si
43	D18		È presente qualche modificazione strutturale (e.g. traverse, pennelli, rinforzi)?							No/Si
44	E1	bacino	Riduzione di portata in periodi di magra a carico di dighe eventualmente presenti (riduzione < 20% della portata media mensile; deve essere comunque garantito un deflusso in alveo, se atteso secondo il regime naturale)							Numerico: %
45	E2		Vengono effettuati prelievi d'acqua significativi? Se si, indicare la % (riduzione < 20% della portata in ingresso)							Numerico: %
46	E3	tratto	L'altezza della falda è compresa nell'ambito di variazione atteso in condizioni naturali?							Si / Parzialmente / No
47	F1	bacino	Si verificano variazioni del regime annuale naturale (e.g. stagionalità del flusso di piena e di magra, curva di durata)?							No / Lievi / Si
48	F2		Ci sono dighe a monte che modificano significativamente il regime idrologico naturale (regolazione del flusso)? (soglia immagazzinamento invasi nel bacino < 5% della portata media annuale al sito)							Numerico: %
49	F3	tratto	Il tratto in esame è soggetto a regolazione della portata?							No / Lievemente / Si
50	F4		Si verificano fenomeni di picchi improvvisi di portata dovuti a regolazione del flusso idrico (i.e. <i>hydropneaking</i> )?							No/Si
51	G1		Sono presenti specie invasive (flora e fauna)? Se si, quali?							No / Poche / Molte
52	G2		La comunità acquatica tipo-specifica è alterata dalla presenza di specie alloctone?							No / Lievemente / Si
53	G3	sito	Sono normalmente presenti pescatori, nelle stagioni idonee alla pesca?							No / Occasionalmente / Si
54	G4		Sono presenti attività intensive di pesca?							No / Occasionalmente / Si
55	G5		È stata effettuata biomaniolazione nel sito?							No/Si (specificare)
56	H1	tratto	È operato un uso ricreativo intensivo?							No/Si (specificare)
57	H2		Ci sono altri usi che potrebbero interferire con la naturalità del sito?							No/Si (specificare)
58			...							No/Si (specificare)
59			...							
...			...							
<b>Note di carattere generale</b>										
1										
...										
...										
...										
...										

**Allegato B - Sistema di nomenclatura Corine Land Cover (2000), livelli 1-3 (APAT, 2005).**

1. Superfici artificiali	1.1	Zone urbanizzate di tipo residenziale	1.1.1	Zone residenziali a tessuto continuo
			1.1.2	Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado
	1.2	Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	1.2.1	Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati
			1.2.2	Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche
			1.2.3	Aree portuali
			1.2.4	Aeroporti
	1.3	Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati	1.3.1	Aree estrattive
			1.3.2	Discariche
			1.3.3	Cantieri
	1.4	Zone verdi artificiali non agricole	1.4.1	Aree verdi urbane
1.4.2			Aree ricreative e sportive	
2. Superfici agricole utilizzate	2.1	Seminativi	2.1.1	Seminativi in aree non irrigue
			2.1.2	Seminativi in aree irrigue
			2.1.3	Risaie
	2.2	Colture permanenti	2.2.1	Vigneti
			2.2.2	Frutteti e frutti minori
			2.2.3	Oliveti
	2.3	Prati stabili (foraggiere permanenti)	2.3.1	Prati stabili (foraggiere permanenti)
	2.4	Zone agricole eterogenee	2.4.1	Colture temporanee associate a colture permanenti
			2.4.2	Sistemi colturali e particellari complessi
			2.4.3	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
2.4.4			Aree agroforestali	
3. Territori boscati e ambienti semi-naturali	3.1	Zone boscate	3.1.1	Boschi di latifoglie
			3.1.2	Boschi di conifere
			3.1.3	Boschi misti di conifere e latifoglie
	3.2	Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea	3.2.1	Aree a pascolo naturale e praterie
			3.2.2	Brughiere e cespuglieti
			3.2.3	Aree a vegetazione sclerofila
			3.2.4	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione
	3.3	Zone aperte con vegetazione rada o assente	3.3.1	Spiagge, dune e sabbie
			3.3.2	Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti
			3.3.3	Aree con vegetazione rada
3.3.4			Aree percorse da incendi	
3.3.5			Ghiacciai e nevi perenni	
4. Zone umide	4.1	Zone umide interne	4.1.1	Paludi interne
			4.1.2	Torbiere
	4.2	Zone umide marittime	4.2.1	Paludi salmastre
			4.2.2	Saline
			4.2.3	Zone intertidali
5. Corpi idrici	5.1	Acque continentali	5.1.1	Corsi d'acqua, canali e idrovie
			5.1.2	Bacini d'acqua
	5.2	Acque marittime	5.2.1	Lagune
			5.2.2	Estuari
			5.2.3	Mari e oceani

**Allegato C - Possibili soglie per i macrodescrittori**

La proposta ha carattere del tutto orientativo e potrà essere sostituita/integrata da eventuali altre proposte in linea con la 2000/60/CE. I percentili attualmente riportati si riferiscono ai dati disponibili presso CNR-IRSA per siti di riferimento italiani appartenenti a circa dieci tipi fluviali (ca 100 campioni).

		Livello 1		Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
		Ref/nonRef	criteri				
100-0%	% sat.	10	75%ile REF	20	40	80	>80
BOD	mg/l	2,5	75%ile REF	5	10	20	>20
NH <sub>4</sub>	mg/l	0,03	75%ile REF	0,06	0,12	0,24	>0,24
NO <sub>3</sub>	mg/l	0,6	75%ile REF	1,2	2,4	4,8	>4,8
Fosforo totale	µg/l	50	90%ile REF	100	200	400	>400
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100ml	100	75%ile REF	1000	5000	20000	>20000
Punteggio LIM <sub>WFD</sub>		1		0,5	0,25	0,125	0

LIM <sub>WFD</sub>		
≥ 0.66	10%ile REF	Sito di riferimento accettato



## **DEFINIZIONE DELLO STATO ECOLOGICO DEI FIUMI SULLA BASE DEI MACROINVERTEBRATI BENTONICI PER LA 2000/60/EC (WFD): IL SISTEMA DI CLASSIFICAZIONE *MacrOper***

Buffagni A\*., Erba S.\* e Pagnotta R.\*\*

\* CNR-IRSA, Istituto di Ricerca Sulle Acque del Consiglio Nazionale delle Ricerche, via della Mornera 25, Brugherio (MI)

\*\* CNR-IRSA, Istituto di Ricerca Sulle Acque del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Area della Ricerca Roma 1 Montelibretti, Via Salaria km 29,300 Monterotondo (RM)

### **RIASSUNTO**

Viene presentato Il sistema di classificazione **MacrOper**, che può essere utilizzato per la classificazione dello stato ecologico ai sensi della WFD, per quanto riguarda la componente dei macroinvertebrati bentonici. Il sistema combina informazioni relative ai seguenti elementi fondamentali: sistema tipologico nazionale; limiti di classe definiti all'interno del processo di intercalibrazione europeo; valori numerici di riferimento tipo specifici per sei metriche selezionate; calcolo dell'indice STAR\_ICMi. Inoltre, una corretta attribuzione ad una classe di qualità con il sistema **MacrOper** richiede che il campionamento della fauna macrobentonica sia effettuato secondo i metodi conformi alle richieste della WFD in precedenza descritti. Il sistema è concepito per il monitoraggio di tipo operativo (i.e. classificazione) e può essere utilizzato in combinazione con altri metodi per il monitoraggio di sorveglianza o investigativo. Vengono esposti i criteri e le procedure adottati per la messa a punto del metodo, in particolare in riferimento allo schema tipologico nazionale e i limiti di classe ufficiali per i fiumi italiani. Inoltre, vengono brevemente elencati alcuni fattori di variabilità naturale che potranno prevedere aggiornamenti del sistema di classificazione. Infine, viene indicato un possibile percorso per il processo di aggiornamento del sistema **MacrOper**.

### **SUMMARY**

The **MacrOper** system, useful for the classification of ecological status for the WFD based on benthic invertebrates, is presented. It combines information on the following essential elements: National river typology; class boundaries defined during the WFD Intercalibration exercise; type-specific numerical values for reference conditions for six invertebrate metrics; calculation of the STAR\_ICMi. In addition, the proper derivation of a class quality with the **MacrOper** system requires the invertebrate sample

to be collected with WFD compliant methods, which were described in previous papers. The system is conceived for WFD Operational monitoring (i.e. classification issues) and can be used in combination with other methods for Surveillance and Investigative monitoring. Criteria and procedures used for setting the system are explained, especially in relation to the Italian river typology and official class boundaries. Also, some of the most relevant sources of natural variability are briefly listed, which can possibly lead to future improvement of the classification system. Finally, a possible procedure to upgrade the **MacrOper** system over time is outlined.

### **1. INTRODUZIONE**

La Direttiva Europea sulle Acque (2000/60/CE: WFD) ha tra i propri obiettivi il raggiungimento dello stato ecologico buono dei corpi idrici naturali per l'anno 2015. Gli allegati alla stessa Direttiva dettagliano alcuni aspetti relativi agli Elementi di Qualità Biologica (EQB) che devono essere presi in considerazione nel produrre una classificazione di qualità. Essi riguardano, ad esempio, l'utilizzo dell'informazione di abbondanza dei taxa raccolti, la valutazione del livello di tolleranza degli organismi presenti e il grado di diversità e ricchezza della comunità. In alcuni casi, l'informazione che deve essere considerata per ottenere una buona attinenza normativa con la WFD rappresenta un'innovazione rispetto a quanto i metodi in uso in precedenza consentissero di derivare. Inoltre, la WFD indica in modo chiaro tre diversi tipi di monitoraggio, con finalità differenti, utili alla raccolta di informazioni complementari tra loro e necessarie per un'effettiva implementazione della stessa Direttiva. Ne deriva quindi che i metodi da adottare per la raccolta di informazioni dovranno, da un lato, essere conformi alle richieste della WFD e, dall'altro, potranno differire a seconda degli obiettivi del monitoraggio che si debba operare. Uno degli obiettivi del monitoraggio "operativo" della WFD è raccogliere informazioni utili per derivare una classificazione di qualità ecologica, cioè attribuire un determinato corpo idrico ad uno di cinque livelli di stato ecologico; tali classi di "stato ecologico" variano da "elevato" a "cattivo" (Tab. 1). In questo lavoro e in altri analoghi a cura di CNR-IRSA, non è utilizzato il termine "Sufficiente" per la classe 3, usato nella traduzione ufficiale della WFD in italiano, in quanto considerato fuorviante. Invece, ad indicare tale classe si userà il termine "Moderato".

Nel presente contributo viene riportata una sommaria descrizione dell'indice STAR\_ICMi, basato sulle comunità macrobentoniche fluviali, al

fine di renderne possibile l'utilizzo per la classificazione di qualità dei fiumi italiani.

Tab. 1. Livelli utilizzati per la valutazione dello stato ecologico per la WFD e relativo codice numerico.

Stato ecologico	Codice numerico
Elevato	5
Buono	4
Moderato	3
Scarso	2
Cattivo	1

Vengono inoltre illustrati i principi generali adottati per la messa a punto del sistema di valutazione a scala nazionale basato sul citato indice. Infine, vengono riportati i limiti di classe concordati ed approvati a livello comunitario da adottarsi per i fiumi italiani (EC, 2008).

Il sistema descritto consente di soddisfare le richieste della Direttiva Quadro quando l'obiettivo del monitoraggio sia la classificazione. In particolare, esso è designato per il monitoraggio di tipo operativo. Per il monitoraggio di sorveglianza e per quello investigativo, dovranno essere utilizzati sistemi multimetrici in grado di fornire informazioni di maggior dettaglio e che potranno prevedere protocolli di campionamento dedicati e livelli di identificazione più approfonditi (Buffagni & Erba, 2007b, Buffagni et al., 2007b, e successivi aggiornamenti).

### 1.1 Il contesto europeo ed italiano

L'implementazione della WFD, avviata ormai da qualche anno, mostra nei vari Paesi europei un diverso livello di avanzamento. Il generale coordinamento operato da DG Ambiente della Comunità Europea, dal Joint Research Center di Ispra e dagli altri Enti sovranazionali coinvolti ha l'obiettivo di garantire che i passaggi fondamentali dell'implementazione possano rispettare le scadenze fissate. A tal fine, sono stati negli anni attivati numerosi gruppi di lavoro, che hanno, in molti casi, indirizzato su linee comuni le attività dei singoli Paesi. In questo contesto, il monitoraggio biologico effettuato mediante i macroinvertebrati bentonici è stato da subito oggetto di notevoli sforzi di integrazione e coordinamento. I macroinvertebrati sono infatti tradizionalmente il gruppo più studiato a livello europeo; inoltre, la maggiore disponibilità di dati ha fatto sì che molti dei percorsi comuni e.g. di intercalibrazione, vedessero questo EQB come il primo ad essere indagato. In Italia, il processo d'implementazione della WFD non ha visto la conclusione positiva di alcuni passaggi fondamentali nei tempi suggeriti a scala europea e ciò, a cascata,

ha limitato le possibilità di integrare adeguatamente e con la necessaria disponibilità di tempo il grande bagaglio di esperienza accumulato negli ultimi anni in termini di monitoraggio, pianificazione e gestione del territorio. Ciononostante, si è ora in una fase nella quale devono essere operate scelte importanti in tempi brevi, al fine di consentire la messa in pratica delle richieste della WFD, in accordo con le tempistiche e le modalità condivise a livello comunitario.

### 1.2 Cenni al quadro normativo nazionale

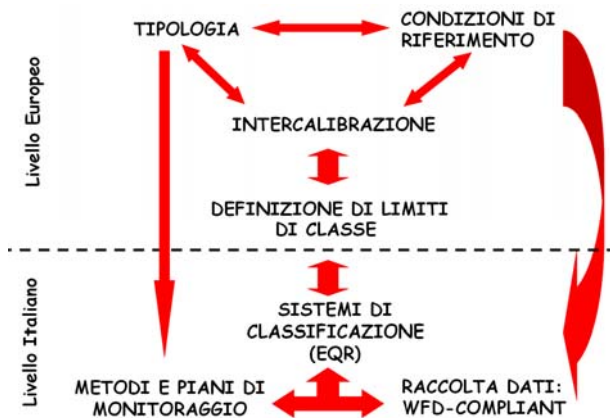
Per quanto concerne gli invertebrati bentonici, il Decreto Legislativo 152/1999 (D.L. 152/99) prevedeva l'impiego del metodo IBE (Ghetti, 1997; APAT-IRSA, 2003). Tale metodo, utilizzato con soddisfazione per anni, non risulta attualmente accettabile per il monitoraggio ai fini della WFD, che, nel contesto nel quale è stata proposta, vuole anche rappresentare uno stimolo all'innovazione, un incentivo all'adeguamento dei metodi e una strada per indurre un cambiamento nel modo di guardare agli ecosistemi acquatici e alla gestione della risorsa idrica. In merito alle comunità bentoniche fluviali, gli allegati alla stessa EC 2000/60 (EC, 2000), indicano alcuni aspetti d'indagine come irrinunciabili, tra cui la valutazione di ricchezza/diversità, del rapporto tra taxa sensibili e tolleranti e dell'abbondanza dei taxa. Inoltre, e più in generale, la WFD introduce l'irrinunciabile richiesta di effettuare ogni classificazione di qualità biologica per confronto con situazioni osservate nei cosiddetti siti di riferimento, che devono mostrare condizioni ambientali il più possibile inalterate; ancora, per la WFD i valori degli indici di classificazione devono essere rapportati ad una scala 0-1+ i.e. uso di RQE, Rapporto di qualità Ecologica (*Ecological Quality Ratio*). Ad oggi, il recepimento operato in Italia della WFD (D.L. 152/2006) non presenta, su alcuni aspetti, lo stesso livello di dettaglio della WFD stessa, e ciò non ha favorito l'adeguamento dei metodi e dei sistemi di classificazione da parte del complesso sistema degli Enti coinvolti nel processo di implementazione della WFD. Allo stato attuale, quindi, molti dei regolamenti che devono sostenere un'efficace attuazione della WFD in Italia sono ancora in fase di messa a punto o di approvazione e gli Enti preposti al controllo e alla gestione del territorio non dispongono ancora di tutto il supporto tecnico e regolamentare che li aiuterebbe ad avviare più speditamente l'applicazione della WFD. Peraltro, è importante ricordare come MATTM abbia, nel corso degli ultimi quattro anni, avviato e condotto un intenso lavoro di coordinamento e di stesura di regolamenti, recuperando, almeno in parte, i ritardi accumulati in precedenza (e.g. D.M. 131/2008).

Per quanto concerne l'argomento specifico di questo contributo, è importante segnalare la decisione della Commissione Europea (EC, 2008), che istituisce, a norma della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, i valori delle classificazioni dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall'esercizio di intercalibrazione. Tali valori, ottenuti a fronte di un lavoro pluriennale condotto congiuntamente dagli Stati membri, sono riportati nel successivo paragrafo, e sono quelli adottati come limiti di classe per il sistema di classificazione qui presentato.

## 2. CLASSIFICAZIONE ECOLOGICA, TIPI FLUVIALI E CONDIZIONI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Intercalibrazione per la WFD e sviluppo del quadro complessivo sui metodi biologici

Per molti Paesi europei, il processo d'Intercalibrazione (IC) per la WFD, ideato per armonizzare i limiti di classe di sistemi di classificazione conformi alla Direttiva, è in realtà servito, nella maggior parte dei casi, per orientare la scelta e/o lo sviluppo dei sistemi ufficiali di classificazione biologica. Infatti, lo sviluppo e la messa a punto dei metodi sugli invertebrati, per molti Paesi, è stato guidato dai criteri e dalla tempistica discussi e condivisi nell'ambito del gruppo di lavoro comunitario ECOSTAT e delle attività dei Gruppi Geografici di Intercalibrazione (GIG). Una rappresentazione schematica delle relazioni tra alcuni dei principali aspetti che il processo d'Intercalibrazione si è trovato a dover discutere e portare ad un buon livello di condivisione è riportata nel diagramma riportato di seguito.



Il diagramma è diviso, convenzionalmente, in due settori: quello superiore, relativo alle attività in cui hanno prevalso, almeno inizialmente, gli indirizzi e i gruppi di lavoro comunitari, e quello inferiore, dove l'attività in ambito nazionale è necessariamente preponderante. L'obbligo di rapportarsi a situazioni di

riferimento, ha fatto sì che venissero compilate, a livello europeo, liste di criteri utili a riconoscere siti fluviali potenzialmente classificabili come "siti di riferimento" (si veda anche Buffagni et al., 2008). Inoltre, l'approccio tipo-specifico della WFD ha determinato la necessità di concentrarsi, anche se solo sommariamente, sulla definizione di (macro)tipi fluviali utili per il confronto transnazionale dei dati biologici. In sintesi, il processo d'Intercalibrazione è servito a guidare, in modo chiaro anche per l'Italia, l'approccio a questi temi centrali per la WFD e di assoluto rilievo, evidentemente, non solo per quanto concerne gli invertebrati bentonici.

### 2.2 Condizioni di riferimento

La definizione dei criteri per il riconoscimento di aree fluviali che si trovino nelle cosiddette "condizioni di riferimento" rappresenta uno dei punti centrali di tutto il processo di implementazione della WFD. Infatti, quasi tutti i processi di classificazione di qualità risentiranno di come tali condizioni di riferimento siano state definite e di come i siti da valutare vengano ad esse rapportati. Un punto chiave per la selezione di siti di riferimento è la valutazione delle pressioni antropiche che insistono sulle aree fluviali in esame. A livello nazionale, le linee guida per l'individuazione di siti di riferimento in ambiente fluviale sono state oggetto di recente discussione (anni 2006-2008). Le indicazioni di sintesi attualmente disponibili (Buffagni et al., 2008) si basano in buona misura sui criteri elencati nella *guidance REFCOND* (EC, 2003a) e sul lavoro che è stato effettuato all'interno di vari Gruppi Geografici d'Intercalibrazione (GIGs) in relazione al processo di validazione di siti di riferimento (Alpine GIG, 2006; Central/Baltic GIG, 2007; Mediterranean GIG, 2007).

In linea di massima, i siti considerati siti di riferimento per i diversi tipi fluviali coperti dal sistema di classificazione qui descritto sono stati valutati secondo i criteri elencati nei documenti di cui sopra e secondo altri indirizzi a carattere generale discussi a livello europeo (e.g. Hering et al., 2003; Nijboer et al., 2004; Stoddard et al., 2006; Sánchez-Montoya et al., in stampa), spesso nell'ambito di progetti cofinanziati dalla Comunità Europea. In qualche circostanza, la soglia indicata per singoli criteri non è stata rispettata, in quanto si è ritenuto di poter considerare il criterio in oggetto come non irrinunciabile nel caso specifico, per i macroinvertebrati bentonici. In linea generale, peraltro, si ritiene che i criteri utilizzati per la selezione di siti di riferimento per gli invertebrati acquatici siano quasi sempre idonei anche per gli altri Elementi di Qualità Biologica (EQB), con la

necessità di qualche approfondimento per quanto riguarda la fauna ittica.

Il riconoscimento e la selezione di siti di riferimento, seguiti dal campionamento biologico e dalla raccolta di informazioni di supporto, fanno sì che si possa operare una quantificazione delle “condizioni di riferimento”, dal punto di vista biologico, chimico-fisico ed idromorfologico. In altre parole, per quanto riguarda la comunità macrobentonica, per ciascun tipo fluviale per il quale si disponga di campioni raccolti in siti di riferimento, sarà possibile calcolare un valore e.g. mediano, delle metriche o indici di interesse, che rappresenterà le “condizioni di riferimento”, per quella metrica, per quel tipo. È cioè necessario quantificare numericamente il valore di ciascuna delle metriche utilizzate per derivare una classificazione di qualità. Qualora i dati a disposizione non fossero sufficienti per derivare direttamente tali valori o non fossero di fatto rinvenibili siti di riferimento, è possibile l'utilizzo di modelli. Per alcuni tipi fluviali in varie zone d'Italia, il sistema qui presentato utilizza valori stimati mediante semplici modelli predittivi.

In termini generali, il valore di riferimento per il calcolo dei RQE dovrebbe sempre essere il valore mediano ottenuto per i campioni raccolti - in numero sufficiente - in siti di riferimento. È chiaro che il “valore mediano” calcolato per i siti di riferimento per un dato tipo fluviale potrà variare, ad esempio, variando il numero di campioni inclusi nel dataset in esame. Da ciò deriva che, per il calcolo ufficiale di valori di STAR\_ICMi validi per la classificazione di qualità a norma di legge, sarà necessario utilizzare un valore mediano (i.e. le “condizioni di riferimento” biologiche per quell'Elemento di Qualità) formalmente riconosciuto dalle Autorità competenti.

### 2.3 Attribuzione di un tratto fluviale ad un tipo

Lo schema tipologico nazionale per i fiumi italiani è stato brevemente descritto (Buffagni et al., 2006a) e formalmente approvato sul piano legislativo (D.M.131/2008). In linea generale, i tipi fluviali considerati dal sistema di valutazione qui presentato sono quelli derivanti dal citato sistema tipologico. Più in particolare, sono sempre utilizzate le informazioni ai Livelli 1 e 2 della tipizzazione e, in qualche caso, anche al Livello 3. Di base (Livello 1), si utilizza quindi un approccio di regionalizzazione (Wasson et al., 2006), con la suddivisione del territorio italiano in 21 Idro-Ecoregioni (Wasson et al., 2006, Erba et al., 2007). Il tipo fluviale (Livello 2) viene quindi riconosciuto sulla base di (Buffagni et al., 2006a): perennità e persistenza del corso d'acqua, origine, morfologia dell'alveo, distanza dalla

sorgente/dimensione del bacino, influenza del bacino a monte.

L'informazione al Livello 3 (i.e. definizione di una tipologia di dettaglio) è al momento utilizzata indirettamente attraverso il lavoro di sintesi effettuato e.g. da diverse Autorità di bacino, di concerto con le Regioni coinvolte, e direttamente, ove informazioni di dettaglio fossero già disponibili per l'elaborazione. È chiaro che una verifica delle attribuzioni tipologiche ad oggi effettuate dovrà essere condotta in itinere e che tale processo dovrà vedere coinvolti gli Enti che maggiormente operano sul territorio. Ad esempio, è ipotizzabile la linea di trasferimento informazioni tra ARPA/APPA → Province/ Regioni → Autorità di bacino → MATTM. Tale verifica, come già brevemente discusso (Buffagni et al., 2006a), dovrebbe riguardare anche e soprattutto gli aspetti biologici, con l'obiettivo di supportare la rifinitura dei sistemi di classificazione qui o altrove proposti i.e. definire quali e quanti bio-tipi siano effettivamente presenti in ciascuna HER e confermare se e dove i metodi biologici di monitoraggio e i sistemi di classificazione dovranno essere implementati e tarati differenzialmente tra i diversi tipi fluviali.

### 2.4 Accorpamento di tipi fluviali

L'approccio tipo-specifico della WFD prevede, in teoria, che per ciascun tipo fluviale siano definite in modo indipendente le condizioni di riferimento. Peraltro, come già accennato, non è detto che tutti i tipi definiti aprioristicamente sulla base di pochi descrittori abiotici mostrino effettivamente biocenosi differenti o richiedano adattamenti specifici. I dati a disposizione, in realtà, sembrano concordare sul fatto che, almeno in alcune aree geografiche, le differenze biologiche tra tipi fluviali simili all'interno di una HER o, per lo stesso tipo tra HER differenti, possano non risultare tali da giustificare un'eccessiva complicazione del sistema di classificazione di qualità ecologica. Inoltre, l'oggettiva indisponibilità di dati per alcuni tipi fluviali o HER richiede che, almeno in una fase iniziale d'impostazione del sistema di classificazione, si tenda ad aggregare tra loro quei tipi che, sulla base delle informazioni disponibili, siano da ritenere non significativamente differenti.

Al fine di stabilire le principali affinità tra tipi e/o HER, per poter eventualmente mutuare le condizioni di riferimento, si è proceduto a diverse analisi di dati disponibili presso CNR-IRSA, forniti da diverse ARPA/APPA italiane o messi a disposizione da altri Enti di Ricerca. Più in particolare, sono state condotte alcune analisi multivariate (e.g. DCA, PCA, TWINSpan) a scale differenti. Le analisi sono state effettuate su liste faunistiche al livello di identificazione di Famiglia e,



in alcuni casi, anche ad un livello di identificazione più approfondito. A scala nazionale, le analisi hanno portato a riconoscere alcune macroaree - o macrotipi - all'interno delle quali le differenze biocenotiche sono inferiori rispetto a quelle con le altre aree. Le principali aree risultanti sono (CNR-IRSA, dati non pubblicati):

1. Arco alpino; HER 1, 2, 3, 4.
2. Pianura padana; HER 6.
3. Aree montane appenniniche, con eventuale separazione tra Appennino settentrionale (HER 10) e meridionale (HER 18, 19);
4. Italia centrale e Sardegna, (corsi d'acqua prettamente mediterranei, anche a regime temporaneo), incluse alcune aree appenniniche interne e il Tavoliere delle Puglie (HER 11, 14, 15, 16, 21);
5. Grandi fiumi di pianura (HER 6, 11, 14).

Alle analisi effettuate su larga scala, hanno fatto séguito analisi di maggior dettaglio per ciascuna delle cinque macroaree delineate o per una parte dei dati disponibili. Tali analisi hanno consentito di valutare l'effettiva distanza biocenotica tra siti di riferimento formalmente appartenenti a tipi abiotici differenti. Per alcune HER o Regioni italiane, non è stato possibile effettuare analisi, per indisponibilità di dati.

Oltre agli esiti delle singole analisi, si sono derivati alcuni principi generali di accorpamento tra tipi, nella prospettiva della classificazione di qualità basata sugli invertebrati bentonici, o per la stima di condizioni di riferimento qualora non fossero disponibili dati da siti di riferimento. Due fattori sono principalmente importanti per l'accorpamento tra tipi o aree ai fini del sistema di classificazione: a) che i valori mediani assoluti assunti dalle varie metriche biologiche utilizzate siano comparabili; b) che la variabilità delle stesse metriche sia comparabile tra i tipi.

A titolo di esempio, si riportano i valori assunti dalle metriche Numero totale di Famiglie e ASPT (Average Score Per Taxon) lungo l'arco alpino (Fig. 1 e 2), in diverse HER e tipi fluviali. In questo caso, si può notare come i valori assoluti delle metriche non sempre varino in modo rilevante.

In particolare, sono invece evidenti differenze tra le idroecoregioni. Ad esempio, all'interno di una stessa idroecoregione, appaiono differenze evidenti per quanto riguarda l'origine del corso d'acqua; le differenze tra le diverse categorie di distanza dalla sorgente non sono invece sempre rilevanti. Nella stessa area, per quanto riguarda la metrica ASPT, sembra in alcuni casi maggiormente riconoscibile un gradiente longitudinale monte-valle, con valori (leggermente) più elevati, come atteso, nei siti posti più a monte.

Un ulteriore elemento utilizzato per gli accorpamenti tra i tipi è il modello generale di affinità tra HER e tipi caratterizzati da differente distanza dalla sorgente i.e. taglia. In alcuni casi, è possibile verificare come le comunità osservate in alcune HER/tipi determinino valori di metriche più simili tra loro che possono quindi supportare ipotesi di aggregazione.

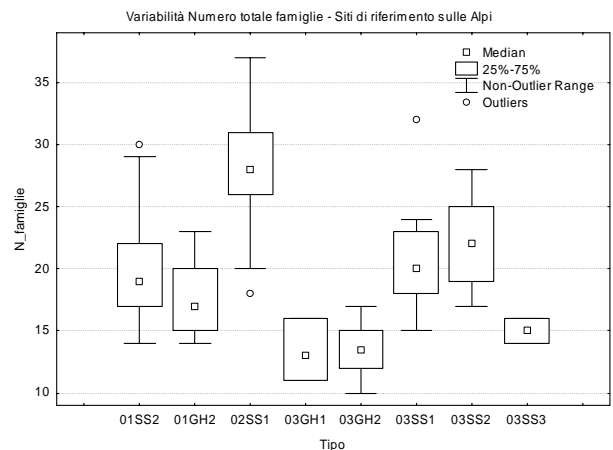


Fig. 1. Variabilità della metrica 'Numero totale di famiglie' per i siti di riferimento individuati nelle diverse HER dell'arco alpino.

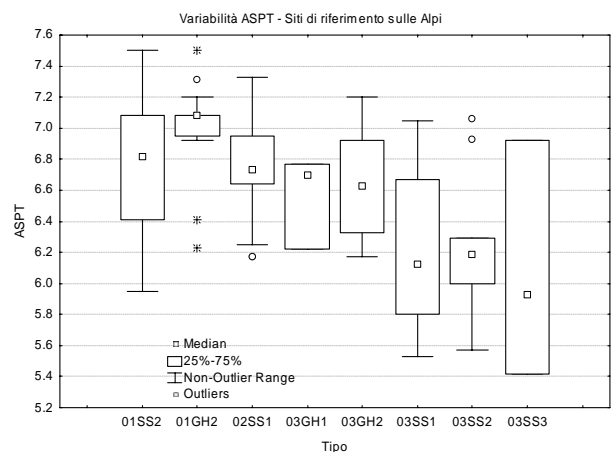


Fig. 2. Variabilità della metrica 'ASPT' per i siti di riferimento individuati nelle diverse HER dell'arco alpino.

Quando i dati sperimentali a disposizione non si sono rivelati sufficienti per coprire in modo diretto alcuni tipi/HER, sono state utilizzate semplici regole per estendere l'applicabilità dei valori di riferimento calcolati per un determinato tipo ad uno o più altri tipi. In generale, sono stati riconosciuti tre diversi livelli di informazione: a) di dettaglio, quando l'informazione relativa alle comunità di riferimento è



ritenuta essere specifica per un determinato tipo fluviale; b) generale, quando c'è stato un primo livello di approssimazione rispetto ai dati di dettaglio e, infine, c) indicativa, quando i livelli di approssimazione successiva adottati sono pari a due. Nel seguito vengono riportati alcuni dei principali criteri utilizzati per mutare, in alcuni casi, i dati delle comunità di riferimento da un tipo fluviale, per il quale sono disponibili dati sperimentali, ad un altro.

- 1) In linea generale, devono essere rispettate le 5 macroaree sopra presentate i.e. ove possibile, non si utilizzano valori calcolati in una macroarea per tipi di una macroarea differente;
- 2) all'interno di ciascuna delle 5 macroaree, i valori calcolati per un determinato tipo (i.e. informazioni di dettaglio) possono essere estesi allo stesso tipo della HER adiacente, considerando per tale tipo le informazioni disponibili di carattere generale;
- 3) in modo simile a quanto definito al punto 2), qualora si operi il trasferimento dei valori calcolati ad una HER non adiacente, le informazioni disponibili saranno ritenute solo indicative;
- 4) in una stessa HER, due tipi adiacenti (in termini di distanza dalla sorgente) possono essere ritenuti simili, con informazioni di dettaglio, se le analisi statistiche svolte non hanno consentito di evidenziare differenze tra le biocenosi;
- 5) in una stessa HER, due tipi adiacenti (in termini di distanza dalla sorgente) possono essere ritenuti simili, con informazioni di carattere generale, se le analisi svolte hanno permesso di evidenziare differenze modeste;
- 6) in una stessa HER, due tipi adiacenti (in termini di distanza dalla sorgente) non possono essere ritenuti equiparabili se le analisi svolte hanno consentito di evidenziare differenze sostanziali;
- 7) gli accorpamenti tra tipi possono essere effettuati considerando l'eventuale tendenza generale dei valori mediani calcolati tra e.g. HER e classi di taglia dei tipi;
- 8) come criterio generale, i dati raccolti in siti la cui distanza dalla sorgente è compresa nel primo terzo (a monte) dell'intervallo della classe a cui appartengono possono essere trasferiti come informazione di dettaglio anche alla classe più piccola adiacente (a monte). Ad esempio, i dati da siti di riferimento con distanza dalla sorgente pari a 6.5 km posso essere utilizzati come 'di dettaglio' sia per la classe molto piccola che per la classe piccola;

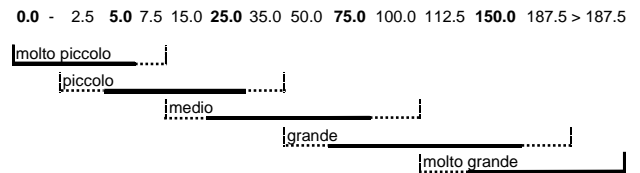


Fig. 3. Rappresentazione delle classi di distanza dalla sorgente secondo il sistema tipologico nazionale (linea spessa) ed estendibilità dei dati alle classi adiacenti (linea tratteggiata). In alto è riportata la scala dimensionale (km).

- 9) analogamente al punto 8) i dati raccolti in siti la cui distanza dalla sorgente sia compresa nel terzo terzo (da monte) dell'intervallo della classe cui il sito appartiene possono essere trasferiti come informazione di dettaglio anche alla classe più grande adiacente (a valle). Ad esempio, i dati da siti di riferimento con distanza dalla sorgente pari a 18 km posso essere utilizzati come 'di dettaglio' sia per la classe di taglia piccola che per la classe media;
- 10) se i dati sperimentali vengono trasferiti e.g. da una HER montana ad una HER di pianura (e.g. da 10 a 6), se esistono importanti discontinuità (e.g. da 21 a 20) o se si passa da una zona di pertinenza di un GIG a quella di un altro (i.e. cambio di macro-ecoregione: Alpi, Pianura Padana settentrionale, Mediterraneo), essi passano da essere considerati di dettaglio a indicativi (e non generali).

Nel processo di calcolo dei valori mediani delle metriche sono stati attentamente verificati quei siti che si presentano come *outlier* dal punto di vista biologico e, dove ritenuto opportuno, essi sono stati eliminati dal *pool* dei siti di riferimento. Qualora gli *outlier* osservati possano essere messi in relazione con chiarezza ad eventi naturali quali e.g. eventi di piena o secche, che influiscono temporaneamente sulle condizioni biologiche, allora tali *outlier* potranno essere considerati all'interno della naturale variabilità di un sito (ECOSTAT, 2007). Peraltro, in taluni casi, quando per singoli *outlier* (i.e. campioni), riferiti a particolari periodi dell'anno, si è osservata una deviazione solo stagionale, si è proceduto all'esclusione dalle analisi degli stessi e non necessariamente del sito in quanto tale.

Allo stato attuale, quando informazioni di dettaglio non si siano dimostrate disponibili per tipi particolari, le diverse possibili origini dei corsi d'acqua (e.g. da scorrimento superficiale, da sorgente, da grandi laghi) sono state equiparate. In particolare, i dati relativi a corsi d'acqua con origine da scorrimento superficiale sono stati ritenuti

rappresentativi anche per tratti fluviali ove l'origine sia differente. Nuovi dati sperimentali raccolti dalle Agenzie per l'ambiente consentiranno di tarare il sistema in modo da garantire la discriminazione delle eventuali differenze biologiche riscontrate in corsi d'acqua di diversa origine.

Analogamente, attualmente il sistema di classificazione considera solo in modo indiretto l'influenza del bacino a monte (IBM, si veda Buffagni et al., 2006a). La discriminazione delle possibili differenze viene cioè effettuata semplicemente facendo riferimento ai dati disponibili appartenenti al tipo in esame o a quello considerato più simile, senza la formulazione di ipotesi teoriche specifiche. La possibile taratura secondo variazioni di IBM, ove si rivelasse necessaria, dovrebbe riguardare solo un numero modesto di tipi fluviali in area alpina e padana.

Per i corsi d'acqua temporanei, data la generale scarsità di dati a disposizione, sono per il momento stati ritenuti comparabili i tipi a morfologia confinata con quelli anastomizzati etc. In aggiunta ai fattori obbligatori di tipizzazione, è stato talora considerato anche il fattore di taglia (i.e. distanza dalla sorgente).

## 2.5 Problemi particolari

La complessità geografica del territorio italiano e l'elevato numero di tipi abiotici presenti fanno sì che il lavoro di messa a punto di metodi biologici si possa rivelare almeno in alcuni casi difficoltoso.

Problemi di carattere generale che possono essere incontrati sono relativi ad almeno i seguenti punti:

- effettiva indisponibilità di siti di riferimento;
- elevata variabilità naturale delle componenti biologiche;
- costi eccessivi per lo studio di tipi fluviali particolari;
- necessità di studi organici e multidisciplinari, con la relativa necessità di tempi lunghi;
- scarsa conoscenza di base della componente biologica in esame per un dato tipo o categoria fluviale;
- scarsa conoscenza di base del funzionamento dell'ecosistema per un dato tipo o categoria fluviale.

Inoltre, costituiscono un problema più facilmente risolvibile ma ugualmente vincolante sul breve periodo:

- l'indisponibilità di dati da siti di riferimento;
- la disponibilità di dati raccolti con metodi non del tutto conformi alle richieste della WFD;
- l'indisponibilità di dati di supporto al dato biologico (e.g. pressioni);

- la necessità di formalizzazione di schemi di riferimento per l'approccio alla classificazione per un determinato tipo;
- il completamento di un percorso condiviso per giungere all'applicazione del sistema di classificazione;
- la costante necessità di armonizzazione con gli indirizzi e le normative comunitarie.

Per alcune categorie fluviali, i problemi sopra elencati hanno determinato un ritardo nella raccolta di dati sufficienti e/o esaustivi per giungere alla formalizzazione di valori utili per l'attribuzione a classi di qualità ecologica. Tra le categorie di fiumi particolarmente penalizzate, citiamo le seguenti:

- Grandi fiumi
- Fiumi temporanei (in particolare Effimeri)
- Fiumi di origine sorgiva
- Fiumi di origine da acque sotterranee
- Fiumi di origine da ghiacciai
- Fiumi di origine da grandi laghi
- Corpi idrici artificiali
- Corpi idrici fortemente modificati.

Nel sistema qui presentato, in molti casi, non sono attualmente proposti valori di riferimento per le categorie fluviali sopra elencate, che saranno oggetto di successivi contributi quando si riterrà di poter disporre di informazioni ed indirizzi ministeriali sufficienti.

I fiumi episodici, come definiti secondo l'attribuzione tipologica nazionale (Buffagni et al., 2006a), non sono inclusi nel sistema qui proposto in quanto, al momento, non ne è previsto il monitoraggio ai fini della WFD.

Inoltre, non sono attualmente coperti dal sistema di classificazione i tipi fluviali eventualmente definiti in varie zone italiane mediante tipizzazione al livello 3, la cui formalizzazione non sia stata segnalata a CNR-IRSA, unitamente al necessario supporto di dati.

Nel caso in cui il tipo per il quale sia necessario operare la classificazione non fosse presente nel sistema, si potrà agevolmente provvedere – in seguito all'analisi di nuovi dati – all'aggiornamento del sistema stesso (si veda il § 4).

## 3. IL SISTEMA DI CLASSIFICAZIONE

Il sistema di classificazione, denominato **MacrOper**, consente di derivare una classe di qualità per gli organismi macrobentonici, utile per la definizione dello Stato Ecologico. Il sistema **MacrOper** combina le informazioni relative ai seguenti elementi fondamentali:

1. sistema tipologico nazionale (Buffagni et al., 2006a e D.M. 131/2008);
2. limiti di classe definiti all'interno del processo di intercalibrazione europeo (§ 3.1; EC, 2008);
3. valori numerici di riferimento tipo specifici per sei metriche selezionate (riportate in Tabella 1b, nel Box 1) (e.g. Buffagni & Erba, 2008);
4. calcolo dell'indice STAR\_ICMi (Buffagni & Erba, 2007a; Buffagni & Erba, 2008; Belfiore & Buffagni, 2009; Belfiore et al., 2009; Erba et al., 2009);

inoltre, la corretta attribuzione ad una classe di qualità richiede:

5. che il campionamento della fauna macrobentonica sia effettuato secondo quanto in precedenza descritto (Buffagni & Erba 2007b; Buffagni et al., 2007b, e successivi aggiornamenti).

### 3.1 Intercalibrazione per la WFD e derivazione dei limiti di classe per i fiumi italiani

Attraverso un programma comune di azione, noto come Common Implementation Strategy, (CIS, European Commission, 2003b; Heiskanen et al., 2004), i vari Enti coinvolti e gli Stati Membri stanno collaborando alla messa in pratica degli obiettivi delineati nella Direttiva Quadro. In particolare, si è da poco concluso il primo esercizio di intercalibrazione per la WFD, attraverso il quale gli Stati Membri sono pervenuti ad una comune definizione di stato ecologico. In tale ambito, si è sviluppato il concetto di Metriche Comuni di Intercalibrazione (si veda Buffagni & Erba, 2004; 2007a; Buffagni et al. 2005; 2006b; 2007a; per maggiori dettagli), metriche cioè che possano essere calcolate e risultare utilmente applicabili su vaste aree geografiche. L'uso di tali metriche, combinate in semplici indici multimetrici, ha consentito di confrontare le classificazioni prodotte dai vari metodi nazionali e di valutare eventuali discrepanze nell'interpretazione del concetto di "stato ecologico buono". Il processo di intercalibrazione ha consentito di ufficializzare i valori dei limiti di classe di stato ecologico proposti e, qualora necessario, armonizzati, dagli Stati Membri. Il metodo ufficiale attraverso il quale l'Italia ha operato l'intercalibrazione e che consente perciò attualmente di derivare valori "ufficiali" di classificazione dello stato ecologico (EC, 2008) è lo STAR\_ICMi (STAR Intercalibration Common Metric index). Tale indice, che è quello più largamente usato in Europa per il processo stesso d'intercalibrazione, è stato già descritto in precedenza (Buffagni & Erba, 2007a). Nello stesso contributo, è stata brevemente descritta la procedura adottata dall'Italia per derivare i limiti di classe per il processo di intercalibrazione (invertebrati, fiumi), sulla base dei valori ottenuti per

lo STAR\_ICMi nei campioni considerati. L'approccio descritto trae spunto dalla *guidance REFCOND* (EC, 2003a), nella quale è riportato un esempio di come derivare le classi ecologiche a partire dalla definizione delle condizioni di riferimento. In Figura 1 si riporta una rappresentazione grafica della procedura, che prevede:

- raccolta di campioni da siti di riferimento;
- calcolo del valore mediano di STAR\_ICMi, che verrà successivamente utilizzato per il calcolo dei valori di rapporto di qualità ecologica (RQE);
- calcolo del 25°ile di STAR\_ICMi, che viene posto uguale al limite Elevato-Buono.

In altre parole, la procedura utilizzata per derivare i limiti di classe prevede che (Buffagni & Erba, 2007a), una volta calcolati i valori di STAR\_ICMi per i campioni raccolti da siti di riferimento, si fissi il valore pari al 25° percentile dei valori ottenuti per tali campioni quale limite di classe tra lo "stato elevato" e lo "stato buono" (limite H/G). I limiti per le classi successive vengono stabiliti ripartendo il rimanente intervallo di valori di STAR\_ICMi (fino a 0) in quattro parti uguali. Il limite di classe tra "stato buono" e "stato moderato" (i.e. G/M) risulterà quindi uguale al valore del limite H/G moltiplicato per 0.75.

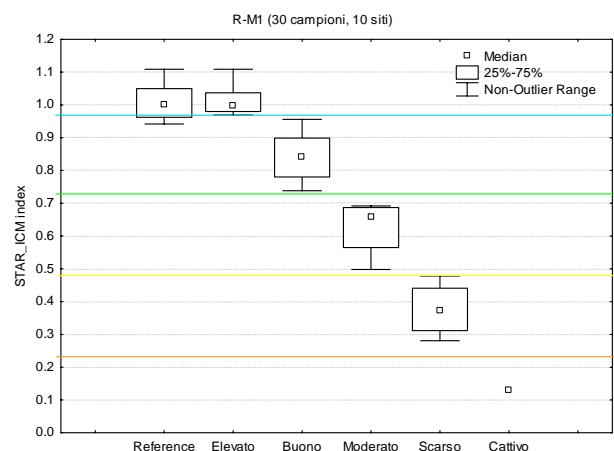


Fig. 4. Procedura di assegnazione dei limiti di classe sulla base dei valori di STAR\_ICMi osservati nei campioni di riferimento.

La procedura descritta, per quanto riguarda l'Italia, è stata applicata per proporre i limiti di classe per i macrotipi fluviali previsti dal processo di intercalibrazione nei GIG Alpino, Centrale e Mediterraneo, riportati in Tabella 2.

Dalla Tabella 2 si nota come i limiti di classe risultino discostarsi tra loro al massimo di 0.03 unità fra i diversi tipi fluviali. Si fa notare inoltre che per

tutti i tipi afferenti al GIG Centrale/Baltico sono previsti gli stessi limiti di classe.

In Tabella 3 viene riportata una breve descrizione dei diversi macrotipi fluviali individuati per l'esercizio di intercalibrazione.

Per quanto riguarda i grandi fiumi in area mediterranea (R-M3), i limiti di classe sono stati mutuati dai tipi R-M2 e R-M4; essi non sono ancora stati oggetto di intercalibrazione a livello europeo e potrebbero, perciò, richiedere degli adeguamenti.

Tabella 2. Limiti di classe fra gli stati Elevato e Buono (E/B), Buono e Moderato (B/M), Moderato e Scarso (M/S) e Scarso e Cattivo (S/C) per i diversi macrotipi fluviali definiti durante l'esercizio di intercalibrazione e presenti in Italia (EC, 2008). I valori riportati vanno inclusi nella classe superiore.

GIG/Area geografica	Tipi fluviali IC	Limiti			
		E/B	B/M	M/S	S/C
Alpino	R-A1	0.97	0.73	0.49	0.24
	R-A2	0.95	0.71	0.48	0.24
Centrale/Baltico	Tutti i tipi	0.96	0.72	0.48	0.24
Mediterraneo	R-M1	0.97	0.72	0.48	0.24
	R-M2	0.94	0.70	0.47	0.24
	R-M3	0.94	0.70	0.47	0.24
	R-M4	0.94	0.70	0.47	0.24
	R-M5	0.97	0.73	0.49	0.24

I limiti di classe sopra riportati sono stati adottati per tutti i tipi fluviali considerati nel sistema **MacrOper**. La corrispondenza di dettaglio tra il tipo nazionale ed il macrotipo dell'intercalibrazione è riportata in successivi contributi (Buffagni & Erba, 2008; Belfiore et al., 2009; Erba et al., 2009).

I tipi fluviali presenti sul territorio italiano sono ricondotti ai diversi macrotipi definiti durante il processo di intercalibrazione europeo secondo le seguenti indicazioni:

**GIG Alpino**

- HER 1, 2, 3, 4 (Alpi), tutti i tipi nazionali: R-A1 o R-A2 in funzione della geologia del bacino;

**GIG Centrale/Baltico**

- HER 1, 2, 3, 4, 5, 7, in aree collinari o di pianura e HER 6 (Pianura Padana a Nord del fiume Po), tutti i tipi nazionali: R-C;

**GIG Mediterraneo**

- HER 8-21 (Mediterraneo) e HER 6 (Pianura Padana a Sud del fiume Po), fiumi perenni: R-M1 - R-M4 (in accordo con Tabella 2 e successivi approfondimenti);
- HER 8-21 (Mediterraneo) e HER 6 (Pianura Padana a Sud del fiume Po), fiumi temporanei: R-M5.

Tabella 3. Descrizione dei macrotipi fluviali definiti per l'esercizio di intercalibrazione europeo e presenti in Italia.

Tipo fluviale IC	Descrizione sommaria
R-A1	Piccole-medie dimensioni, altitudine elevata, calcareo
R-A2	Piccole-medie dimensioni, altitudine elevata, siliceo
R-C1	Piccole dimensioni di pianura, sabbia sileceo
R-C4	Medie dimensioni, di pianura, misto
R-C5	Grandi dimensioni, di pianura, misto
R-C6	Piccole dimensioni, pianura, calcareo
R-M1	Piccoli corsi d'acqua mediterranei di media altitudine (200-800 m slm)
R-M2	Piccoli e medi corsi d'acqua mediterranei in pianura (< 400 m slm)
R-M3	Grandi fiumi di pianura
R-M4	Piccoli e medi corsi d'acqua mediterranei di montagna (400-1500 m slm)
R-M5	Piccoli corsi d'acqua temporanei in pianura (< 300 m slm)

**3.2 Breve descrizione dell'indice STAR\_ICMi**

Lo STAR\_ICMi è un indice multimetrico composto da sei metriche opportunamente normalizzate e ponderate, che forniscono informazioni in merito ai principali aspetti che la WFD chiede di considerare. Le sei metriche componenti lo STAR\_ICMi sono: ASPT,  $\log_{10}(\text{sel\_EPTD}+1)$ , 1-GOLD, Numero di Famiglie di EPT, Numero totale di Famiglie e indice di diversità di Shannon-Weiner (si veda il BOX 1). L'indice, che deriva dalla combinazione dei valori ottenuti per le sei metriche, opportunamente normalizzati e ponderati (Buffagni et al., 2007a), viene direttamente espresso in Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) e assume valori tra 0 e 1+. Il livello di identificazione tassonomica richiesto per il calcolo dell'indice STAR\_ICMi è la Famiglia.



Alcune delle metriche componenti necessitano, per poter essere calcolate correttamente, di dati relativi all'abbondanza delle singole famiglie di organismi bentonici.

Informazioni di dettaglio relative all'indice STAR\_ICMi, alle basi teoriche che hanno portato alla selezione delle metriche che lo compongono, alla loro combinazione e, infine, a come esso sia stato utilizzato in precedenza possono essere rinvenute in Buffagni et al., (2006b; 2007a) e in Buffagni & Erba (2007a).

### 3.3 Calcolo dell'indice STAR\_ICMi e classificazione

Il calcolo dell'indice STAR\_ICMi prevede 4 passaggi successivi, elencati nel seguito:

1. calcolo dei valori grezzi delle sei metriche che compongono lo STAR\_ICMi;
2. conversione dei valori di ciascuna metrica in RQE, dividendo il valore osservato (i.e. ottenuto per il campione in esame) per il valore mediano relativo ai campioni di riferimento propri del tipo fluviale analizzato;
3. calcolo della media ponderata dei valori di RQE delle sei metriche;
4. normalizzazione del valore così ottenuto, effettuata dividendo il valore del campione in esame per il valore proprio dell'indice STAR\_ICMi nelle condizioni di riferimento.

Per quanto riguarda il passaggio 2, la conversione della metrica ASPT in RQE deve essere effettuata sottraendo preventivamente il valore 2 al valore grezzo della metrica stessa. Si è infatti osservato che tale metrica generalmente non raggiunge un valore inferiore a 2. Qualora si dovesse ottenere un valore di ASPT inferiore a 2, per il campione corrispondente dovrà essere utilizzato un valore RQE pari a 0.

I pesi attribuiti a ciascuna metrica sono riportati nel BOX 1, oltre ad essere già stati riportati altrove (e.g. Buffagni & Erba, 2007a; Buffagni et al., 2007a).

L'indice STAR\_ICMi può essere agevolmente calcolato mediante due software attualmente disponibili, ICMeasy (Buffagni & Belfiore, 2006) e **MacrOper**.ICM (Buffagni & Belfiore, 2009). Il software ICMeasy consente di derivare i valori di STAR\_ICMi, ma la classificazione deve essere operata manualmente secondo i limiti di classe esposti in Tabella 2 e i valori di riferimento riportati in altri documenti (Buffagni & Erba, 2008; Belfiore et al., 2009; Erba et al., 2009; e successivi aggiornamenti). Il software **MacrOper**.ICM consente di derivare la classificazione automaticamente.

Tali software, realizzati congiuntamente da CNR-IRSA e Università della Tuscia – DECOS, sono disponibili gratuitamente per gli Enti pubblici. I dettagli sull'utilizzo dei software possono essere rinvenuti in Buffagni & Belfiore (2007) e Belfiore & Buffagni (2009). L'utilizzo di tali software consente di standardizzare la procedura di calcolo delle singole metriche ICM e dell'indice STAR\_ICMi nonché della relativa classificazione ecologica in classi di qualità.

### 3.4 Normalizzazione dell'indice STAR\_ICMi

Il primo passaggio richiesto, dopo il calcolo delle metriche, è quello di normalizzare ciascuna metrica, cioè dividere il valore osservato per il valore della metrica che rappresenta le condizioni di riferimento. La normalizzazione garantisce a) la possibilità di integrare successivamente in un unico indice metriche espresse da grandezze differenti e b) la comparabilità dei risultati ottenuti in aree diverse, dato che la composizione faunistica, e quindi il valore assoluto assunto dalle singole metriche, possono risultare molto diversi tra idroecoregioni e tra tipi fluviali differenti. Inoltre, in accordo con la WFD, è necessario esprimere lo stato ecologico in termini di Rapporto Ecologico di Qualità (RQE).

Una corretta definizione delle opzioni di normalizzazione è quindi di fondamentale importanza per rendere confrontabili giudizi espressi in differenti contesti ambientali (e.g. diverse Regioni), anche attraverso l'utilizzo di metriche ICM e di ICMi.

### 3.5 Requisiti per l'applicazione dell'indice STAR\_ICMi all'interno del sistema MacrOper

Per poter giungere ad una classificazione di qualità ecologica mediante il sistema **MacrOper**, è necessario soddisfare i seguenti requisiti:

- l'utilizzo di informazioni sull'abbondanza dei taxa bentonici raccolti (Buffagni & Erba, 2007b);
- liste faunistiche con identificazione dei taxa a livello di Famiglia, con l'eccezione dei grandi fiumi, per i quali è talvolta richiesta un'identificazione a livello di IBE o Unità Operazionale (specifiche in ulteriori contributi);
- il campionamento della fauna macrobentonica sia effettuato secondo quanto indicato in Buffagni & Erba (2007b); Buffagni et al. (2007b) e Erba et al. (2007), e successivi aggiornamenti e/o manuali ISPRA). In particolare, il campione biologico deve essere raccolto secondo una procedura multi-habitat proporzionale



(Buffagni & Erba, 2007b), con l'eccezione dei fiumi grandi e molto grandi, per i quali è a volte necessaria una raccolta mediante substrati artificiali a lamelle (Buffagni et al., 2007c);

- attribuzione tipologica del tratto fluviale in esame (HER, tipo fluviale nazionale/tipo IC, eventuale tipizzazione di terzo livello, ove prevista) secondo quanto previsto dal D.M. 131/2008.

### 3.6 Uso dell'informazione raccolta e classificazione

In estrema sintesi, il sistema di classificazione **MacrOper** consente di ottenere:

- la classificazione di un corpo idrico fluviale secondo le richieste della WFD;
- una classificazione direttamente confrontabile con quelle degli altri Paesi europei.

È peraltro da evidenziare che tale sistema:

- è esplicitamente dedicato alla classificazione dello stato ecologico, come in particolare richiesto per il monitoraggio operativo della WFD;
- non è di per sé sufficiente per il monitoraggio di sorveglianza o investigativo, che si propongono obiettivi non esauriti nella mera classificazione;
- può comunque essere utilizzato per derivare la classe di qualità del sito in esame anche nell'ambito di monitoraggi di sorveglianza o investigativi (che però richiederanno necessariamente la derivazione di informazioni aggiuntive relative alla comunità macrobentonica).

*Schema di classificazione generale* - A livello europeo, esistono diversi approcci per derivare la classe di qualità (o lo stato ecologico) di un sito fluviale, che prevedono che l'informazione ottenuta dai diversi campioni raccolti venga combinata in vari modi. Ad esempio, è possibile operare una classificazione per ciascun singolo campione e selezionare la classe peggiore tra quelle ottenute nell'arco dell'anno. Oppure, si può derivare un indicatore statistico da una serie di campioni (e.g. media, mediana, 25%ile) e utilizzare quello per ottenere la classificazione. In altri casi, le liste faunistiche vengono combinate tra più stagioni, derivando la lista complessiva del sito, usata poi per la classificazione. Nel sistema **MacrOper**, si è deciso di adottare uno degli approcci più semplici, cioè di utilizzare il valore medio dei valori dell'indice STAR\_ICMi ottenuti per i singoli campioni. Ciò consente, tra l'altro, di confrontare direttamente la

classe ottenuta per un singolo campione/data con quella ottenuta sulla base di più campioni.

*Numero minimo di campioni* – Il numero minimo di campioni suggerito per operare la classificazione di un corpo idrico (rappresentato da uno o più siti fluviali), è pari a 6 (Clarke et al., 2002, pers. comm.). Tale numero è ritenuto adeguato per garantire il calcolo di un valore medio, sufficientemente affidabile, che sarà usato per la derivazione della classe di qualità per il corpo idrico. La classificazione può essere ottenuta anche sulla base di un numero inferiore di campioni, o da singolo campione, ma essa dovrà essere considerata orientativa.

*Campioni da Pool e Riffle e raccolte in parallelo* – I sei (o più) campioni utilizzati per derivare la classificazione possono, ad esempio, derivare da un campionamento effettuato in tre diverse stagioni (come previsto per la maggior parte dei tipi fluviali) in due dei 6 anni del Piano di Gestione. In alternativa, è possibile prevedere che esso sia effettuato in tre diverse stagioni in doppio, cioè mediante la raccolta di un campione costituito da 10 unità di campionamento dall'area di Pool e uno analogo dall'area di Riffle, cioè 10 + 10 unità di campionamento complessive. Per ciascuna Idroecoregione italiana, è stato indicato in quale area fluviale (Pool, Riffle, generico) il campione per la classificazione dovrebbe preferenzialmente essere raccolto (Buffagni & Erba, 2007b). Tali indicazioni saranno integrate con ulteriori elementi che emergeranno nel corso dei primi anni di applicazione del metodo di raccolta richiesto (descritto in dettaglio in Buffagni & Erba, 2007b) e del presente sistema di classificazione da parte delle Agenzie per l'Ambiente. In linea generale, qualora si procedesse alla raccolta di campioni da una sola delle due aree, si consiglia di attenersi a quanto in precedenza specificato. Se si adotterà la strategia di raccogliere due campioni in parallelo, si otterrà, oltre ai due valori utilizzabili congiuntamente per la classificazione globale, un'indicazione della qualità delle singole aree (Pool e Riffle), molto utile per la comprensione delle cause dell'alterazione, per la gestione del fiume e per l'estensione dell'informazione ottenuta a più larga scala. Inoltre, quest'ultima strategia di raccolta dei campioni può consentire di operare l'attribuzione del sito alla rete del monitoraggio operativo o a quella del monitoraggio di sorveglianza anche in seguito all'avvenuta raccolta del campione. In altre parole, almeno per gli invertebrati acquatici, ciò renderà molto semplice rivedere la prima attribuzione dei siti ad una delle due reti sulla base dei dati raccolti. Infatti, il campione utilizzato per il monitoraggio di

sorveglianza (non coperto dal sistema **MacrOper**, se non in termini di classificazione) dovrebbe essere costituito da 10 + 10 unità di campionamento, mentre il campione per il monitoraggio operativo è basato su sole 10 unità.

### 3.7 Variabilità naturale e MacrOper

*Stagionalità e cicli biologici* – Ignorare la naturale variabilità stagionale può condurre a valutazioni erranee del grado di alterazione ambientale. Nel contesto della WFD, è perciò importante che le condizioni di riferimento, ove appropriato e per le metriche sensibili a tale variabilità, vengano definite nel rispetto delle differenze stagionali. In particolare, in fiumi caratterizzati da forti differenze stagionali, sarà importante evitare di raccogliere campioni in periodi non coperti dal sistema utilizzato per la classificazione. Un metodo talvolta usato in Europa per stabilizzare le differenze tra stagioni consiste nel combinare le liste tassonomiche ottenute per un dato sito in stagioni differenti ai fini della classificazione (e.g. Clarke et al., 2002). Cionondimeno, una tale procedura rende assai più difficoltosa la comparazione di campioni raccolti in tipi fluviali differenti, che richiedono a volte tecniche di raccolta o frequenze di campionamento diverse (MATTM, 2008), e il confronto tra i diversi periodi di indagine. Allo stato attuale, il sistema **MacrOper** non comprende al suo interno differenze stagionali tra i valori di riferimento delle metriche usate per l'attribuzione dello stato ecologico. Analogamente a quanto in essere prima della WFD, si demanda ad un'oculata selezione dei periodi di campionamento più adatti da parte degli operatori delle Agenzie e di chi pianifica l'attività di monitoraggio. In futuro, sulla base di banche dati adeguate, il sistema potrà essere implementato con l'inserimento di valori specifici per le varie stagioni.

*Carattere lenticolo-tico e giudizi di qualità* - Analogamente a quanto visto per le differenze stagionali, è possibile affermare con certezza che il riconoscimento e la quantificazione dell'influenza degli altri principali fattori di variabilità naturale sui metodi biologici utilizzati per la valutazione della qualità ambientale rivesta un ruolo fondamentale nella formulazione di giudizi di qualità. Ad esempio, recenti studi hanno evidenziato come gli aspetti idraulici a livello locale, e.g. il carattere lenticolo-tico di un tratto fluviale, possano influenzare in modo drammatico la struttura delle biocenosi, determinando una diminuzione di efficacia dei metodi attualmente in uso per la valutazione dello stato di qualità ecologica (Buffagni et al., 2009). Ciò è particolarmente importante in area mediterranea, anche per via delle variazioni climatiche e dell'intenso uso della risorsa acqua.

È stato infatti verificato come la dipendenza dei metodi biologici dalle condizioni idrauliche locali possa portare ad una non corretta interpretazione dello stato di qualità ecologica di un corso d'acqua. La naturale variabilità delle comunità bentoniche in funzione del regime idrologico dei fiumi, può sommarsi alle alterazioni dovute all'impatto antropico, falsando eventuali giudizi di qualità in assenza dei necessari adeguamenti dei metodi in uso. Emerge quindi l'esigenza di sviluppare sistemi specifici per la valutazione della qualità ecologica dei corsi d'acqua soggetti ad elevata variabilità idrologica per una corretta applicazione della WFD in area mediterranea. A tal fine, è prevista per il sistema **MacrOper** la possibilità di inserire fattori correttivi o tarature in grado di compensare le differenze di carattere lenticolo-tico tra aree diverse o tra periodi idrologici diversi nello stesso sito.

*Diversificazione dell'habitat e sottotipi fluviali* - Analogamente, e più in generale, a quanto brevemente esposto per la variabilità stagionale ed il carattere lenticolo-tico, nelle valutazioni di qualità ecologica è importante considerare il grado di diversificazione degli habitat presenti nel corpo idrico. A tal fine, la struttura in habitat di un determinato sito di campionamento, a diverse scale spaziali e.g. dal microhabitat alle caratteristiche idromorfologiche del tratto fluviale, dovrebbe essere appropriatamente descritta e valutata. Infatti, gli habitat presenti in alveo condizionano, o meglio, determinano, unitamente alle eventuali alterazioni, la struttura delle biocenosi. È quindi prevista, per il sistema **MacrOper**, la possibilità di inserire fattori correttivi o tarature in grado di compensare le differenze in termini di struttura e diversificazione in habitat tra aree diverse. In particolare, potranno in alcuni casi essere differenziati siti ad elevata diversificazione degli habitat da siti a scarsa o media diversificazione, comparabili in alcuni casi a veri e propri sottotipi fluviali.

### 3.8 Incertezza, classificazione e risposta alle pressioni

*Principali fonti di incertezza* - Le principali fonti di incertezza nella compilazione di liste faunistiche utilizzate per operare la classificazione di qualità possono essere riassunte come segue (Clarke & Hering, 2006):

(i) Variazioni legate al campionamento e al metodo di campionamento. Tra i diversi siti appartenenti ad un medesimo tipo fluviale, ci si aspetta che possa esistere una variabilità, più o meno evidente, nella struttura spaziale dei microhabitat presenti e, di conseguenza, nella presenza e distribuzione dei taxa macrobentonici. L'effetto di tali differenze sarà riscontrabile in termini di variabilità delle metriche

utilizzate per la classificazione, soprattutto quelle relative a ricchezza in taxa e diversità, anche all'interno di una singola stagione di campionamento. La precisione del metodo di campionamento è quindi influenzata dal numero di unità di campionamento raccolte (qui prevista uguale a 10), dalla diversificazione degli habitat presenti e dalla superficie totale campionata.

(ii) Trattamento del campione ed errori di identificazione tassonomica. Il sottocampionamento, di norma effettuato su campo, determina un aumento del livello d'incertezza della classificazione. Nello smistamento del campione e durante l'identificazione, alcuni taxa possono non essere raccolti o identificati erroneamente. Ciò può determinare errori sistematici e, talvolta, portare alla sottostima di metriche legate al numero di taxa raccolti.

(iii) Variazione della comunità legata alla stagione (si veda il paragrafo precedente). Spesso, le comunità fluviali testimoniano la potenzialmente elevata variabilità naturale degli ambienti lotici, per ragioni diverse dalla risposta allo stress antropico in generale o all'inquinamento dell'acqua.

(iv) Gli effetti dell'inquinamento o dell'alterazione ambientale in genere sul biota. Questa quota della variazione delle comunità biologiche è ciò che un sistema di valutazione ha l'obiettivo di riconoscere e quantificare.

*Incerteza dell'indice STAR\_ICMi* - Ad oggi, come stima dell'incerteza dell'indice STAR\_ICMi, è stata valutata la variabilità delle singole metriche componenti l'indice e, più importante, dello STAR\_ICMi stesso, utilizzato per la classificazione. Oltre ad altre valutazioni di maggior dettaglio su un minor numero di campioni ed aree geografiche, la variabilità delle metriche è stata valutata utilizzando campioni raccolti in siti di riferimento, per i quali il coefficiente di variazione è stato espresso come rapporto tra la deviazione standard e la media. Questo in quanto si è partiti dal concetto che, di norma, la maggiore variabilità è osservata in siti ad elevata diversificazione degli habitat presenti i.e. i siti di riferimento. Ci si aspetta quindi che per ambienti alterati, soprattutto ove si verifichi una banalizzazione degli habitat, i valori riportati rappresentino una sovrastima di quelli reali.

I valori di coefficiente di variazione (CV) sono stati calcolati per una serie di dataset italiani ed europei, in area mediterranea, alpina e centrale. Le singole metriche che costituiscono lo STAR\_ICMi hanno in genere un CV compreso tra 2 e 50. Tra queste, la metrica ASPT, di norma, presenta i valori più bassi. I valori di CV per lo STAR\_ICMi, cioè dopo la combinazione delle singole metriche nell'indice multimetrico, sono in genere più bassi di quelli delle singole metriche. Il range di CV per lo STAR\_ICMi è

risultato compreso tra 6 e 10, con poche eccezioni in fiumi mediterranei a forte variabilità. Il valore medio di CV, per una serie di dataset, è risultato essere pari a 8.6 (Erba et al., dati non pubblicati).

Un tale livello di variabilità pone lo STAR\_ICMi leggermente al di sopra, ma con valori molto simili, a quanto osservato da Clarke et al. (2006) per l'Indice Saprobio tedesco, ritenuto assai poco variabile. Peraltro, occorre rilevare come quest'ultimo indice richieda l'identificazione degli organismi bentonici a livello di specie, mentre lo STAR\_ICMi è basato sul livello di famiglia, offrendosi quindi come uno strumento dall'ottimo rapporto costi/benefici. Infatti, oltre alla variabilità di un indice usato per la classificazione, è molto importante anche lo sforzo richiesto per derivarne i valori. Lo STAR\_ICMi sembra un buon compromesso tra lo sforzo d'identificazione richiesto per la sua applicazione e le sue potenzialità per la classificazione di qualità.

*Validazione dell'indice STAR\_ICMi* - Un aspetto importante per un sistema di classificazione, e quindi per gli indici utilizzati al suo interno, è la verifica delle relazioni tra la risposta biologica espressa e le pressioni che agiscono sul corpo idrico (Birk & Hering, 2008). Perciò, è fondamentale, prima di adottare un sistema di classificazione, verificare su larga scala e, ove possibile, in casi specifici, l'esistenza e la qualità di tali relazioni. La risposta dello STAR\_ICMi ad una varietà di pressioni è stata valutata per un numero elevato di dataset, spesso in modo comparato rispetto al metodo IBE. In termini generali, lo STAR\_ICMi ha dimostrato di essere in grado di rilevare in modo adeguato sia lo stato generale dell'ambiente fluviale (Buffagni et al., 2005; Ferréol et al., 2008), sia l'alterazione morfologica (Erba et al., 2006). Inoltre, è stato dimostrato che la sua risposta, in relazione all'inquinamento organico dell'acqua, è simile a quella dell'ASPT, metrica componente e dedicata a questo tipo di alterazione nella qualità dell'acqua (Armitage et al., 1983; Sandin & Hering, 2004). Questi risultati sono stati confermati da ulteriori indagini, (Buffagni et al., 2009), che hanno messo in evidenza come i fattori legati alla quantità d'acqua (e.g. il carattere lenticolotico di un tratto fluviale) possano essere altrettanto importanti.

Invariabilmente, quando la risposta alle pressioni dell'IBE è stata comparata a quella dello STAR\_ICMi, quest'ultimo si è rivelato maggiormente in grado di descrivere il gradiente di alterazione ambientale.

Nonostante la buona attitudine di questo indice a rilevare l'impatto di vari tipi di alterazione sulle comunità bentoniche, va enfatizzato il fatto che i sistemi di valutazione per la WFD dovrebbero poter

fornire indicazioni anche ad un più elevato grado di dettaglio, ad esempio per il monitoraggio di sorveglianza o in caso di sistemi stressor specifici. A tale riguardo, occorre ancora ricordare che lo STAR\_ICMi deve essere utilizzato per il monitoraggio operativo *sensu* WFD, ma non può essere ritenuto sufficiente per il monitoraggio di sorveglianza o d'indagine. Per altri tipi e obiettivi di monitoraggio, diversi dalla semplice classificazione, e.g. riconoscimento di dettaglio delle cause dell'alterazione o pianificazione di misure di risanamento, quindi, è necessario l'utilizzo di metodi più complessi, ad esempio basati su un maggior numero di metriche, un migliore e più completo uso dell'informazione raccolta e un livello di identificazione degli organismi più approfondito.

#### 4. MESSA A PUNTO, VERIFICA E AGGIORNAMENTO DEL SISTEMA DI CLASSIFICAZIONE

Il sistema di classificazione **MacrOper** può essere utilizzato per la classificazione dello stato ecologico ai sensi della WFD, per quanto riguarda la componente dei macroinvertebrati bentonici.

Lo sviluppo del sistema di classificazione **MacrOper** è stato coordinato da CNR-IRSA a partire dall'anno 2000. Al processo di sviluppo del sistema di classificazione hanno partecipato a vario titolo diversi Enti, sia scientifici (e.g. Università) sia applicativi (ARPA e APPA, Autorità di bacino), sia italiani sia stranieri. La collaborazione ha consentito di portare avanti un utile confronto sulle diverse tematiche brevemente affrontate nel presente contributo, oltre che condividere dati utili alla messa a punto del sistema di classificazione. Attualmente, il sistema è in grado di supportare la classificazione in un numero elevato di tipi fluviali definiti secondo lo schema tipologico nazionale e di tutti i macrotipi definiti durante il processo d'Intercalibrazione per la WFD rilevanti per i fiumi italiani. Ciononostante, mentre alcune componenti del sistema (§ 3) si possono considerare pienamente testate e/o definitive (i.e. schema tipologico, STAR\_ICMi, limiti di classe), altre richiedono approfondimenti per poter essere implementate in modo soddisfacente a scala nazionale. Ad esempio, i valori relativi alle condizioni di riferimento per molti tipi fluviali italiani dovranno necessariamente essere corretti sulla base di ulteriori dati sperimentali raccolti dalle Agenzie o da Enti di Ricerca. Lo stesso metodo di raccolta degli invertebrati, unitamente alle strategie di campionamento, potrà vedere la presentazione di ulteriori specifiche di applicazione, per alcuni tipi fluviali o HER, al fine di migliorare e.g. l'efficienza di cattura degli organismi, la compilazione di liste tassonomiche rappresentative del corpo idrico, o di ridurre il disturbo legato alla variabilità naturale.

Si ritiene perciò utile poter effettuare periodicamente degli aggiornamenti, sia per l'inserimento di informazioni relative a nuovi tipi o sottotipi fluviali, sia per l'affinamento dei sistemi attualmente disponibili, in particolare sulla base di dati forniti del sistema agenziale – tramite ARPA/APPa e/o Regioni/Province italiane. Inoltre, Enti di Ricerca interessati a contribuire allo sviluppo del sistema, anche sulla base dei risultati ottenuti nell'ambito di progetti di ricerca specifici, potranno ugualmente collaborare all'implementazione del sistema di classificazione. Gli Enti che volessero fornire nuovi dati e/o contribuire alla taratura del sistema per tipi fluviali specifici possono contattare CNR-IRSA che, congiuntamente alle necessarie verifiche da parte di MATTM e Regioni/Province competenti, provvederà, compatibilmente con i tempi e le risorse disponibili, ad effettuare gli aggiornamenti/integrazioni. In linea di massima, si prevede che nuove informazioni possano essere inserite nel sistema con cadenza circa semestrale.

Un possibile percorso per il processo di aggiornamento del sistema **MacrOper** è schematizzato in Figura. 5. Le informazioni utilizzate per la messa a punto degli aggiornamenti al sistema **MacrOper** che si renderanno via via disponibili e che saranno approvate da MATTM saranno pubblicate periodicamente sul Notiziario IRSA-CNR (<http://www.irsa.cnr.it/Notiziario>). I singoli contributi saranno predisposti principalmente a cura degli Enti che avranno condotto il lavoro di sviluppo, con la supervisione e il coordinamento di CNR-IRSA al fine di garantire la massima uniformità dei sistemi in uso a livello nazionale. In particolare, si prevede che il ruolo di CNR-IRSA nel processo sarà un ruolo di tipo tecnico. L'inserimento degli aggiornamenti verrà effettuato previo trasferimento a CNR-IRSA delle informazioni necessarie. Le proposte di collaborazione per l'implementazione del sistema, che verranno successivamente inoltrate ai referenti di area, possono essere inviate a:

#### Sistema **MacrOper**

CNR-IRSA Istituto di Ricerca Sulle Acque –  
Consiglio Nazionale delle Ricerche  
Via del Mulino, 19, 20047 Brugherio (MI)  
Riferimento telefonico 039 216941  
e-mail: **MacrOper@irsa.cnr.it**

I punti sui quali si concentrerà il processo di affiancamento e verifica da parte di CNR-IRSA ed Enti associati sono i seguenti:

- verifica dei criteri utilizzati per l'attribuzione tipologica;
- verifica dei criteri utilizzati per la selezione dei siti di riferimento;



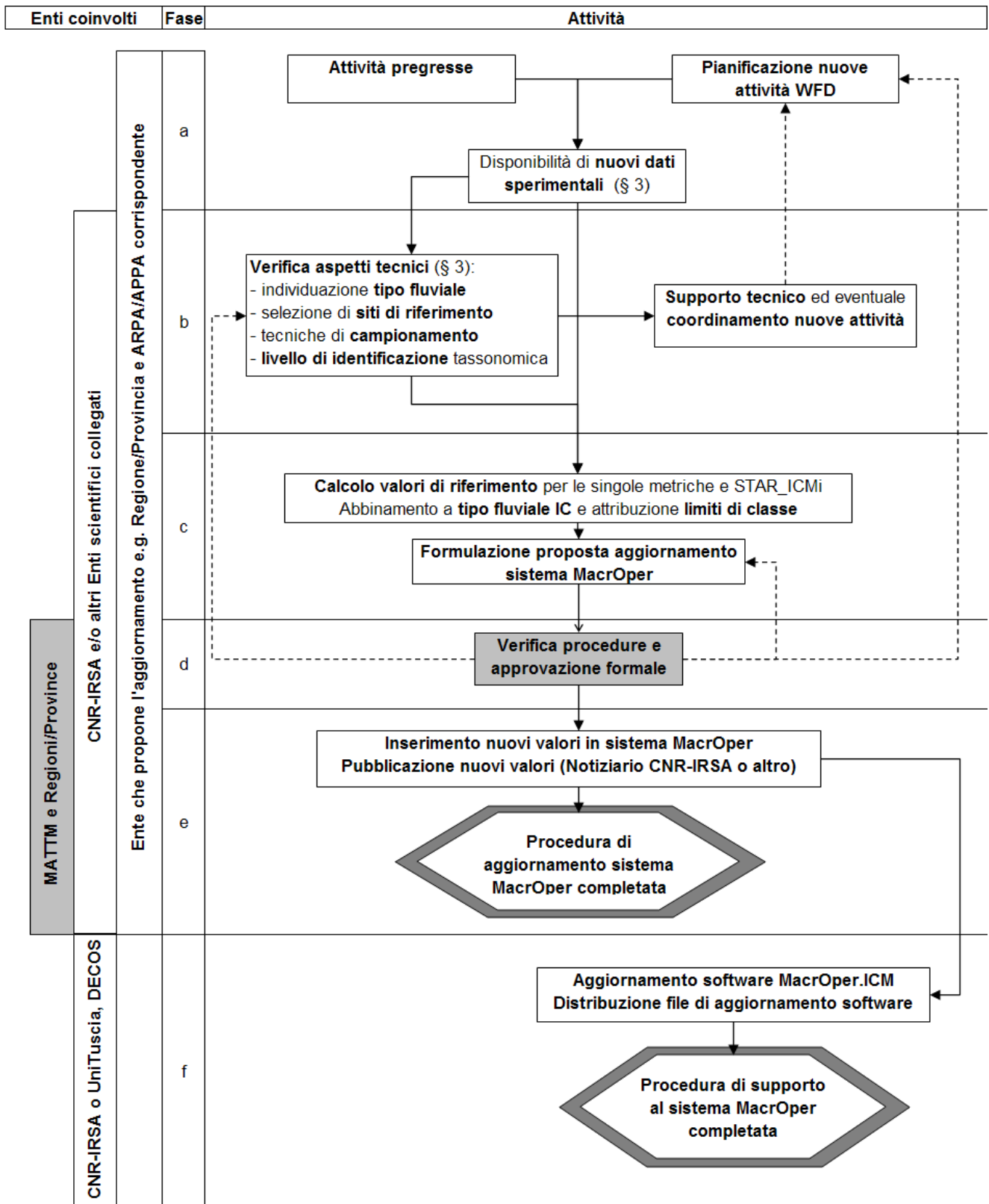


Fig 5. Schematizzazione di un possibile processo di aggiornamento del sistema di classificazione **MacrOper**.



- verifica del metodo di campionamento utilizzato per la raccolta degli invertebrati bentonici.

Operativamente, per la verifica degli aggiornamenti/integrazioni al sistema, verranno individuate delle persone di riferimento per le diverse macroaree geografiche italiane.

Una volta approvati, gli aggiornamenti verranno, come visto, pubblicati sul Notiziario IRSA-CNR e, successivamente, integrati nel software **MacrOper.ICM** (Buffagni & Belfiore, 2009). Un file completo degli aggiornamenti, che consentirà di operare una classificazione conforme alle indicazioni ufficiali, verrà quindi reso disponibile agli Enti che avranno segnalato l'utilizzo del software **MacrOper.ICM**.

Al fine di consentire a CNR-IRSA di inviare le segnalazioni relative agli aggiornamenti del sistema di classificazione e del software, si suggerisce di prendere visione della licenza e di registrarsi tra gli utenti del software.

## 5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

MacrOper si propone come un sistema utile alla definizione dello stato ecologico dei corpi idrici fluviali italiani in linea con le richieste della WFD, per quanto concerne la componente dei macroinvertebrati bentonici. Sebbene il quadro informativo generale necessario per la sua corretta applicazione sia complesso, perché complesse e articolate sono le innovazioni introdotte dalla WFD, il sistema è da subito applicabile in modo esaustivo ad una larga parte del territorio nazionale. La maggior parte dei tipi fluviali italiani – secondo la tipizzazione di livello 2 – sono infatti coperti dal sistema, sebbene con diverso dettaglio. Le differenze di approfondimento tra idroecoregioni e tipi consigliano lo sviluppo di appropriati piani di raccolta di nuove informazioni da parte degli Enti preposti, soprattutto nelle aree attualmente poco o per nulla coperte dal sistema. La possibilità di operare regolari e veloci aggiornamenti del sistema potrà consentire, a chi disporrà di nuove informazioni conformi alle richieste della WFD, di supportare l'adeguamento di MacrOper in tempi brevissimi. Inoltre, la disponibilità di software in grado di derivare i valori delle singole metriche e dell'indice usato per la classificazione, in automatico ed in modo standard, può garantire sia una rapida applicazione del sistema MacrOper sia la comparabilità tra i risultati ottenuti nei diversi tipi fluviali italiani.

È comunque opportuno ricordare che, al momento, il riferimento normativo all'uso del sistema o, meglio, di

alcune sue componenti, è solo indiretto. Infatti, la Decisione della Commissione sull'Intercalibrazione (EC, 2008) non è ancora supportata da adeguati riferimenti normativi nazionali, il cui iter di predisposizione, discussione ed approvazione è stato avviato ma non ancora concluso. Una volta formalizzato, esso, se vi sarà concordanza in merito al suo utilizzo, porterà all'approvazione ed ufficializzazione del sistema nel suo complesso, ma non potrà sostituire un processo di rifinitura delle sue singole componenti tecniche. In particolare, sarà opportuno predisporre, come si è qui cercato di delineare in linea generale (§ 4), una procedura mediante la quale i singoli valori di riferimento utilizzati per ciascun tipo fluviale siano via via validati e successivamente ufficializzati.

È qui importante rilevare, ancora una volta, che il sistema MacrOper (come suggerito dal suo stesso nome) è volto a soddisfare i requisiti del monitoraggio Operativo della WFD. Esso vuole cioè principalmente fornire informazioni da utilizzarsi direttamente per la classificazione dello Stato Ecologico, in una di cinque classi. È chiaro quindi che, in accordo con le finalità per le quali esso è stato concepito, il sistema non ha tutti i requisiti per soddisfare le richieste di tipi di monitoraggio più complessi, come quello di Sorveglianza e Investigativo. Per tali tipi di monitoraggio, il MacrOper potrà comunque essere utilizzato per la classificazione, ma dovrà essere affiancato da altre modalità di raccolta ed elaborazione dell'informazione. Ad esempio, sarà necessario fornire una migliore descrizione della comunità bentonica presente e.g. non fermandosi ad un'identificazione dei taxa a livello di Famiglia, o poter inferire sulle possibili cause delle alterazioni riscontrate a carico della biocenosi, mediante il calcolo di metriche dedicate.

Infine, nella prospettiva dell'immediato futuro, si elencano alcuni dei temi che maggiormente, a nostro parere, dovrebbero essere affrontati con urgenza in relazione al corretto uso del sistema **MacrOper** per garantire un'efficace implementazione della WFD e che richiederanno ingenti approfondimenti nei prossimi anni. Tra questi:

- lo studio di dettaglio delle comunità biologiche di aree il più possibile inalterate;
- lo sviluppo di moduli di valutazione biologici tipo-specifici per il monitoraggio di sorveglianza e investigativo, per i principali tipi di corpi idrici;
- l'approccio all'implementazione della WFD nei grandi fiumi;
- lo sviluppo di moduli di valutazione stressor-specifici;

- la classificazione integrata tra i diversi elementi di qualità biologica (EQB) e la classificazione chimica;
- la definizione delle relazioni di dettaglio tra singole pressioni, pressioni combinate e risposta biologica;
- la definizione dei corpi idrici fortemente modificati (HMWB) e la messa a punto di procedure e metodi dedicati;
- la definizione della scala spaziale più pertinente per porre in relazione i diversi EQB e gli aspetti idromorfologici dei fiumi;
- la definizione delle relazioni tra variabilità naturale dell'habitat e classificazione di qualità.

### Bibliografia minima

- ALPINE GIG, 2006. Annex C. Alpine GIG. Intercalibration of the boundary values for the macrozoobenthos. Technical aspects of the comparison of the boundary values by using the ICMi – method and Final results. Alpine GIG, 38pp.
- ARMITAGE, P.D., MOSS, D., WRIGHT, J.F. & M.T. FURSE, 1983. The performance of a new biological water quality scores system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res.*, 17, 333–347.
- BELFIORE C. & A. BUFFAGNI, 2009. **MacrOper.ICM 1.1**: Un software per la classificazione dei fiumi italiani per la WFD sulla base dei macroinvertebrati bentonici. Breve guida per l'utente. *IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici*, 2009.
- BELFIORE C., ERBA S., PACE G., TODINI B. & A. BUFFAGNI, 2009. Valori di riferimento per la classificazione – nota 3: Italia Centrale. *IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici*, 2009 (In preparazione).
- BIRK, S. & D. HERING, 2008. A new procedure for comparing class boundaries of biological assessment methods: A case study from the Danube Basin. *Ecological indicators*. In press.
- BUFFAGNI A. & C. BELFIORE 2006. ICMeasy 1.2 - Intercalibration common metrics and index easy calculation. CNR-IRSA & UniTuscia-DECOS, Rome, Italy, August 2006.
- BUFFAGNI A. & C. BELFIORE, 2007. ICMeasy 1.2: A Software for the Intercalibration Common Metrics and Index easy calculation. User guide. *IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici*, Marzo 2007 (1): 101-114.
- BUFFAGNI A. & C. BELFIORE 2009. **MacrOper.ICM 1.1** - Classificazione dei fiumi italiani per la WFD sulla base dei macroinvertebrati bentonici. CNR-IRSA & UniTuscia-DECOS, Roma, Italia, Aprile 2009.
- BUFFAGNI A. & S. ERBA, 2004. A simple procedure to harmonize class boundaries of European assessment systems. Discussion paper for the Intercalibration process – WFD CIS WG 2.A ECOSTAT, 6 February 2004, 21pp.
- BUFFAGNI A. & S. ERBA, 2007a. Intercalibrazione e classificazione di qualità ecologica dei fiumi per la 2000/60/EC (WFD): l'indice STAR\_ICMi. *IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici*, Marzo 2007 (1), 94-100.
- BUFFAGNI A. & ERBA S., 2007b. Macroinvertebrati acquatici e direttiva 2000/60/EC (WFD) - Parte A. Metodo di campionamento per i fiumi guadabili. *IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici*, Marzo 2007 (1), 2-27.
- BUFFAGNI A., ALBER R., BIELLI E., DESIO F., FIORENZA A., FRANCESCHINI S., GENONI P., LÖSCH B. & ERBA S., 2008. MacrOper: Valori di riferimento per la classificazione – Nota 1: Italia settentrionale. *IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici*, Numero Speciale 2008: 47-69.
- BUFFAGNI A., MUNAFÒ M., TORNATORE F., BONAMINI I., DIDOMENICANTONIO A., MANCINI L., MARTINELLI A., SCANU G., SOLLAZZO C., 2006a. Elementi di base per la definizione di una tipologia per i fiumi italiani in applicazione della Direttiva 2000/60/EC. *IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici*, Dicembre 2006 (1), 2-19.
- BUFFAGNI A., ERBA S., CAZZOLA M., MURRAY-BLIGH J., SOSZKA H., P. GENONI. 2006b. The STAR common metrics approach to the WFD intercalibration process: Full application for small, lowland rivers in three European countries. *Hydrobiologia*, 566: 379-399.
- BUFFAGNI A., ERBA S., BIRK S., CAZZOLA M., FELD C., OFENBÖCK T., MURRAY-BLIGH J., FURSE M. T., CLARKE R., HERING D., SOSZKA H. & W. VAN DE BUND, 2005. 'Towards European Inter-calibration for the Water Framework Directive: Procedures and examples for different river types from the E.C. project STAR'. 11<sup>th</sup> STAR deliverable. STAR Contract No: EVK1-CT 2001-00089. Rome (Italy), *Quad. Ist. Ric. Acque* 123, IRSA, 468 pp.
- BUFFAGNI A., ERBA S. & M.T. FURSE, 2007a. A simple procedure to harmonize class boundaries of assessment systems at the pan-European scale. *Environ. Sci. Policy*, 10: 709-724.
- BUFFAGNI A., ERBA S., AQUILANO G., ARMANINI D., BECCARI C., CASALEGNO C.,

- CAZZOLA M., DEMARTINI D., GAVAZZI N., KEMP J.L., MIROLO N. & M. RUSCONI, 2007b. Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD) - Parte B. Descrizione degli habitat fluviali a supporto del campionamento biologico. *IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici*, Marzo 2007 (1): 28-52
- BUFFAGNI A., MORUZZI E., BELFIORE C., BORDIN F., CAMBIAGHI M., ERBA S., GALBIATI L. & R. PAGNOTTA, 2007c. Macroinvertebrati acquatici e direttiva 2000/60/EC (WFD) – parte D. Metodo di campionamento per i fiumi non guadabili. *IRSA-CNR Notiziario dei metodi analitici*, Marzo 2007 (1), 69-93.
- BUFFAGNI A., ERBA S., ASTE F., MIGNUOLI C., SCANU G., SOLLAZZO C. & R. PAGNOTTA, 2008. Criteri per la selezione di siti di riferimento fluviali per la direttiva 2000/60/CE. *IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici*, Numero Speciale 2008: 2-24.
- BUFFAGNI A., ARMANINI D.G. & S. ERBA, 2009. Does the lentic-lotic character of rivers affect invertebrate metrics used in the assessment of ecological quality? *Journal of Limnology*, 68 (1): 92-105.
- CENTRAL/BALTIC GIG, 2007. WFD Intercalibration Technical Report. Part 1. Rivers. Section 2 – benthic macroinvertebrates, Central/Baltic GIG, 30pp.
- CLARKE, R. T. & D. HERING, 2006. Errors and uncertainty in bioassessment methods – major results and conclusions from the STAR project and their application using STARBUGS. *Hydrobiologia* 566: 433–439.
- CLARKE, R. T., M. T. FURSE, R. J. M. GUNN, J. M. WINDER & J. F. WRIGHT, 2002. Sampling variation in macroinvertebrate data and implications for river quality indices. *Freshwater Biology* 47: 1735–1751.
- CLARKE, R. T., A. LORENZ, L. SANDIN, A. SCHMIDT-KLOIBER, J. STRACKBEIN, N. T. KNEEBONE & P. HAASE, 2006. Effects of sampling and sub-sampling variation using the STAR-AQEM sampling protocol on the precision of macroinvertebrate metrics. *Hydrobiologia* 566: 441-459.
- D.M. 131/2008. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Decreto 16 giugno 2008, n. 131. Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: «Norme in materia ambientale», predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto. GU n. 187 del 11-8-2008 - Suppl. Ordinario n.189.
- D.L. 152/99 – Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152 – Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. Suppl. Ord. n. 101/L alla Gazzetta Ufficiale 29 maggio 1999, no. 124.
- MATTM, 2008. Schema di regolamento del ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e della mare recante i criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152: recante "norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'art. 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo. Bozza 6 Ottobre 2008, 44pp.
- EUROPEAN COMMISSION, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities* L 327, 22.12.2000, 1–72.
- EUROPEAN COMMISSION, 2003a. REFCOND Guidance - Guidance on establishing reference conditions and ecological status class boundaries for inland surface waters. Produced by CIS working group 2.3 – REFCOND. 2003-03-05, 93 pp.
- EUROPEAN COMMISSION, 2003b. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document no. 6. Towards a guidance on establishment of the intercalibration network and the process on the intercalibration exercise. Produced by Working Group 2.5— Intercalibration, 54 pp.
- EUROPEAN COMMISSION, 2008. DECISIONE DELLA COMMISSIONE del 30 ottobre 2008 che istituisce, a norma della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, i valori delle classificazioni dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall'esercizio di intercalibrazione. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea. (2008/915/CE). L 332/20. 10.12.2008. 1-35.
- ECOSTAT, 2007. Guidelines on intercalibration results and reference conditions – version 3.2 – 18 June 2007. 9 pp.
- ERBA, S., A. BUFFAGNI, N. HOLMES, M. O'HARE, P. SCARLETT & A. STENICO, 2006. Testing River Habitat Survey features for the aims of the WFD hydro-morphological assessment: an overview from the STAR Project. *Hydrobiologia* 566: 281-296.

- ERBA S., BUFFAGNI A., ALBER R., BELFIORE C., BIELLI E., ARMANINI D.G., CAZZOLA M., CUOMO S. & D. DEMARTINI, 2007. Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD) - Parte C. Scheda di campionamento per i fiumi guadabili e note generali a supporto delle attività di campo *IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici*, Marzo 2007 (1): 53-68.
- ERBA S., BELFIORE C., PACE G., & A. BUFFAGNI, 2009. Valori di riferimento per la classificazione – nota 2: Italia Meridionale. *IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici*, 2009 (In preparazione).
- FERRÉOL, M., A. DOHET, H.-M. CAUCHIE, & L. HOFFMANN, 2008. An environmental typology of freshwater sites in Luxembourg as a tool for predicting macroinvertebrate fauna under non-polluted conditions. *Ecological Modelling* 212: 99–108.
- HEISKANEN, A.-S., VAN DE BUND, W., CARDOSO, A.C. & P. NOGES, 2004. Towards good ecological status of surface waters in Europe—interpretation and harmonization of the concept. *Water Sci. Technol.*, 49 (7), 169–177.
- HERING, D., A. BUFFAGNI, O. MOOG, L. SANDIN, M. SOMMERHÄUSER, I. STUBAUER, C. FELD, R.K. JOHNSON, P. PINTO, N. SKOULIKIDIS, P.F.M. VERDONSCHOT, & S. ZAHRÁDKOVÁ, 2003. The development of a system to assess the ecological quality of streams based on macroinvertebrates – design of the sampling programme within the AQEM project. *International Review of Hydrobiology* 88: 345-361.
- MEDITERRANEAN GIG, 2007. WFD intercalibration technical report- Rivers. Benthic Invertebrates. 1 may 2007 Mediterranean GIG, 21pp.
- NIJBOER, R.C., R.K. JOHNSON, P.F.M.VERDONSCHOT, M. SOMMERHÄUSER & A. BUFFAGNI, 2004. Establishing reference conditions for European streams. *Hydrobiologia* 516: 91-105.
- SANDIN, L. & D. HERING, 2004. Comparing macroinvertebrate indices to detect organic pollution across Europe: a contribution to the EC Water Framework Directive intercalibration. *Hydrobiologia* 516: 56 - 68.
- SÁNCHEZ-MONTOYA M. M., M. R. VIDAL-ABARCA, T. PUNTÍ, J. M. POQUET, N. PRAT, M. RIERADEVALL, J. ALBA-TERCEDOR, C. ZAMORA-MUÑOZ, M. TORO, S. ROBLES, M. ÁLVAREZ, M. L. SUÁREZ (in stampa). Defining criteria to select reference sites in Mediterranean streams. *Hydrobiologia*, 16pp.
- STODDARD, J. L., D. P. LARSEN, C. P. HAWKINS, R. K. JOHNSON & R. H. NORRIS, 2006. Setting expectations for the ecological condition of streams: the concept of reference condition. *Ecological Application* 16: 1267-1276.
- WASSON, JG., A. GARCIA BAUTISTA, A. CHANDESRI, H. PELLA, D. ARMANINI & A. BUFFAGNI, 2006. Approccio delle Idro – Ecoregioni Europee e tipologia fluviale in Francia per la Direttiva Quadro sulle Acque (EC 2000/60). *IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici*, Dicembre 2006 (1): 20-38.



**Ringraziamenti**

<b>Nominativo</b>	<b>Ente di appartenenza</b>
Renate Alber, Birgit Loesch, Alberta Stenico, Anna Mutschlechner, Valeria Albrigo	APPA Bolzano
Silvia Franceschini, Daniela Lucchini, Elisabetta Russo, Monica Carati, Adriano Fava	ARPA Emilia Romagna
Pietro Genoni, Elena Arnaud, Fabio Buzzi, Fabio Grespi, Antonio Dalmiglio	ARPA Lombardia
Ettore Bielli, Antonietta Fiorenza, Teo Ferrero, Mara Raviola, Elio Sesia, Mariuccia Cirio, Sara Vazzola, Mario Pannocchia, Arianna Nicola	ARPA Piemonte
Veronica Pistolozzi, Susanna Cavalieri	ARPA Toscana
Manuela Cason, Marina Raris, Silvia Menegon	ARPA Veneto
Dario Lagostena, Fernanda Moroni	Autorità di bacino del Po (PR)
Massimo Cambiaghi, Romeo Cironi, Laura Meloni, Valentina Passeri	CESI (MI)
Raffaella Balestrini, David G. Armanini, Marcello Cazzola, Daniele Demartini, Adolfo De Paolis, Ivan Portoghese, Michele Vurro, Silvio Capri, Gianluca Aquilano, Benedetta Bardazza, Chiara Beccari, Carlotta Casalegno, Nicolò Gavazzi, Laura Marziali, Enrico Moruzzi, Stefania Somarè, molti altri colleghi, collaboratori e studenti	CNR-IRSA (MI, RM, BA)
Ludovica Diliberto, Rita Casula	Hydrocontrol (CA)
Daniela D'Agostino	IAMB (BA)
Laura Mancini	ISS
Gabriela Scanu, Fiorella Aste	MATTM
Fabrizio Desio	Museo Friulano di Storia Naturale (UD)
Michele De Luca, Gabriele De Filippo	Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano (SA)
Marilia Dimodugno	Politecnico di Bari
Barbara Vidoni	Provincia di Bolzano
Laura Petriglia	Regione Basilicata
Floriana Clemente, Giovanni Negro	Regione Piemonte
Barbara Todini, Elda Gaino	Università di Perugia
Bruno Rossaro	Università degli Studi di Milano
Carlo Belfiore, Giorgio Pace, Mariachiara Barile	Università della Tuscia, DECOS (VT)
Otto Moog, Ilse Stubauer, Thomas Ofenböck Gisela Ofenböck	BOKU (A) Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (AT)
Mike Furse, Ralph Clarke, Mike Dunbar	CEH (UK)
Jean-Gabriel Wasson, Nicolas Mengin	CEMAGREF (FR)
Anna-Stiina Heiskanen, Wouter van de Bund	EC-JRC IES (IT)
John Murray-Bligh	Environment Agency (UK)
Kostas Gritzalis, Nikolaos Th. Skoulikidis	HCMR (GR)
Karel Brabec	Masaryk University (CZ)
Daniel Hering	Università di Essen (DE)
Manuela Morais, Paulo Pinto	Univeristà di Evora (PT)
Andreas Christodoulides, Gerald Dörflinger	Water Development Department (CY)



**BOX 1****- CLASSIFICAZIONE DEI CORPI IDRICI -  
SCHEMA TECNICA RELATIVA ALLA DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI VALUTAZIONE  
DELLO STATO ECOLOGICO BASATO SUGLI INVERTEBRATI BENTONICI FLUVIALI****1. Breve descrizione del sistema di classificazione**

Il sistema di classificazione qui descritto, denominato MacrOper, consente di derivare una classe di qualità per gli organismi macrobentonici, utile per la definizione dello Stato Ecologico. Tale sistema combina le informazioni relative ai seguenti elementi fondamentali:

1. sistema tipologico nazionale (Buffagni et al., 2006 e D.L. 131/2008);
2. limiti di classe definiti all'interno del processo di intercalibrazione europeo (Paragrafo 3.1; EC, 2008);
3. valori numerici di riferimento tipo specifici per sei metriche selezionate (riportate in Tabella 1b) (e.g. Buffagni & Erba, 2008);
4. calcolo dell'indice STAR\_ICMi (Buffagni & Erba, 2007a; Buffagni & Erba, 2008; Belfiore & Buffagni, 2009; Belfiore et al., 2009; Erba et al., 2009);

inoltre, la corretta attribuzione ad una classe di qualità richiede che:

5. il campionamento della fauna macrobentonica sia effettuato secondo quanto indicato in Buffagni & Erba 2007b, Buffagni et al., 2007b (e successivi aggiornamenti).

Il sistema descritto consente di soddisfare le richieste della Direttiva Quadro quando l'obiettivo del monitoraggio è la classificazione. In particolare, esso è designato per il monitoraggio di tipo operativo. Per il monitoraggio di sorveglianza e per quello investigativo, dovranno essere utilizzati sistemi multimetrici in grado di fornire informazioni di maggior dettaglio e che potranno prevedere protocolli di campionamento dedicati e livelli di identificazione più approfonditi (Buffagni & Erba, 2007b, Buffagni et al., 2007b, e successivi aggiornamenti). Per i punti 1, 3 e 5 si rimanda ai riferimenti citati; nel seguito vengono fornite le informazioni necessarie per il calcolo dell'indice STAR\_ICMi e per la classificazione di qualità.

**2. Lo STAR\_ICMi**

Lo STAR\_ICMi (Indice multimetrico STAR di Intercalibrazione) è un indice multimetrico composto da sei metriche (si veda Tabella 1b) che forniscono informazioni in merito ai principali aspetti che la Direttiva Quadro chiede di considerare per gli organismi macrobentonici. L'indice, che deriva dalla combinazione dei valori ottenuti per le sei metriche, opportunamente normalizzati e ponderati (Buffagni et al., 2007a), viene direttamente espresso in Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) e assume valori tra 0 e 1+.

Il livello di identificazione tassonomica richiesto per il calcolo dell'indice STAR\_ICMi è la Famiglia. Alcune delle metriche componenti necessitano, per poter essere calcolate correttamente, di dati relativi all'abbondanza delle singole famiglie di organismi bentonici. Lo STAR\_ICMi può essere utilizzato per la classificazione in tutti i tipi fluviali e corpi idrici naturali italiani, nonché in corpi idrici artificiali e fortemente modificati.

Per quanto riguarda i grandi fiumi (ca > 150 km dalla sorgente), i fiumi temporanei ed alcuni tipi fluviali particolari (e.g. con origine da ghiacciaio), potranno essere proposti indici e sistemi di classificazione dedicati (Notiziari e Quaderni CNR-IRSA e/o Manuali ISPRA). Lo stesso vale per corpi idrici artificiali e fortemente modificati, per i quali si farà riferimento al massimo ed al buono potenziale ecologico.

**3. Modalità di calcolo dello STAR\_ICMi**

Il calcolo dell'indice STAR\_ICMi prevede 4 passaggi successivi elencati nel seguito:

1. calcolo dei valori grezzi delle sei metriche che compongono lo STAR\_ICMi;
2. conversione dei valori di ciascuna metrica in RQE, dividendo il valore osservato (i.e. ottenuto per il campione in esame) per il valore mediano relativo ai campioni di riferimento propri del tipo fluviale analizzato;
3. calcolo della media ponderata dei valori di RQE delle sei metriche secondo i pesi forniti nella Tabella 1b;
4. normalizzazione del valore così ottenuto, effettuata dividendo il valore del campione in esame per il valore proprio dell'indice STAR\_ICMi nelle condizioni di riferimento.

Per quanto riguarda il passaggio 2, la conversione della metrica ASPT in RQE deve essere effettuata sottraendo preventivamente il valore 2 al valore grezzo della metrica stessa. Si è infatti osservato che tale metrica generalmente non raggiunge un valore inferiore a 2. Qualora si dovesse ottenere un valore di ASPT inferiore a 2, per il campione corrispondente dovrà essere utilizzato un valore RQE pari a 0.

*Tabella 1b.* Metriche che compongono lo STAR\_ICMi e peso loro attribuito nel calcolo dell'indice (da Buffagni & Erba, 2007a).

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Metrica	Descrizione e taxa considerati	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di Famiglia)	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	$\text{Log}_{10} (\text{Sel\_EPTD} + 1)$	$\text{Log}_{10}$ (somma delle abbondanze di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae + 1)	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = - \sum_{i=1}^s \left( \frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left( \frac{n_i}{A} \right)$ (sull'intera comunità)	0.083

L'indice STAR\_ICMi può essere agevolmente calcolato mediante due software attualmente disponibili, ICMeasy (Buffagni & Belfiore, 2006; CNR-IRSA, 2007d) e MacrOper.ICM (Buffagni & Belfiore, 2009; Belfiore & Buffagni, 2009), e successivi aggiornamenti. Il software ICMeasy consente di derivare i valori di STAR\_ICMi, ma la classificazione deve essere operata manualmente secondo i limiti di classe esposti in Tabella 2 e i valori di riferimento riportati in Buffagni et al., 2008b; Belfiore et al., 2009, Erba et al., 2009 (e successivi aggiornamenti). Il software MacrOper.ICM, mediante l'integrazione delle informazioni di cui al § 1, consente di derivare la classificazione automaticamente.

Per quanto riguarda i valori numerici di riferimento tipo-specifici per le sei metriche e per lo stesso STAR\_ICMi, essi richiedono un'approvazione formale da parte di MATTM e Regioni interessate (e.g. Buffagni & Erba, 2008; Belfiore et al., 2009; Erba et al., 2009), e successivi aggiornamenti e/o manuali ISPRA).

#### 4. Limiti di classe e classificazione

In Tabella 2 sono riportati i valori di RQE relativi ai limiti di classe dello STAR\_ICMi per i macrotipi fluviali definiti durante l'esercizio di intercalibrazione per la Direttiva Quadro. In particolare, l'Italia afferisce a tre Gruppi di Intercalibrazione Geografici (GIG): Alpino, Centrale/Baltico e Mediterraneo. I limiti di classe definiti per le tre aree corrispondenti vanno utilizzati per la classificazione dei fiumi italiani sulla base dei macroinvertebrati bentonici. L'attribuzione a una delle 5 classi di qualità per il sito in esame sarà da effettuarsi considerando il valore di STAR\_ICMi ottenuto come media dei valori relativi alle diverse stagioni di campionamento. Viene nel seguito riportata una corrispondenza fra i tipi dell'intercalibrazione e i tipi fluviali italiani. A tale riguardo, ulteriori dettagli possono essere rinvenuti in Buffagni & Erba, 2008. La descrizione dei tipi fluviali riportata in Tabella 2 è solo orientativa.

Tabella 2b. Limiti di classe\* fra gli stati Elevato e Buono (E/B), Buono e Moderato (B/M), Moderato e Scarso (M/S) e Scarso e Cattivo (S/C) per i diversi macrotipi fluviali definiti durante l'esercizio di intercalibrazione e presenti in Italia (EC, 2008: Tabella 1.1.2). I valori riportati vanno inclusi nella classe superiore.

GIG/Area geografica	Tipo fluviale IC	Descrizione sommaria	Limiti di classe*			
			E/B	B/M	M/S	S/C
Alpino	R-A1	Piccole-medie dimensioni, altitudine elevata, calcareo	0.97	0.73	0.49	0.24
	R-A2	Piccole-medie dimensioni, altitudine elevata, siliceo	0.95	0.71	0.48	0.24
Centrale/Baltico	R-C (tutti i tipi)		0.96	0.72	0.48	0.24
Mediterraneo	R-M1	Piccoli corsi d'acqua mediterranei di media altitudine (200-800 m slm)	0.97	0.72	0.48	0.24
	R-M2	Piccoli e medi corsi d'acqua mediterranei in pianura (< 400 m slm)	0.94	0.70	0.47	0.24
	R-M3	Grandi fiumi di pianura	0.94	0.70	0.47	0.24
	R-M4	Piccoli e medi corsi d'acqua mediterranei di montagna (400-1500 m slm)	0.94	0.70	0.47	0.24
	R-M5	Piccoli corsi d'acqua temporanei in pianura (< 300 m slm)	0.97	0.73	0.49	0.24

\* I limiti di classe per i macroinvertebrati bentonici sono stati definiti e approvati durante l'esercizio europeo di intercalibrazione (EC, 2008). La procedura utilizzata per derivare i limiti di classe (Buffagni & Erba, 2007a) ha previsto di utilizzare il valore pari al 25° percentile dei valori di STAR\_ICMi ottenuti per i campioni raccolti da siti di riferimento quale limite di classe tra lo "stato elevato" e lo "stato buono" (limite E/B). I limiti per le classi successive sono stati stabiliti ripartendo il rimanente intervallo di valori di STAR\_ICMi (fino a 0) in quattro parti uguali. Il limite di classe tra "stato buono" e "stato moderato" (i.e. B/M) risulterà quindi uguale al valore del limite E/B moltiplicato per 0.75.

I diversi tipi fluviali presenti sul territorio italiano sono ricondotti ai diversi macrotipi definiti durante il processo di intercalibrazione europeo secondo le seguenti indicazioni:

#### GIG alpino

- HER 1, 2, 3, 4 (Alpi), tutti i tipi nazionali: R-A1 o R-A2 in funzione della geologia del bacino;

#### GIG centrale/baltico

- HER 1, 2, 3, 4, 5, 7, in aree collinari o di pianura e HER 6 (Pianura Padana a Nord del fiume Po), tutti i tipi nazionali: R-C;

#### GIG Mediterraneo

- HER 8-21 (Mediterraneo) e HER 6 (Pianura Padana a Sud del fiume Po), fiumi perenni: R-M1 - R-M4 (in accordo con Tabella 1.1.1.4 e successivi approfondimenti);
- HER 8-21 (Mediterraneo) e HER 6 (Pianura Padana a Sud del fiume Po), fiumi temporanei: R-M5.

Per quanto riguarda i grandi fiumi in area mediterranea (R-M3), i limiti di classe sono stati mutuati dai tipi R-M2 e R-M4; essi non sono ancora stati oggetto di intercalibrazione a livello europeo e potrebbero, perciò, richiedere degli adeguamenti.

## MacrOper: VALORI DI RIFERIMENTO PER LA CLASSIFICAZIONE – NOTA 1. ITALIA SETTENTRIONALE

A cura di:

Buffagni A.<sup>1</sup>, Alber R.<sup>2</sup>, Bielli E.<sup>3</sup>, Desio F.<sup>4</sup>, Fiorenza A.<sup>5</sup>, Franceschini S.<sup>6</sup>, Genoni P.<sup>7</sup>, Lösch B.<sup>2</sup> e Erba S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CNR-IRSA, Istituto di Ricerca Sulle Acque del Consiglio Nazionale delle Ricerche, via della Mornera 25, 20047 Brugherio (MI)

<sup>2</sup> APPA BZ, Laboratorio Biologico - Biologisches Labor, Unterbergstr. 2, 39055 Leifers (BZ)

<sup>3</sup> ARPA Piemonte, Dipartimento di Novara, Via Roma 7/D, 28100 Novara.

<sup>4</sup> Museo Friulano di Storia Naturale, Via Grazzano 1, 33100 Udine

<sup>5</sup> ARPA Piemonte, Struttura Qualità acque superficiali e sotterranee, Piazza Alfieri 33, 14100 Asti

<sup>6</sup> ARPA Emilia Romagna, Sezione Prov. Reggio Emilia, Ecosistema Idrico - Servizio Sistemi Ambientali, via Amendola 2, 42100 Reggio Emilia

<sup>7</sup> ARPA Lombardia, Dipartimento Provinciale di Milano, U.O. Risorse Idriche e Naturali, Via Spagliardi 19, 20015 Parabiago (MI)

### RIASSUNTO

Il presente contributo fornisce, per l'Italia settentrionale, una lista dei principali tipi fluviali rinvenibili e i relativi valori di riferimento dell'indice STAR\_ICMi e delle singole metriche che lo compongono. Tali valori sono alla base del sistema MacrOper e consentono il calcolo corretto dello STAR\_ICMi nei diversi tipi fluviali e idroecoregioni. Sarà quindi possibile effettuare la classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici fluviali sulla base dei macroinvertebrati bentonici in linea con le richieste della WFD.

### SUMMARY

This paper provides a list of river types present in Northern Italy, together with the corresponding value of the STAR\_ICMi and its six component metrics, for reference conditions. These values are needed to use the MacrOper system and support a correct calculation of the STAR\_ICMi in different river types and hydro-ecoregions. Based on such values, it is possible to classify ecological status of river water bodies based on aquatic invertebrates according to WFD requirements.

## 1. INTRODUZIONE

L'effettivo utilizzo del sistema di classificazione MacrOper (Buffagni et al., 2008) richiede, unitamente ad una serie di altre informazioni, che sia definito il tipo fluviale al quale il corpo idrico in esame appartiene, secondo il sistema tipologico nazionale (Buffagni et al., 2006 e D.M. 131/2008). Una volta definiti il tipo di appartenenza e in quale area fluviale il campione di invertebrati bentonici debba o possa essere raccolto i.e. pool, riffle o generico (e.g. Erba et al., 2007), si potrà operare la classificazione, utile per derivare lo stato ecologico del corpo idrico. La Direttiva Quadro sulle Acque (WFD: EC, 2000) richiede però che la classificazione sia sempre espressa e derivata per rapporto (RQE) rispetto alle condizioni di riferimento attese. Tale classificazione richiede perciò che siano preventivamente resi disponibili i valori tipo specifici delle metriche biologiche utilizzate.

Obiettivo del presente contributo è quello di fornire i valori di riferimento delle singole metriche che costituiscono lo STAR\_ICMi (Buffagni & Erba, 2007a; Buffagni et al., 2008) e dell'indice stesso, in modo che esso possa essere calcolato per un elevato numero di tipi fluviali presenti in Italia settentrionale e possa quindi consentire la classificazione in conformità con le richieste della WFD.

## 2. TIPI FLUVIALI E ORIGINE DEI DATI

### 2.1 I tipi fluviali considerati

Il presente contributo riporta un elenco dei principali tipi fluviali localizzati in Italia settentrionale (Tabella 1), unitamente alla localizzazione regionale del tipo, dal momento che lo stesso tipo fluviale può essere presente in più Regioni italiane. Tale localizzazione, denominata "area regionale", deriva dall'incrocio della Regione con la idroecoregione (HER) (Wasson et al., 2006; D.M. 131/2008). I tipi elencati fanno esclusivamente riferimento ai fiumi naturali e sono esclusi dal presente contributo sia i corsi d'acqua fortemente modificati (HMWB) che quelli artificiali. I tipi fluviali sono stati derivati in accordo con quanto previsto dal Decreto Legislativo 16 giugno 2008 e da Buffagni et al. (2006). I tipi fluviali sono codificati secondo il sistema indicato da MATTM (D.M. 131/2008). L'elenco dei tipi fluviali è ordinato per idroecoregione e, all'interno dell'idroecoregione, i diversi tipi sono ordinati per area regionale (Tabella 1).

L'elenco dei tipi fluviali è stato redatto tenendo il più possibile in considerazione la tipizzazione effettuata dalle diverse Regioni. Nonostante si sia cercato di includere nel sistema MacrOper una lista il più possibile esaustiva di tipi fluviali, essa risulterà

necessariamente incompleta o non del tutto coincidente con le liste regionali. Infatti, non sono stati possibili aggiornamenti con tutte le Regioni in quanto il processo ufficiale di tipizzazione risulta, in alcuni casi, ancora in corso; inoltre, non sempre è stato possibile utilizzare dati biologici adeguati per la taratura del sistema (si veda Buffagni et al., 2008). La lista, e i corrispondenti valori delle metriche biologiche, potranno essere aggiornati in funzione di indicazioni e/o nuovi dati sperimentali forniti dalle autorità competenti e.g. agenzie regionali e provinciali, autorità di bacino, Regioni, Province, Enti di Ricerca (si veda Buffagni et al., 2008).

In questa fase, con l'esclusione di una parte dei tipi individuati in area alpina per cui si disponeva di dati di maggior dettaglio, si fa principalmente riferimento ad una tipizzazione di secondo livello. Ciononostante, si fa notare come una tipizzazione di livello 3 possa in alcuni casi supportare una migliore descrizione delle comunità di riferimento. Ad esempio, potrebbe essere utile separare alcuni dei tipi fluviali presenti in aree montane in due sottotipi principali: sottotipo di fondo valle e sottotipo ad elevata pendenza. In una seconda fase del processo si potranno anche prevedere, ad esempio, ulteriori distinzioni di dettaglio sulla base di:

- tipo di substrato (e.g. a diversa granulometria);
- habitat (e.g. molto/poco diversificato);
- carattere lenticolo-lotico.

Gli eventuali aggiornamenti del sistema MacrOper saranno proposti in funzione dei nuovi dati che si renderanno disponibili.

## 2.2 Origine dei dati e breve descrizione delle principali categorie di tipi fluviali considerati

I tipi fluviali considerati possono essere raggruppati, per favorire la semplicità espositiva, in sei macro-categorie:

- b) fiumi Alpini e Pedemontani;
- c) fiumi collinari e di pianura;
- d) fiumi montani Appenninici e delle Alpi Mediterranee;
- e) fiumi intermittenti;
- f) fiumi con origine da acqua sotterranea;
- g) fiumi con origine da sorgente.

*Tipi Alpini/Pedemontani* - Le HER che interessano l'area Alpina/Pedemontana sono la 1, 2, 3 e 4. In area alpina sono presenti sia fiumi con origine da ghiacciaio (in Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Veneto e Trentino Alto-Adige) che da scorrimento superficiale (in Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto-Adige, Veneto e Friuli).

I dati relativi alle comunità di riferimento dei tipi con origine da ghiacciaio, che riguardano

esclusivamente le HER 1 e 3, derivano fondamentalmente da raccolte effettuate da APPA Bolzano per la HER 3 e da CNR-IRSA per la HER 1.

I dati relativi alle comunità di riferimento dei tipi con origine da scorrimento superficiale sono relativi a raccolte effettuate nei bacini del fiume Orco e del fiume Chiusella per la HER 1, che riguarda principalmente Piemonte e Valle d'Aosta. I dati relativi alle comunità di riferimento dei tipi con origine da scorrimento superficiale sono relativi a raccolte effettuate da APPA Bolzano per la HER 3, che interessa Lombardia, Trentino Alto-Adige e Veneto, in fiumi quali Cascata, Gardena, Stolla, Valles, Scaleres, Talfer, Zerzerbach, Ahr, etc. Nella HER 3, in generale con substrato siliceo, si riconosce un'area calcarea; in questo caso, la comunità di riferimento per le due aree (i.e. silicea e calcarea) dovrebbe essere ricondotta ad una individuazione dei tipi fluviali di livello 3. Tale separazione porta ad una classificazione ecologica più specifica, dovuta alla considerazione generale che le comunità di area calcarea sono in genere maggiormente diversificate. Pertanto, per la HER 3, vengono presentati dati per le comunità di riferimento sia considerando congiuntamente i fiumi calcarei e silicei che separandoli. Ulteriori approfondimenti saranno necessari per decidere se tale separazione sia o meno da mantenere, ma al momento se si dispone dell'informazione relativa alla geologia si suggerisce di usare i dati ottenuti dai siti di riferimento specifici e di geologia corrispondente. I dati relativi alla HER 2 con origine da scorrimento superficiale sono derivati da raccolte effettuate in fiumi quali Pioverna (Lombardia), Vedronza e Torre (Friuli). I dati della HER 4 sono solo indicativi (o generali) (si veda il § 4, Tabella 2) e fanno riferimento ai bacini di Orco e Chiusella.

I fiumi da scorrimento superficiale, di area alpina e pedemontana, comprendono corsi d'acqua che hanno una distanza dalla sorgente in genere inferiore a 75 km. I corsi d'acqua più piccoli sono in genere caratterizzati da forte pendenza dell'alveo e sono influenzati dal regime nivo-pluviale. Il substrato è grossolano (ciottoli e grossi massi) ed essi sono in genere caratterizzati da un'elevata turbolenza e da una scarsa componente macrofittica in alveo. Man mano che ci si sposta verso valle, la turbolenza diminuisce e possono essere maggiormente presenti anche substrati di dimensioni inferiori. La ricchezza in taxa non è particolarmente elevata. La principale alterazione antropica rilevabile nei corsi d'acqua montani riguarda in genere l'idromorfologia (modificazioni di alveo e sponde, presenza di dighe, briglie, centrali idroelettriche, derivazioni, etc.). Meno importanti sono i problemi relativi al peggioramento della qualità delle acque, anche se si possono rilevare problemi legati ad inquinamento di origine



diffusa. I dati relativi alle comunità bentoniche nei siti di riferimento sono principalmente relativi a corsi d'acqua di piccole dimensioni. I dati relativi ai siti di riferimento per fiumi di medie dimensioni sono meno abbondanti, ma comunque presenti nel sistema di classificazione.

*Tipi collinari e di pianura* – Nelle HER 5 e 6 è possibile riscontrare la presenza di molti fiumi collinari e di pianura. In particolare, la HER 5 rappresenta l'area collinare del Monferrato, in Piemonte. Lombardia, Piemonte, Veneto ed Emilia-Romagna sono tutte Regioni che possiedono tipi fluviali localizzati nella HER 6. In tale HER sono presenti fiumi di tutte le dimensioni con distanza dalla sorgente anche superiore a 150 km e origine da scorrimento superficiale. Al momento, i dati per le HER 5 e 6 per i tipi fluviali con origine da scorrimento superficiale sono ricavati dal fiume Curone, localizzato in Lombardia, e da alcuni fiumi presenti in Emilia-Romagna. Nel presente contributo non vengono invece presentati dati per tipi fluviali la cui distanza dalla sorgente supera i 150 km. Per i fiumi piccoli e molto piccoli localizzati in Lombardia, Piemonte e Veneto, le comunità di riferimento sono al momento quelle del fiume Curone e i dati, anche se necessiterebbero senz'altro di essere implementati con raccolte in altri fiumi, sono stati ritenuti di dettaglio per la HER 6 e generali per la HER 5. I dati presentati per i fiumi con distanza dalla sorgente compresa tra 25 e 150 km sono invece da considerare solo indicativi. Infatti, i dati fanno riferimento a fiumi localizzati in Emilia, in area appenninica, dal momento che non si avevano a disposizione dati raccolti in pianura padana da siti di riferimento. Tali dati sono stati segnalati come indicativi in relazione al fatto che vengono trasposti da una HER adiacente (la HER 10) e che sono relativi ad aree montane, ma fanno da riferimento per tratti di fiume planiziali. Inoltre, i fiumi in sponda sinistra del Po afferiscono al GIG (Gruppo Geografico di Intercalibrazione) Centrale, mentre gli affluenti di destra del Po afferiscono al GIG Mediterraneo. Pertanto, i due diversi gruppi di affluenti presentano limiti di classe diversi.

In generale, i fiumi piccoli e molto piccoli sono ben rappresentati, questi ultimi in genere meandriformi e caratterizzati da substrati relativamente fini e da scarsa alternanza riffle/pool. Essi presentano fauna diversificata, buona presenza di detrito organico grossolano e detriti legnosi. Le alterazioni antropiche principali sono a carico della qualità dell'acqua e dell'idromorfologia. Nonostante l'informazione disponibile per tali corsi d'acqua sia classificabile come di dettaglio, sarebbe auspicabile un contributo dalle Agenzie per ampliare il *dataset* a disposizione, che al momento è relativo ad un solo fiume (Curone, LC).

*Tipi montani Appenninici e di Alpi mediterranee* - Le HER 8, 9 e 10 interessano l'area Appenninica e le Alpi Mediterranee. In tutte e tre le HER si riscontrano fiumi con origine da scorrimento superficiale di dimensioni fino a 75 km. Nella HER 8 i fiumi arrivano ad avere distanza dalla sorgente fino ad oltre 150 km. I dati delle comunità di riferimento sono ricavati da fiumi localizzati in area montana dell'Emilia e sono di dettaglio per la HER 10 e classi di distanza dalla sorgente 2 e 3. Per i fiumi molto piccoli, non si avevano dati di dettaglio a disposizione; peraltro, si ritiene agevole per le Agenzie potere recuperare informazioni da siti di riferimento in tali fiumi dal momento che tali tipi sono caratterizzati in molti tratti da bassi livelli di pressione antropica. Per la classe di distanza dalla sorgente 4, si deve presupporre una perdita di dettaglio legata al fatto che si passa da un'area montuosa ad una più tipicamente planiziale. La perdita di dettaglio vale anche per il passaggio dalla HER 10 alle HER 8 e 9, per le quali nessun dato di dettaglio è al momento disponibile.

I fiumi dell'area appenninica e delle Alpi mediterranee si considerano caratterizzati da substrati in alveo in genere ben diversificati, con buona presenza di detrito organico grossolano, parti vive di piante terrestri e macrofite sommerse ed emergenti. I fiumi più piccoli possono anche raggiungere pendenze molto elevate. Essi mostrano spesso alvei a canali intrecciati o transizionali, caratterizzati da elevata dinamicità. La comunità bentonica è ben diversificata con co-presenza di taxa sia lentici sia lotici. Le alterazioni antropiche in questi tipi fluviali in genere riguardano prevalentemente l'idromorfologia, e in alcuni casi anche l'inquinamento di origine diffusa.

*Tipi intermittenti* – Fiumi non perenni sono stati segnalati da molte Regioni, trasversalmente alle HER. Essi risultano essere presenti almeno nelle HER 2, 6, 9 e 10 e si tratta esclusivamente di fiumi intermittenti. In questa fase i dati delle comunità di riferimento che vengono presentati sono da considerarsi preliminarmente validi sia per la morfologia confinata/meandriforme che per quella a canali intrecciati. Per i fiumi della HER 2 non si avevano a disposizione dati, e non sono al momento coperti dal sistema di classificazione, mentre per tutte le altre HER si è optato per fornire dati da fiumi emiliani (HER 10) e toscani (HER 11) da considerare in funzione della HER o generici o indicativi.

L'intermittenza di flusso che caratterizza tali fiumi si può considerare come il principale fattore che determina le caratteristiche delle comunità biologiche. La diversificazione delle comunità può essere limitata, sebbene, in genere, le abbondanze dei singoli taxa possano essere piuttosto elevate. Le

alterazioni antropiche in questi tipi fluviali riguardano sia l'idromorfologia (soprattutto aspetti idrologici) che l'inquinamento dell'acqua e spesso le eventuali alterazioni antropiche vedono i propri effetti sulle comunità acuiti dalla scarsità d'acqua.

*Tipi con origine da sorgente o da acqua sotterranea* – I tipi fluviali con origine da acqua sotterranea e da sorgente sono molto diffusi in tutta l'Italia settentrionale, soprattutto in pianura padana e nelle Prealpi\_Dolomiti. Per tali tipi fluviali, i dati provengono attualmente da alcuni fontanili e rogge del novarese.

Si tratta di ambienti stabili, poco soggetti a variazioni di portata. In genere, essi sono caratterizzati da substrati minerali abbastanza omogenei e di piccole dimensioni. I tipi di flusso sono in genere a scarsa turbolenza. Molto importante in questi ambienti può essere la presenza di macrofite acquatiche, che può arrivare a coprire anche grandi porzioni dell'alveo. Importanti fonti di alterazioni antropica provengono dall'agricoltura e includono arricchimento in nutrienti e presenza di fitofarmaci. Anche l'idromorfologia può risultare pesantemente alterata, soprattutto in relazione al fatto che tali ambienti vengono spesso sfruttati a scopo irriguo.

### 3. TIPI FLUVIALI PARTICOLARI ATTUALMENTE NON COPERTI DAL SISTEMA

Il quadro che emerge dall'analisi delle diverse tabelle che riassumono le informazioni disponibili evidenzia come in alcuni tipi fluviali risulti particolarmente importante la raccolta di nuovi dati. Nel presente contributo non sono state fornite informazioni, o sono state fornite informazioni solo indicative, per quattro categorie di tipi fluviali per i quali sono state evidenziate delle problematiche legate ad aspetti diversi dalla semplice indisponibilità di dati e per i quali sono necessari approfondimenti di vario tipo. Nel seguito verranno forniti alcuni dettagli relativi ai problemi rilevati per ciascuna categoria, senza risolvere i quali non sarà possibile definire delle comunità di riferimento appropriate.

*Fiumi con origine da grandi laghi* – Sarà necessario fornire elementi utili affinché si possa:

- uniformare le modalità secondo le quali è avvenuta la tipizzazione ad opera delle diverse Regioni, anche verificando le modalità di calcolo della distanza dalla sorgente (se include o meno la porzione a monte del lago);
- definire per quali criteri necessari alla selezione dei siti di riferimento possa essere prevista una deroga (e.g. i laghi sono quasi sempre regimati);

- definire se si possano selezionare dei tratti omogenei su cui applicare la medesima tecnica di campionamento in tutto il tratto a valle del lago e se quindi i rispettivi tipi fluviali siano da considerare formalmente "guadabili" o "non guadabili".

In particolare, vista la rilevanza che i fiumi con origine da grandi laghi hanno sul territorio, anche in termini di estensione chilometrica, andrebbero pianificati monitoraggi dedicati.

*Grandi fiumi* - Sarà necessario fornire elementi utili affinché si possa:

- definire quali porzioni dei grandi fiumi siano da catalogare come fortemente modificati (HMWB);
- definire le scale spaziali da analizzare per la classificazione dello stato ecologico nei grandi fiumi.

*Rogge e canali* – si ritiene che siano largamente presenti su tutto il territorio dell'Italia settentrionale, trasversalmente alle HER corsi d'acqua artificiali quali rogge e canali. Per tali corsi d'acqua è ancora necessario definire:

- secondo quali criteri siano da classificare come artificiali o come HMWB;
- se sia necessaria una classificazione dello stato ecologico per tali tipi.

*Fiumi intermittenti* - I tipi fluviali temporanei sono presenti soprattutto in Liguria ed Emilia-Romagna ma anche in Piemonte, Lombardia e Veneto. L'informazione fornita per tali tipi, ove presente, è al momento generica o indicativa. Sebbene per tali tipi fluviali si possa supporre un'estensione chilometrica non sempre importante, colmare tale lacuna consentirebbe una migliore gestione dei corpi idrici anche in relazione ai cambiamenti climatici a seguito dei quali tali tipi potranno assumere un'importanza maggiore. Peraltro, la presenza di fiumi temporanei nelle aree di pianura sarebbe da verificare escludendo eventuali effetti antropici sulla definizione del grado di persistenza.

Più in generale, sarebbero necessari dati integrativi per quanto riguarda i tipi fluviali di grandi dimensioni (distanza dalla sorgente tra 75 e 150 km), per i quali molto spesso l'informazione è o indicativa o non disponibile, sia in pianura che in area alpina.

### 4. METRICHE BIOLOGICHE E AREA DI CAMPIONAMENTO

I valori delle metriche biologiche e dell'indice STAR\_ICMi sono riportati in Tabella 2. I dati delle comunità di riferimento vengono presentati separatamente per l'area di riffle e quella di pool,

anche se i campioni che verranno raccolti per il monitoraggio operativo faranno talvolta presumibilmente riferimento ad una sola delle due aree. Per i tipi fluviali nei quali si prevede invece un campionamento generico, i dati delle comunità di riferimento non si ritroveranno separati in pool e riffle. Si ricorda che un campione generico viene raccolto in quei tipi fluviali per i quali non è di norma possibile o agevole riconoscere una chiara alternanza tra aree a diversa turbolenza e granulometria (i.e. aree di riffle e aree di pool). In particolare, il campionamento generico è previsto per i piccoli corsi d'acqua di pianura, in genere caratterizzati da un'elevata omogeneità di flussi e substrati e per i corsi d'acqua di montagna caratterizzati da un'elevata pendenza (Buffagni & Erba, 2007b). Per questi ultimi, il campione generico è comunque caratterizzato da un'elevata turbolenza e risulta essere simile al campione di riffle.

In Tabella 2 viene fornita un'indicazione del tipo di informazione a disposizione per i siti di riferimento di ciascun tipo fluviale secondo le seguenti categorie: informazione di dettaglio (D), informazione a carattere generale (G), informazione indicativa (I) e, infine, dati non disponibili (ND). Per i criteri utilizzati per attribuire una delle categorie di cui sopra si rimanda a Buffagni et al. (2008).

Per poter procedere alla classificazione utile per la derivazione dello stato ecologico vengono inoltre forniti i limiti di classe per ciascun tipo fluviale, facendo riferimento a quanto definito durante l'esercizio europeo di intercalibrazione (EC, 2008). In Tabella 3, infine, viene fornita un'indicazione dei diversi Enti e delle persone che hanno maggiormente contribuito a costituire il pool di dati qui presentati, includendo sia chi si è effettivamente occupato della raccolta ed elaborazione del dato sia chi ha contribuito fornendo supporto su campo, o nel recupero delle informazioni integrative al dato biologico e fondamentali per la sua interpretazione (e.g. analisi GIS, uso del territorio, dati chimico-fisici, aspetti morfologici). La prima colonna ('ord') rappresenta l'elemento di unione tra le tre tabelle e consente di "seguire" con facilità un tipo fluviale in una determinata area regionale da una tabella all'altra.

Parte dei dati utilizzati per mettere a punto il sistema MacrOper sono stati direttamente raccolti da CNR-IRSA nel contesto di vari progetti nazionali e internazionali. Molti altri, invece, derivano dalle attività svolte da altri Enti di ricerca o dalle Agenzie Regionali o Provinciali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA e APPA). In particolare, un notevole contributo all'implementazione delle informazioni disponibili per l'arco alpino è stato fornito da APPA Bolzano. Molto importante è stato anche il supporto fornito da ARPA Piemonte. All'interno di tale Agenzia, il Dipartimento di Ivrea,

che sebbene non abbia direttamente contribuito alla raccolta di dati sperimentali in siti di riferimento, ha fornito supporto nelle attività di campo a CNR-IRSA. La Struttura Qualità Acque Superficiali e Sotterranee ha contribuito a implementare il pool di dati dei tipi fluviali alpini piemontesi, con dati da siti che coprono il gradiente di qualità dallo stato ecologico buono a quello pessimo, operazione che è stata fondamentale per una prima validazione del sistema di classificazione e che ha consentito lo svolgimento dell'esercizio di intercalibrazione a livello europeo. Il Dipartimento di Novara, quale partner all'interno del progetto europeo AQEM (Hering et al., 2004), ha contribuito a fornire i dati per i piccoli fiumi della pianura Padana. In ultimo, ARPA Lombardia e ARPA Emilia Romagna hanno fornito set di dati che si sono rivelati molto utili, in parte per definire le comunità di riferimento e in parte per effettuare le analisi di verifica della rispondenza dello STAR\_ICMi alle pressioni antropiche.

È peraltro auspicabile che altre Agenzie operanti sul territorio raccolgano al più presto dati relativi alle comunità biologiche di riferimento, validando i dati presentati in questo contributo ed eventualmente evidenziando situazioni territoriali peculiari, per le quali può essere necessario definire condizioni di riferimento specifiche.

#### Ringraziamenti

Si ringraziano sentitamente Marcello Cazzola (CNR-IRSA), Daniele Demartini (CNR-IRSA) e Laura Marziali (CNR-IRSA) per il supporto fornito nell'elaborazione dei dati presentati nel presente contributo.

#### Bibliografia minima

- BUFFAGNI A., MUNAFÒ M., TORNATORE F., BONAMINI I., DIDOMENICANTONIO A., MANCINI L., MARTINELLI A., SCANU G., SOLLAZZO C. & R. PAGNOTTA, 2006. Elementi di base per la definizione di una tipologia per i fiumi italiani in applicazione della Direttiva 2000/60/EC. *IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici*, Dicembre 2006 (1): 2-19.
- BUFFAGNI A. & S. ERBA, 2007a. Intercalibrazione e classificazione di qualità ecologica dei fiumi per la 2000/60/EC (WFD): l'indice STAR\_ICMi. *IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici*, Marzo 2007 (1): 94-100.
- BUFFAGNI A. & S. ERBA, 2007b. Macroinvertebrati acquatici e direttiva 2000/60/EC (WFD) - parte A. Metodo di campionamento per i fiumi guadabili. *IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici*, Marzo 2007 (1): 2-27.
- BUFFAGNI A., ERBA S. & R. PAGNOTTA, 2008. Definizione dello Stato ecologico dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati bentonici per la

- 2000/60/EC (WFD): Il sistema di classificazione MacrOper per il monitoraggio operativo. *IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici*, Numero Speciale 2008: 24-46.
- D.M. 131/2008. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Decreto 16 giugno 2008, n. 131. Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: «Norme in materia ambientale», predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto. GU n. 187 del 11-8-2008 - Suppl. Ordinario n.189.
- EUROPEAN COMMISSION, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities* L 327, 22.12.2000, 1–72.
- EUROPEAN COMMISSION, 2008. Commission Decision of 30 October 2008 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise. Notified under document number C (2008) 6016. *Official Journal of the European Union* L 332/20, 10.12.2008, 1-25.
- HERING D., MOOG O. & L. SANDIN, & P. F. M. VERDONSCHOT, 2004. Overview and application of the AQEM assessment system. *Hydrobiologia*, 516: 1–20.
- WASSON, JG., A. GARCIA BAUTISTA, A. CHANDESRI, H. PELLA, D. ARMANINI & A. BUFFAGNI, 2006. Approccio delle Idro – Ecoregioni Europee e tipologia fluviale in Francia per la Direttiva Quadro sulle Acque (EC 2000/60). *IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici*, Dicembre 2006 (1): 20-38.

Tabella 1. Elenco dei tipi fluviali presenti in Italia settentrionale e inclusi nel sistema MacrOper. In molti casi, cioè quando siano disponibili valori di riferimento distinti per le aree di pool, riffle o riferiti ad una raccolta proporzionale generica di invertebrati bentonici, il tipo è riportato in più righe. Ciò è stato ritenuto utile per rendere più agevole associare i valori riportati in Tabella 2 ai tipi fluviali qui elencati.

Ord	Area regionale	HER	Nome HER	Classe di Distanza dalla Sorgente / Morfologia	cod. tipo	Tipo IC	note/sottotipo
1	01LO	01	Alpi Occidentali	25-75 km - medio	01SS3	R-A2	Ricchi di macrofite acquatiche. Escluse sorgenti in quota.
2	01LO	01	Alpi Occidentali	25-75 km - medio	01SS3	R-A2	
3	01LO	01	Alpi Occidentali	5-25 km - piccolo	01SR6	R-C1	
4	01PI	01	Alpi Occidentali	0-5 km - molto piccolo	01GH1	R-A2	
5	01PI	01	Alpi Occidentali	0-5 km - molto piccolo	01GH1	R-A2	
6	01PI	01	Alpi Occidentali	75-150 km - grande	01GH4	R-A2	
7	01PI	01	Alpi Occidentali	75-150 km - grande	01GH4	R-A2	
8	01PI	01	Alpi Occidentali	0-5 km - molto piccolo	01SS1	R-A2	
9	01PI	01	Alpi Occidentali	0-5 km - molto piccolo	01SS1	R-A2	
10	01PI	01	Alpi Occidentali	5-25 km - piccolo	01SS2	R-A2	
11	01PI	01	Alpi Occidentali	5-25 km - piccolo	01SS2	R-A2	
12	01PI	01	Alpi Occidentali	25-75 km - medio	01SS3	R-A2	
13	01PI	01	Alpi Occidentali	25-75 km - medio	01SS3	R-A2	
14	01PI	01	Alpi Occidentali	75-150 km - grande	01SS4	R-A2	
15	01PI	01	Alpi Occidentali	75-150 km - grande	01SS4	R-A2	
16	01VA	01	Alpi Occidentali	0-5 km - molto piccolo	01GH1	R-A2	
17	01VA	01	Alpi Occidentali	0-5 km - molto piccolo	01GH1	R-A2	
18	01VA	01	Alpi Occidentali	5-25 km - piccolo	01GH2	R-A2	
19	01VA	01	Alpi Occidentali	5-25 km - piccolo	01GH2	R-A2	
20	01VA	01	Alpi Occidentali	25-75 km - medio	01GH3	R-A2	
21	01VA	01	Alpi Occidentali	25-75 km - medio	01GH3	R-A2	
22	01VA	01	Alpi Occidentali	0-5 km - molto piccolo	01SS1	R-A2	
23	01VA	01	Alpi Occidentali	0-5 km - molto piccolo	01SS1	R-A2	
24	01VA	01	Alpi Occidentali	5-25 km - piccolo	01SS2	R-A2	
25	01VA	01	Alpi Occidentali	5-25 km - piccolo	01SS2	R-A2	
26	02FV	02	Prealpi_Dolomiti	0-5 km - molto piccolo	02SS1	R-A1	
27	02FV	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SS2	R-A1	
28	02FV	02	Prealpi_Dolomiti	25-75 km - medio	02SS3	R-A1	
29	02FV	02	Prealpi_Dolomiti	0-5 km - molto piccolo	02SS1	R-A1	Collinare
30	02FV	02	Prealpi_Dolomiti	< 10 km	02AS6	R-C1	Ricchi di macrofite acquatiche. Escluse sorgenti in quota.
31	02FV	02	Prealpi_Dolomiti	< 10 km	02AS1	R-C1	idem
32	02FV	02	Prealpi_Dolomiti	< 10 km	02AS2	R-C1	idem
33	02FV	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SR6	R-C1	idem
34	02FV	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SR2	R-C1	idem
35	02FV	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SR3	R-C1	idem
36	02LO	02	Prealpi_Dolomiti	0-5 km - molto piccolo	02SS1	R-A1	
37	02LO	02	Prealpi_Dolomiti	0-5 km - molto piccolo	02SS1	R-A1	
38	02LO	02	Prealpi_Dolomiti	0-5 km - molto piccolo	02SS1	R-A1	
39	02LO	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SS2	R-A1	
40	02LO	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SS2	R-A1	
41	02LO	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SS2	R-A1	
42	02LO	02	Prealpi_Dolomiti	25-75 km - medio	02SS3	R-A1	
43	02LO	02	Prealpi_Dolomiti	25-75 km - medio	02SS3	R-A1	
44	02LO	02	Prealpi_Dolomiti	25-75 km - medio	02SS3	R-A1	



Ord	Area regionale	HER	Nome HER	Classe di Distanza dalla Sorgente / Morfologia	cod. tipo	Tipo IC	note/sottotipo
45	02LO	02	Prealpi_Dolomiti	0-5 km - molto piccolo	02AS6	R-C1	Ricchi di macrofite acquatiche. Escluse sorgenti in quota.
46	02LO	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SR6	R-C1	Idem
47	02LO	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SR3	R-C1	Idem
48	02LO	02	Prealpi_Dolomiti	Meandriforme, sinuoso o confinato	02IN7		
49	02LO	02	Prealpi_Dolomiti	Semiconfinato, transizionale, a canali intrecciati fortemente anastomizzato	02IN7		
50	02LO	02	Prealpi_Dolomiti	Meandriforme, sinuoso o confinato	02IN8		
51	02LO	02	Prealpi_Dolomiti	Meandriforme, sinuoso o confinato	02IN8		
52	02TA	02	Prealpi_Dolomiti	0-5 km - molto piccolo	02SS1	R-A1	Altitudini moderate
53	02TA	02	Prealpi_Dolomiti	0-5 km - molto piccolo	02SS1	R-A1	Altitudini moderate
54	02TA	02	Prealpi_Dolomiti	0-5 km - molto piccolo	02SS1	R-A1	Altitudini elevate
55	02TA	02	Prealpi_Dolomiti	0-5 km - molto piccolo	02SS1	R-A1	Altitudini moderate
56	02TA	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SS2	R-A1	Altitudini elevate
57	02TA	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SS2	R-A1	Altitudini moderate
58	02TA	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SS2	R-A1	Altitudini moderate
59	02TA	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SS2	R-A1	Altitudini moderate
60	02TA	02	Prealpi_Dolomiti	25-75 km - medio	02SS3	R-A1	Altitudini moderate
61	02TA	02	Prealpi_Dolomiti	25-75 km - medio	02SS3	R-A1	Altitudini moderate
62	02TA	02	Prealpi_Dolomiti	25-75 km - medio	02SS3	R-A1	Altitudini moderate
63	02TA	02	Prealpi_Dolomiti	75-150 km - grande	02SS4	R-A1	Altitudini moderate
64	02VE	02	Prealpi_Dolomiti	0-5 km - molto piccolo	02SS1	R-A1	Altitudini moderate
65	02VE	02	Prealpi_Dolomiti	0-5 km - molto piccolo	02SS1	R-A1	Altitudini moderate
66	02VE	02	Prealpi_Dolomiti	0-5 km - molto piccolo	02SS1	R-A1	Altitudini elevate
67	02VE	02	Prealpi_Dolomiti	0-5 km - molto piccolo	02SS1	R-A1	Altitudini moderate
68	02VE	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SS2	R-A1	Altitudini elevate
69	02VE	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SS2	R-A1	Altitudini moderate
70	02VE	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SS2	R-A1	Altitudini moderate
71	02VE	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SS2	R-A1	Altitudini moderate
72	02VE	02	Prealpi_Dolomiti	25-75 km - medio	02SS3	R-A1	Altitudini moderate
73	02VE	02	Prealpi_Dolomiti	25-75 km - medio	02SS3	R-A1	Altitudini moderate
74	02VE	02	Prealpi_Dolomiti	25-75 km - medio	02SS3	R-A1	Altitudini moderate
75	02VE	02	Prealpi_Dolomiti	75-150 km - grande	02SS4	R-A1	Altitudini moderate
76	02VE	02	Prealpi_Dolomiti	> 150 km - molto grande	02SS5		
77	02VE	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SR6	R-C1	Ricchi di macrofite acquatiche. Escluse sorgenti in quota.
78	02VE	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SR2	R-C1	idem
79	02VE	02	Prealpi_Dolomiti	5-25 km - piccolo	02SR3	R-C1	idem
80	03FV	03	Alpi Centro-Orientali	0-5 km - molto piccolo	03SS1	R-A2	Complessivo
81	03FV	03	Alpi Centro-Orientali	0-5 km - molto piccolo	03SS1	R-A1	Calcareo
82	03FV	03	Alpi Centro-Orientali	0-5 km - molto piccolo	03SS1	R-A2	Siliceo
83	03FV	03	Alpi Centro-Orientali	5-25 km - piccolo	03SS2	R-A2	Complessivo
84	03FV	03	Alpi Centro-Orientali	5-25 km - piccolo	03SS2	R-A1	Calcareo
85	03FV	03	Alpi Centro-Orientali	5-25 km - piccolo	03SS2	R-A2	Siliceo
86	03LO	03	Alpi Centro-Orientali	< 10 km	03GH6	R-A2	Siliceo
87	03LO	03	Alpi Centro-Orientali	0-5 km - molto piccolo	03SS1	R-A2	Complessivo
88	03LO	03	Alpi Centro-Orientali	0-5 km - molto piccolo	03SS1	R-A1	Calcareo
89	03LO	03	Alpi Centro-Orientali	5-25 km - piccolo	03SS2	R-A2	Complessivo

Ord	Area regionale	HER	Nome HER	Classe di Distanza dalla Sorgente / Morfologia	cod. tipo	Tipo IC	note/sottotipo
90	03LO	03	Alpi Centro-Orientali	5-25 km - piccolo	03SS2	R-A1	Calcareo
91	03LO	03	Alpi Centro-Orientali	5-25 km - piccolo	03SS2	R-A2	Siliceo
92	03LO	03	Alpi Centro-Orientali	25-75 km - medio	03SS3	R-A2	Complessivo
93	03LO	03	Alpi Centro-Orientali	25-75 km - medio	03SS3	R-A1	Calcareo
94	03LO	03	Alpi Centro-Orientali	25-75 km - medio	03SS3	R-A2	Siliceo
95	03LO	03	Alpi Centro-Orientali	5-25 km - piccolo	03SR6	R-C1	Ricchi di macrofite acquatiche. Escluse sorgenti in quota.
96	03TA	03	Alpi Centro-Orientali	5-25 km - piccolo	03GH2	R-A2	Siliceo
97	03TA	03	Alpi Centro-Orientali	25-75 km - medio	03GH3	R-A2	Siliceo
98	03TA	03	Alpi Centro-Orientali	0-5 km - molto piccolo	03SS1	R-A2	Complessivo
99	03TA	03	Alpi Centro-Orientali	0-5 km - molto piccolo	03SS1	R-A1	Calcareo
100	03TA	03	Alpi Centro-Orientali	0-5 km - molto piccolo	03SS1	R-A2	Siliceo
101	03TA	03	Alpi Centro-Orientali	5-25 km - piccolo	03SS2	R-A2	Complessivo
102	03TA	03	Alpi Centro-Orientali	5-25 km - piccolo	03SS2	R-A1	Calcareo
103	03TA	03	Alpi Centro-Orientali	5-25 km - piccolo	03SS2	R-A2	Siliceo
104	03TA	03	Alpi Centro-Orientali	25-75 km - medio	03SS3	R-A2	Complessivo
105	03TA	03	Alpi Centro-Orientali	25-75 km - medio	03SS3	R-A1	Calcareo
106	03TA	03	Alpi Centro-Orientali	25-75 km - medio	03SS3	R-A2	Siliceo
107	03TA	03	Alpi Centro-Orientali	75-150 km - grande	03SS4	R-A2	Complessivo
108	03VE	03	Alpi Centro-Orientali	< 10 km	03GH6	R-A2	Siliceo
109	03VE	03	Alpi Centro-Orientali	5-25 km - piccolo	03GH2	R-A2	Siliceo
110	03VE	03	Alpi Centro-Orientali	0-5 km - molto piccolo	03SS1	R-A2	Complessivo
111	03VE	03	Alpi Centro-Orientali	0-5 km - molto piccolo	03SS1	R-A1	Calcareo
112	03VE	03	Alpi Centro-Orientali	5-25 km - piccolo	03SS2	R-A2	Complessivo
113	03VE	03	Alpi Centro-Orientali	5-25 km - piccolo	03SS2	R-A1	Calcareo
114	03VE	03	Alpi Centro-Orientali	5-25 km - piccolo	03SS2	R-A2	Siliceo
115	03VE	03	Alpi Centro-Orientali	25-75 km - medio	03SS3	R-A2	Complessivo
116	03VE	03	Alpi Centro-Orientali	25-75 km - medio	03SS3	R-A1	Calcareo
117	03VE	03	Alpi Centro-Orientali	25-75 km - medio	03SS3	R-A2	Siliceo
118	04PI	04	Alpi Meridionali	0-5 km - molto piccolo	04SS1	R-A2	
119	04PI	04	Alpi Meridionali	0-5 km - molto piccolo	04SS1	R-A2	
120	04PI	04	Alpi Meridionali	5-25 km - piccolo	04SS2	R-A2	
121	04PI	04	Alpi Meridionali	5-25 km - piccolo	04SS2	R-A2	
122	04PI	04	Alpi Meridionali	25-75 km - medio	04SS3	R-A2	
123	04PI	04	Alpi Meridionali	25-75 km - medio	04SS3	R-A2	
124	05PI	05	Monferrato	0-5 km - molto piccolo	05SS1	R-C	
125	05PI	05	Monferrato	5-25 km - piccolo	05SS2	R-C	
126	05PI	05	Monferrato	25-75 km - medio	05SS3	R-C	
127	05PI	05	Monferrato	25-75 km - medio	05SS3	R-C	
128	05PI	05	Monferrato	> 150 km - molto grande	05SS5		
129	06ER	06	Pianura Padana	25-75 km - medio	06SS3	R-M4	
130	06ER	06	Pianura Padana	25-75 km - medio	06SS3	R-M4	
131	06ER	06	Pianura Padana	75-150 km - grande	06SS4	R-M2	
132	06ER	06	Pianura Padana	75-150 km - grande	06SS4	R-M2	
133	06ER	06	Pianura Padana	> 150 km - molto grande	06SS5		
134	06ER	06	Pianura Padana	> 150 km - molto grande	06SS5		
135	06ER	06	Pianura Padana	< 10 km	06AS6	R-C1	
136	06ER	06	Pianura Padana	Meandriforme, sinuoso o confinato	06IN7	R-M5	
137	06ER	06	Pianura Padana	Meandriforme, sinuoso o confinato	06IN7	R-M5	

Ord	Area regionale	HER	Nome HER	Classe di Distanza dalla Sorgente / Morfologia	cod. tipo	Tipo IC	note/sottotipo
138	06ER	06	Pianura Padana	Semiconfinato, transizionale, a canali intrecciati fortemente anastomizzato	06IN8	R-M5	
139	06ER	06	Pianura Padana	Semiconfinato, transizionale, a canali intrecciati fortemente anastomizzato	06IN8	R-M5	
140	06FV	06	Pianura Padana	< 10 km	06AS6	R-C1	
141	06FV	06	Pianura Padana	< 10 km	06AS1	R-C1	
142	06FV	06	Pianura Padana	< 10 km	06AS2	R-C1	
143	06FV	06	Pianura Padana	5-25 km - piccolo	06SR6	R-C1	
144	06FV	06	Pianura Padana	5-25 km - piccolo	06SR1	R-C1	
145	06FV	06	Pianura Padana	5-25 km - piccolo	06SR2	R-C1	
146	06LO	06	Pianura Padana	0-5 km - molto piccolo	06SS1	R-C	
147	06LO	06	Pianura Padana	5-25 km - piccolo	06SS2	R-C	
148	06LO	06	Pianura Padana	25-75 km - medio	06SS3	R-C	
149	06LO	06	Pianura Padana	25-75 km - medio	06SS3	R-C	
150	06LO	06	Pianura Padana	75-150 km - grande	06SS4	R-C	
151	06LO	06	Pianura Padana	75-150 km - grande	06SS4	R-C	
152	06LO	06	Pianura Padana	> 150 km - molto grande	06SS5		
153	06LO	06	Pianura Padana	< 10 km	06AS6	R-C1	
154	06LO	06	Pianura Padana	5-25 km - piccolo	06SR6	R-C1	
155	06LO	06	Pianura Padana	Meandriforme, sinuoso o confinato	06IN7	R-M5	
156	06LO	06	Pianura Padana	Meandriforme, sinuoso o confinato	06IN7	R-M5	
157	06PI	06	Pianura Padana	75-150 km - grande	06GH4		
158	06PI	06	Pianura Padana	0-5 km - molto piccolo	06SS1	R-C	
159	06PI	06	Pianura Padana	5-25 km - piccolo	06SS2	R-C	
160	06PI	06	Pianura Padana	25-75 km - medio	06SS3	R-C	
161	06PI	06	Pianura Padana	25-75 km - medio	06SS3	R-C	
162	06PI	06	Pianura Padana	75-150 km - grande	06SS4	R-C	
163	06PI	06	Pianura Padana	75-150 km - grande	06SS4	R-C	
164	06PI	06	Pianura Padana	> 150 km - molto grande	06SS5		
165	06PI	06	Pianura Padana	< 10 km	06AS6	R-C1	
166	06PI	06	Pianura Padana	0-5 km - molto piccolo	06AS1	R-C1	
167	06PI	06	Pianura Padana	5-25 km - piccolo	06AS2	R-C1	
168	06PI	06	Pianura Padana	5-25 km - piccolo	06SR6	R-C1	
169	06PI	06	Pianura Padana	5-25 km - piccolo	06SR1	R-C1	
170	06PI	06	Pianura Padana	5-25 km - piccolo	06SR2	R-C1	
171	06VE	06	Pianura Padana	0-5 km - molto piccolo	06SS1	R-C	
172	06VE	06	Pianura Padana	5-25 km - piccolo	06SS2	R-C	
173	06VE	06	Pianura Padana	25-75 km - medio	06SS3	R-C	
174	06VE	06	Pianura Padana	25-75 km - medio	06SS3	R-C	
175	06VE	06	Pianura Padana	75-150 km - grande	06SS4	R-C	
176	06VE	06	Pianura Padana	75-150 km - grande	06SS4	R-C	
177	06VE	06	Pianura Padana	> 150 km - molto grande	06SS5		
178	06VE	06	Pianura Padana	5-25 km - piccolo	06AS6	R-C1	
179	06VE	06	Pianura Padana	5-25 km - piccolo	06AS2	R-C1	
180	06VE	06	Pianura Padana	5-25 km - piccolo	06AS3	R-C1	
181	06VE	06	Pianura Padana	5-25 km - piccolo	06SR6	R-C1	

Ord	Area regionale	HER	Nome HER	Classe di Distanza dalla Sorgente / Morfologia	cod. tipo	Tipo IC	note/sottotipo
182	06VE	06	Pianura Padana	5-25 km - piccolo	06SR2	R-C1	
183	06VE	06	Pianura Padana	5-25 km - piccolo	06SR3	R-C1	
184	08PI	08	Appennino Piemontese	0-5 km - molto piccolo	08SS1	R-M1	
185	08PI	08	Appennino Piemontese	0-5 km - molto piccolo	08SS1	R-M1	
186	08PI	08	Appennino Piemontese	5-25 km - piccolo	08SS2	R-M1	
187	08PI	08	Appennino Piemontese	5-25 km - piccolo	08SS2	R-M1	
188	08PI	08	Appennino Piemontese	25-75 km - medio	08SS3	R-M4	
189	08PI	08	Appennino Piemontese	25-75 km - medio	08SS3	R-M4	
190	08PI	08	Appennino Piemontese	75-150 km - grande	08SS4	R-M2	
191	08PI	08	Appennino Piemontese	75-150 km - grande	08SS4	R-M2	
192	09LI	09	Alpi Mediterranee	0-5 km - molto piccolo	09SS1	R-M1	
193	09LI	09	Alpi Mediterranee	0-5 km - molto piccolo	09SS1	R-M1	
194	09LI	09	Alpi Mediterranee	5-25 km - piccolo	09SS2	R-M1	
195	09LI	09	Alpi Mediterranee	5-25 km - piccolo	09SS2	R-M1	
196	09LI	09	Alpi Mediterranee	25-75 km - medio	09SS3	R-M4	
197	09LI	09	Alpi Mediterranee	25-75 km - medio	09SS3	R-M4	
198	09LI	09	Alpi Mediterranee	Meandriforme, sinuoso o confinato	10IN7	R-M5	
199	09LI	09	Alpi Mediterranee	Meandriforme, sinuoso o confinato	10IN7	R-M5	
200	09LI	09	Alpi Mediterranee	Semiconfinato, transizionale, a canali intrecciati fortemente anastomizzato	10IN8	R-M5	
201	09LI	09	Alpi Mediterranee	Semiconfinato, transizionale, a canali intrecciati fortemente anastomizzato	10IN8	R-M5	
202	09PI	09	Alpi Mediterranee	5-25 km - piccolo	09SS2	R-M1	
203	09PI	09	Alpi Mediterranee	5-25 km - piccolo	09SS2	R-M1	
204	09PI	09	Alpi Mediterranee	25-75 km - medio	09SS3	R-M4	
205	09PI	09	Alpi Mediterranee	25-75 km - medio	09SS3	R-M4	
206	10ER	10	Appennino Settentrionale	0-5 km - molto piccolo	10SS1	R-M1	
207	10ER	10	Appennino Settentrionale	0-5 km - molto piccolo	10SS1	R-M1	
208	10ER	10	Appennino Settentrionale	5-25 km - piccolo	10SS2	R-M1	
209	10ER	10	Appennino Settentrionale	5-25 km - piccolo	10SS2	R-M1	
210	10ER	10	Appennino Settentrionale	25-75 km - medio	10SS3	R-M4	
211	10ER	10	Appennino Settentrionale	25-75 km - medio	10SS3	R-M4	
212	10ER	10	Appennino Settentrionale	Meandriforme, sinuoso o confinato	10IN7	R-M5	
213	10ER	10	Appennino Settentrionale	Meandriforme, sinuoso o confinato	10IN7	R-M5	
214	10ER	10	Appennino Settentrionale	Semiconfinato, transizionale, a canali intrecciati fortemente anastomizzato	10IN8	R-M5	
215	10ER	10	Appennino Settentrionale	Semiconfinato, transizionale, a canali intrecciati fortemente anastomizzato	10IN8	R-M5	
216	10LI	10	Appennino Settentrionale	0-5 km - molto piccolo	10SS1	R-M1	
217	10LI	10	Appennino Settentrionale	0-5 km - molto piccolo	10SS1	R-M1	
218	10LI	10	Appennino Settentrionale	5-25 km - piccolo	10SS2	R-M1	
219	10LI	10	Appennino Settentrionale	5-25 km - piccolo	10SS2	R-M1	
220	10LI	10	Appennino Settentrionale	25-75 km - medio	10SS3	R-M4	

Ord	Area regionale	HER	Nome HER	Classe di Distanza dalla Sorgente / Morfologia	cod. tipo	Tipo IC	note/sottotipo
221	10LI	10	Appennino Settentrionale	25-75 km - medio	10SS3	R-M4	
222	10LI	10	Appennino Settentrionale	Meandriforme, sinuoso o confinato	10IN7	R-M5	
223	10LI	10	Appennino Settentrionale	Meandriforme, sinuoso o confinato	10IN7	R-M5	
224	10LI	10	Appennino Settentrionale	Semiconfinato, transizionale, a canali intrecciati fortemente anastomizzato	10IN8	R-M5	
225	10LI	10	Appennino Settentrionale	Semiconfinato, transizionale, a canali intrecciati fortemente anastomizzato	10IN8	R-M5	
226	10LO	10	Appennino Settentrionale	5-25 km - piccolo	10SS2	R-M1	
227	10LO	10	Appennino Settentrionale	5-25 km - piccolo	10SS2	R-M1	
228	10PI	10	Appennino Settentrionale	0-5 km - molto piccolo	10SS1	R-M1	
229	10PI	10	Appennino Settentrionale	0-5 km - molto piccolo	10SS1	R-M1	
230	10PI	10	Appennino Settentrionale	5-25 km - piccolo	10SS2	R-M1	
231	10PI	10	Appennino Settentrionale	5-25 km - piccolo	10SS2	R-M1	
232	10PI	10	Appennino Settentrionale	25-75 km - medio	10SS3	R-M4	
233	10PI	10	Appennino Settentrionale	25-75 km - medio	10SS3	R-M4	



Tabella 2. Valori di riferimento per le metriche componenti e per lo STAR\_ICMi nei tipi fluviali dell'Italia settentrionale inclusi nel sistema MacOper. In tabella vengono anche indicati i limiti di classe, in accordo all'esercizio europeo di intercalibrazione (EC, 2008). I valori sono riportati in funzione di dove si effettui la raccolta dei macroinvertebrati: per aree di pool, riffle o campionamento generico. Categorie d'informazione: di dettaglio (D), a carattere generale (G), indicativa (I), dati non disponibili (ND).

Ord	Mesohabitat	ASPT	N_Fam	N_EPT_Fam	1-GOLD	Shannon Diversity	log(SelEPTD+1)	STAR_ICMi	HG	GM	MP	PB	Tipo di informazione disponibile (D, G, I, ND)
1	Pool	6.97	18.00	10.00	0.79	1.66	2.58	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	D
2	Riffle	6.95	22.00	12.00	0.69	1.80	2.60	1.00	0.95	0.71	0.48	0.24	D
3	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	I
4	Pool	7	21.00	12.00	0.79	1.79	2.74	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	G
5	Generico	7.08	17.00	10.00	0.87	1.56	2.69	1.00	0.95	0.71	0.48	0.24	G
6	Pool	7	21.00	12.00	0.79	1.79	2.74	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	G
7	Generico	7.08	17.00	10.00	0.87	1.56	2.69	1.00	0.95	0.71	0.48	0.24	G
8	Pool	6.48	23.00	12.00	0.83	2.09	2.87	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	G
9	Generico	6.48	20.00	11.00	0.91	2.14	2.78	1.00	0.95	0.71	0.48	0.24	G
10	Pool	6.83	23.00	12.00	0.76	1.93	2.72	1.00	0.95	0.71	0.48	0.24	D
11	Generico	6.82	19.00	11.00	0.86	1.78	2.68	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	D
12	Pool	6.95	22.00	12.00	0.69	1.80	2.60	1.00	0.95	0.71	0.48	0.24	D
13	Riffle	6.97	18.00	10.00	0.79	1.66	2.58	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	D
14	Pool	6.95	22.00	12.00	0.69	1.80	2.60	1.00	0.95	0.71	0.48	0.24	G
15	Riffle	6.97	18.00	10.00	0.79	1.66	2.58	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	G
16	Pool	7	21.00	12.00	0.79	1.79	2.74	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	G
17	Generico	7.08	17.00	10.00	0.87	1.56	2.69	1.00	0.95	0.71	0.48	0.24	G
18	Pool	7	21.00	12.00	0.79	1.79	2.74	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	D
19	Generico	7.08	17.00	10.00	0.87	1.56	2.69	1.00	0.95	0.71	0.48	0.24	D
20	Pool	7	21.00	12.00	0.79	1.79	2.74	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	D
21	Generico	7.08	17.00	10.00	0.87	1.56	2.69	1.00	0.95	0.71	0.48	0.24	D
22	Pool	6.48	23.00	12.00	0.83	2.09	2.87	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	G
23	Generico	6.48	20.00	11.00	0.91	2.14	2.78	1.00	0.95	0.71	0.48	0.24	G
24	Pool	6.83	23.00	12.00	0.76	1.93	2.72	1.00	0.95	0.71	0.48	0.24	D
25	Generico	6.82	19.00	11.00	0.86	1.78	2.68	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	D
26	Generico	6.75	27.00	14.00	0.85	2.50	2.97	1.00	0.97	0.73	0.49	0.24	D
27	Generico	6.76	26.00	13.00	0.84	2.45	2.95	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	D
28	Riffle	6.76	26.00	13.00	0.84	2.45	2.95	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	G
29	Generico	6.42	17.00	8.00	0.85	2.09	1.86	0.99	0.97	0.73	0.49	0.24	D
30	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	D
31	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	D
32	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	D
33	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	I
34	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	I
35	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	I
36	Pool	6.72	26.00	14.00	0.79	2.49	2.93	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	D
37	Riffle	6.76	28.50	14.00	0.87	2.50	3.05	0.99	0.97	0.73	0.49	0.24	D
38	Generico	6.73	27.50	14.00	0.84	2.52	3.00	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	D
39	Pool	6.72	26.00	14.00	0.79	2.49	2.93	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	D
40	Riffle	6.76	28.50	14.00	0.87	2.50	3.05	0.99	0.97	0.73	0.49	0.24	D

Ord	Mesohabitat	ASPT	N_Fam	N_EPT_Fam	1-GOLD	Shannon Diversity	log(SelEPTD+1)	STAR_ICMi	HG	GM	MP	PB	Tipo dati disponibili (D, G, I, ND)
41	Generico	6.73	27.50	14.00	0.84	2.52	3.00	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	D
42	Pool	6.72	26.00	14.00	0.79	2.49	2.93	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	G
43	Riffle	6.76	28.50	14.00	0.87	2.50	3.05	0.99	0.97	0.73	0.49	0.24	G
44	Generico	6.73	27.50	14.00	0.84	2.52	3.00	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	G
45	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	D
46	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	I
47	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	I
48	Pool												ND
49	Riffle												ND
50	Pool												ND
51	Riffle												ND
52	Pool	6.72	26.00	14.00	0.79	2.49	2.93	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	D
53	Riffle	6.76	28.50	14.00	0.87	2.50	3.05	0.99	0.97	0.73	0.49	0.24	D
54	Generico	6.16	23.00	10.00	0.66	2.05	2.92	1.02	0.97	0.73	0.49	0.24	G
55	Generico	6.73	27.50	14.00	0.84	2.52	3.00	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	D
56	Generico	6.29	23.00	9.00	0.68	1.90	2.82	1.02	0.97	0.73	0.49	0.24	G
57	Pool	6.72	26.00	14.00	0.79	2.49	2.93	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	D
58	Riffle	6.76	28.50	14.00	0.87	2.50	3.05	0.99	0.97	0.73	0.49	0.24	D
59	Generico	6.73	27.50	14.00	0.84	2.52	3.00	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	D
60	Pool	6.72	26.00	14.00	0.79	2.49	2.93	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	G
61	Riffle	6.76	28.50	14.00	0.87	2.50	3.05	0.99	0.97	0.73	0.49	0.24	G
62	Generico	6.73	27.50	14.00	0.84	2.52	3.00	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	G
63	Riffle	6.76	26.00	13.00	0.84	2.45	2.95	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	I
64	Pool	6.72	26.00	14.00	0.79	2.49	2.93	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	D
65	Riffle	6.76	28.50	14.00	0.87	2.50	3.05	0.99	0.97	0.73	0.49	0.24	D
66	Generico	6.16	23.00	10.00	0.66	2.05	2.92	1.02	0.97	0.73	0.49	0.24	G
67	Generico	6.73	27.50	14.00	0.84	2.52	3.00	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	D
68	Generico	6.29	23.00	9.00	0.68	1.90	2.82	1.02	0.97	0.73	0.49	0.24	G
69	Pool	6.72	26.00	14.00	0.79	2.49	2.93	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	D
70	Riffle	6.76	28.50	14.00	0.87	2.50	3.05	0.99	0.97	0.73	0.49	0.24	D
71	Generico	6.73	27.50	14.00	0.84	2.52	3.00	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	D
72	Pool	6.72	26.00	14.00	0.79	2.49	2.93	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	G
73	Riffle	6.76	28.50	14.00	0.87	2.50	3.05	0.99	0.97	0.73	0.49	0.24	G
74	Generico	6.73	27.50	14.00	0.84	2.52	3.00	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	G
75	Riffle	6.76	26.00	13.00	0.84	2.45	2.95	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	I
76	Riffle												ND
77	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	I
78	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	I
79	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	I
80	Generico	6.18	22.50	9.00	0.66	2.20	2.38	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	D
81	Generico	6.16	23.00	10.00	0.66	2.05	2.92	1.02	0.97	0.73	0.49	0.24	D
82	Generico	6.18	20.50	9.00	0.66	2.27	2.24	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	D
83	Generico	6.19	21.00	9.00	0.68	2.20	2.29	1.00	0.95	0.71	0.48	0.24	D
84	Generico	6.29	23.00	9.00	0.68	1.90	2.82	1.02	0.97	0.73	0.49	0.24	D
85	Generico	6.18	20.50	9.00	0.66	2.27	2.24	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	D

Ord	Mesohabitat	ASPT	N_Fam	N_EPT_Fam	1-GOLD	Shannon Diversity	log(SeI EPTD+1)	STAR_ICMI	HG	GM	MP	PB	Tipo dati disponibili (D, G, I, ND)
86	Generico	6.70	13.00	7.00	0.82	1.71	2.14	0.97	0.95	0.71	0.48	0.24	D
87	Generico	6.18	22.50	9.00	0.66	2.20	2.38	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	D
88	Generico	6.16	23.00	10.00	0.66	2.05	2.92	1.02	0.97	0.73	0.49	0.24	D
89	Generico	6.19	21.00	9.00	0.68	2.20	2.29	1.00	0.95	0.71	0.48	0.24	D
90	Generico	6.29	23.00	9.00	0.68	1.90	2.82	1.02	0.97	0.73	0.49	0.24	D
91	Generico	6.18	20.50	9.00	0.66	2.27	2.24	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	D
92	Generico	6.06	16.50	7.50	0.692	1.863	2.293	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	D
93	Generico	6.29	18.00	8.00	0.57	1.86	2.36	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	D
94	Generico	5.93	15.00	7.00	0.935	1.87	2.225	1.03	0.95	0.71	0.48	0.24	D
95	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	I
96	Generico	6.70	13.00	7.00	0.82	1.71	2.14	0.97	0.95	0.71	0.48	0.24	D
97	Generico	6.63	13.50	7.50	0.88	1.61	2.54	0.97	0.95	0.71	0.48	0.24	D
98	Generico	6.18	22.50	9.00	0.66	2.20	2.38	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	D
99	Generico	6.16	23.00	10.00	0.66	2.05	2.92	1.02	0.97	0.73	0.49	0.24	D
100	Generico	6.18	20.50	9.00	0.66	2.27	2.24	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	D
101	Generico	6.19	21.00	9.00	0.68	2.20	2.29	1.00	0.95	0.71	0.48	0.24	D
102	Generico	6.29	23.00	9.00	0.68	1.90	2.82	1.02	0.97	0.73	0.49	0.24	D
103	Generico	6.18	20.50	9.00	0.66	2.27	2.24	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	D
104	Generico	6.06	16.50	7.50	0.692	1.863	2.293	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	D
105	Generico	6.29	18.00	8.00	0.57	1.86	2.36	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	D
106	Generico	5.93	15.00	7.00	0.935	1.87	2.225	1.03	0.95	0.71	0.48	0.24	D
107	Generico	6.06	16.50	7.50	0.692	1.863	2.293	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	G
108	Generico	6.70	13.00	7.00	0.82	1.71	2.14	0.97	0.95	0.71	0.48	0.24	D
109	Generico	6.70	13.00	7.00	0.82	1.71	2.14	0.97	0.95	0.71	0.48	0.24	D
110	Generico	6.18	22.50	9.00	0.66	2.20	2.38	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	D
111	Generico	6.16	23.00	10.00	0.66	2.05	2.92	1.02	0.97	0.73	0.49	0.24	D
112	Generico	6.19	21.00	9.00	0.68	2.20	2.29	1.00	0.95	0.71	0.48	0.24	D
113	Generico	6.29	23.00	9.00	0.68	1.90	2.82	1.02	0.97	0.73	0.49	0.24	D
114	Generico	6.18	20.50	9.00	0.66	2.27	2.24	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	D
115	Generico	6.06	16.50	7.50	0.692	1.863	2.293	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	D
116	Generico	6.29	18.00	8.00	0.57	1.86	2.36	1.01	0.97	0.73	0.49	0.24	D
117	Generico	5.93	15.00	7.00	0.935	1.87	2.225	1.03	0.95	0.71	0.48	0.24	D
118	Pool	6.48	23.00	12.00	0.83	2.09	2.87	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	I
119	Riffle	6.48	20.00	11.00	0.91	2.14	2.78	1.00	0.95	0.71	0.48	0.24	I
120	Pool	6.83	23.00	12.00	0.76	1.93	2.72	1.00	0.95	0.71	0.48	0.24	G
121	Riffle	6.82	19.00	11.00	0.86	1.78	2.68	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	G
122	Pool	6.95	22.00	12.00	0.69	1.80	2.60	1.00	0.95	0.71	0.48	0.24	G
123	Riffle	6.97	18.00	10.00	0.79	1.66	2.58	1.01	0.95	0.71	0.48	0.24	G
124	Generico	6.67	27.50	13.00	0.87	2.24	2.65	1.00	0.96	0.72	0.48	0.24	G
125	Generico	6.67	27.50	13.00	0.87	2.24	2.65	1.00	0.96	0.72	0.48	0.24	G
126	Pool	6.61	27.00	14.00	0.86	2.44	2.16	1.01	0.96	0.72	0.48	0.24	I
127	Riffle	6.74	24.00	14.00	0.653	2.003	2.312	1.02	0.96	0.72	0.48	0.24	I
128	SA												ND
129	Pool	6.87	30.00	16.50	0.87	2.42	2.33	0.99	0.94	0.70	0.47	0.24	I
130	Riffle	6.84	26.00	15.00	0.66	2.13	2.51	1.00	0.94	0.70	0.47	0.24	I

Ord	Mesohabitat	ASPT	N_Fam	N_EPT_Fam	1-GOLD	Shannon Diversity	log(SelEPTD+1)	STAR_ICMI	HG	GM	MP	PB	Tipo dati disponibili (D, G, I, ND)
131	Pool	6.61	24.00	13.00	0.90	2.44	1.77	1.03	0.94	0.70	0.47	0.24	I
132	Riffle	6.54	18.50	9.50	0.721	2.51	1.36	0.97	0.96	0.72	0.48	0.24	I
133	SA												ND
134	SA												ND
135	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	D
136	Pool	6.81	33.00	16.00	0.83	2.20	2.54	0.98	0.97	0.73	0.49	0.24	I
137	Riffle	6.67	30.00	13.50	0.75	2.04	2.17	0.96	0.97	0.73	0.49	0.24	I
138	Pool	6.81	33.00	16.00	0.83	2.20	2.54	0.98	0.97	0.73	0.49	0.24	I
139	Riffle	6.67	30.00	13.50	0.75	2.04	2.17	0.96	0.97	0.73	0.49	0.24	I
140	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	D
141	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	D
142	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	D
143	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	G
144	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	G
145	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	G
146	Generico	6.67	27.50	13.00	0.87	2.24	2.65	1.00	0.96	0.72	0.48	0.24	D
147	Generico	6.67	27.50	13.00	0.87	2.24	2.65	1.00	0.96	0.72	0.48	0.24	D
148	Pool	6.61	27.00	14.00	0.86	2.44	2.16	1.01	0.96	0.72	0.48	0.24	I
149	Riffle	6.74	24.00	14.00	0.653	2.003	2.312	1.02	0.96	0.72	0.48	0.24	I
150	Pool	6.61	24.00	13.00	0.90	2.44	1.77	1.03	0.96	0.72	0.48	0.24	I
151	Riffle	6.54	18.50	9.50	0.721	2.51	1.36	0.97	0.96	0.72	0.48	0.24	I
152	SA												ND
153	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	D
154	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	G
155	Pool	6.81	33.00	16.00	0.83	2.20	2.54	0.98	0.97	0.73	0.49	0.24	I
156	Riffle	6.67	30.00	13.50	0.75	2.04	2.17	0.96	0.97	0.73	0.49	0.24	I
157	Generico												ND
158	Generico	6.67	27.50	13.00	0.87	2.24	2.65	1.00	0.96	0.72	0.48	0.24	D
159	Generico	6.67	27.50	13.00	0.87	2.24	2.65	1.00	0.96	0.72	0.48	0.24	D
160	Pool	6.61	27.00	14.00	0.86	2.44	2.16	1.01	0.96	0.72	0.48	0.24	I
161	Riffle	6.74	24.00	14.00	0.653	2.003	2.312	1.02	0.96	0.72	0.48	0.24	I
162	Pool	6.61	24.00	13.00	0.90	2.44	1.77	1.03	0.96	0.72	0.48	0.24	I
163	Riffle	6.54	18.50	9.50	0.721	2.51	1.36	0.97	0.96	0.72	0.48	0.24	I
164	SA												ND
165	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	D
166	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	D
167	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	D
168	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	G
169	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	G
170	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	G
171	Generico	6.67	27.50	13.00	0.87	2.24	2.65	1.00	0.96	0.72	0.48	0.24	D
172	Generico	6.67	27.50	13.00	0.87	2.24	2.65	1.00	0.96	0.72	0.48	0.24	D
173	Pool	6.61	27.00	14.00	0.86	2.44	2.16	1.01	0.96	0.72	0.48	0.24	I
174	Riffle	6.74	24.00	14.00	0.653	2.003	2.312	1.02	0.96	0.72	0.48	0.24	I
175	Pool	6.61	24.00	13.00	0.90	2.44	1.77	1.03	0.96	0.72	0.48	0.24	I

Ord	Mesohabitat	ASPT	N_Fam	N_EPT_Fam	1-GOLD	Shannon Diversity	log(SeI EPTD+1)	STAR_ICMI	HG	GM	MP	PB	Tipo dati disponibili (D, G, I, ND)
176	Riffle	6.54	18.50	9.50	0.721	2.51	1.36	0.97	0.96	0.72	0.48	0.24	I
177	SA												ND
178	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	D
179	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	D
180	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	G
181	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	G
182	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	G
183	Generico	5.95	31.00	12.00	0.89	1.72	2.55	0.98	0.96	0.72	0.48	0.24	G
184	Pool	7	32.00	17.00	0.86	2.39	2.61	0.98	0.97	0.72	0.48	0.24	I
185	Riffle	6.91	27.00	14.00	0.66	2.24	2.58	1.02	0.97	0.72	0.48	0.24	I
186	Pool	7	32.00	17.00	0.86	2.39	2.61	0.98	0.97	0.72	0.48	0.24	G
187	Riffle	6.91	27.00	14.00	0.66	2.24	2.58	1.02	0.97	0.72	0.48	0.24	G
188	Pool	6.87	30.00	16.50	0.87	2.42	2.33	0.99	0.94	0.70	0.47	0.24	G
189	Riffle	6.84	26.00	15.00	0.66	2.13	2.51	1.00	0.94	0.70	0.47	0.24	G
190	Pool	6.61	24.00	13.00	0.90	2.44	1.77	1.03	0.94	0.70	0.47	0.24	I
191	Riffle	6.54	18.50	9.50	0.721	2.51	1.36	0.97	0.94	0.70	0.47	0.24	I
192	Pool	7	32.00	17.00	0.86	2.39	2.61	0.98	0.97	0.72	0.48	0.24	I
193	Riffle	6.91	27.00	14.00	0.66	2.24	2.58	1.02	0.97	0.72	0.48	0.24	I
194	Pool	7	32.00	17.00	0.86	2.39	2.61	0.98	0.97	0.72	0.48	0.24	G
195	Riffle	6.91	27.00	14.00	0.66	2.24	2.58	1.02	0.97	0.72	0.48	0.24	G
196	Pool	6.87	30.00	16.50	0.87	2.42	2.33	0.99	0.94	0.70	0.47	0.24	G
197	Riffle	6.84	26.00	15.00	0.66	2.13	2.51	1.00	0.94	0.70	0.47	0.24	G
198	Pool	6.81	33.00	16.00	0.83	2.20	2.54	0.98	0.97	0.73	0.49	0.24	I
199	Riffle	6.67	30.00	13.50	0.75	2.04	2.17	0.96	0.97	0.73	0.49	0.24	I
200	Pool	6.81	33.00	16.00	0.83	2.20	2.54	0.98	0.97	0.73	0.49	0.24	I
201	Riffle	6.67	30.00	13.50	0.75	2.04	2.17	0.96	0.97	0.73	0.49	0.24	I
202	Pool	7	32.00	17.00	0.86	2.39	2.61	0.98	0.97	0.72	0.48	0.24	G
203	Riffle	6.91	27.00	14.00	0.66	2.24	2.58	1.02	0.97	0.72	0.48	0.24	G
204	Pool	6.87	30.00	16.50	0.87	2.42	2.33	0.99	0.94	0.70	0.47	0.24	G
205	Riffle	6.84	26.00	15.00	0.66	2.13	2.51	1.00	0.94	0.70	0.47	0.24	G
206	Pool	7	32.00	17.00	0.86	2.39	2.61	0.98	0.97	0.72	0.48	0.24	G
207	Riffle	6.91	27.00	14.00	0.66	2.24	2.58	1.02	0.97	0.72	0.48	0.24	G
208	Pool	7	32.00	17.00	0.86	2.39	2.61	0.98	0.97	0.72	0.48	0.24	D
209	Riffle	6.91	27.00	14.00	0.66	2.24	2.58	1.02	0.97	0.72	0.48	0.24	D
210	Pool	6.87	30.00	16.50	0.87	2.42	2.33	0.99	0.94	0.70	0.47	0.24	D
211	Riffle	6.84	26.00	15.00	0.66	2.13	2.51	1.00	0.94	0.70	0.47	0.24	D
212	Pool	6.81	33.00	16.00	0.83	2.20	2.54	0.98	0.97	0.73	0.49	0.24	G
213	Riffle	6.67	30.00	13.50	0.75	2.04	2.17	0.96	0.97	0.73	0.49	0.24	G
214	Pool	6.81	33.00	16.00	0.83	2.20	2.54	0.98	0.97	0.73	0.49	0.24	G
215	Riffle	6.67	30.00	13.50	0.75	2.04	2.17	0.96	0.97	0.73	0.49	0.24	G
216	Pool	7	32.00	17.00	0.86	2.39	2.61	0.98	0.97	0.72	0.48	0.24	G
217	Riffle	6.91	27.00	14.00	0.66	2.24	2.58	1.02	0.97	0.72	0.48	0.24	G
218	Pool	7	32.00	17.00	0.86	2.39	2.61	0.98	0.97	0.72	0.48	0.24	D
219	Riffle	6.91	27.00	14.00	0.66	2.24	2.58	1.02	0.97	0.72	0.48	0.24	D



Ord	Mesohabitat	ASPT	N_Fam	N_EPT_Fam	1-GOLD	Shannon Diversity	log(SeI EPTD+1)	STAR_ICMI	HG	GM	MP	PB	Tipo dati disponibili (D, G, I, ND)
220	Pool	6.87	30.00	16.50	0.87	2.42	2.33	0.99	0.94	0.70	0.47	0.24	D
221	Riffle	6.84	26.00	15.00	0.66	2.13	2.51	1.00	0.94	0.70	0.47	0.24	D
222	Pool	6.81	33.00	16.00	0.83	2.20	2.54	0.98	0.97	0.73	0.49	0.24	G
223	Riffle	6.67	30.00	13.50	0.75	2.04	2.17	0.96	0.97	0.73	0.49	0.24	G
224	Pool	6.81	33.00	16.00	0.83	2.20	2.54	0.98	0.97	0.73	0.49	0.24	G
225	Riffle	6.67	30.00	13.50	0.75	2.04	2.17	0.96	0.97	0.73	0.49	0.24	G
226	Pool	7	32.00	17.00	0.86	2.39	2.61	0.98	0.97	0.72	0.48	0.24	D
227	Riffle	6.91	27.00	14.00	0.66	2.24	2.58	1.02	0.97	0.72	0.48	0.24	D
228	Pool	7	32.00	17.00	0.86	2.39	2.61	0.98	0.97	0.72	0.48	0.24	G
229	Riffle	6.91	27.00	14.00	0.66	2.24	2.58	1.02	0.97	0.72	0.48	0.24	G
230	Pool	7	32.00	17.00	0.86	2.39	2.61	0.98	0.97	0.72	0.48	0.24	D
231	Riffle	6.91	27.00	14.00	0.66	2.24	2.58	1.02	0.97	0.72	0.48	0.24	D
232	Pool	6.87	30.00	16.50	0.87	2.42	2.33	0.99	0.94	0.70	0.47	0.24	D
233	Riffle	6.84	26.00	15.00	0.66	2.13	2.51	1.00	0.94	0.70	0.47	0.24	D

Tabella 3. Origine dei dati utilizzati e derivazione dei valori di riferimento per le metriche biologiche elencati in Tabella 2, per i tipi fluviali dell'Italia settentrionale presenti nel sistema MacrOper. Persona di riferimento dataset: AB=Andrea Buffagni, RA = Renate Alber

ord	raccolta e archiviazione dati	elaborazione dati	supporto all'elaborazione	persona di riferimento dataset/Ente
1	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Ivrea, M. Pannocchia; ARPA Asti, E.Sesia, A Fiorenza, T. Ferrero	AB/CNR-IRSA
2	CNR-IRSA	CNR-IRSA	idem	idem
3	ARPA Novara; ARPA Parabiago; CNR-IRSA	ARPA Parabiago, P. Genoni; ARPA Novara, E. Bielli; CNR-IRSA	ARPA Lombardia; ARPA Piemonte	idem
4	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Ivrea, M. Pannocchia; ARPA Asti, E.Sesia, A Fiorenza, T. Ferrero	idem
5	CNR-IRSA	idem	idem	idem
6	idem	idem	idem	idem
7	idem	idem	idem	idem
8	idem	idem	idem	idem
9	idem	idem	idem	idem
10	idem	idem	idem	idem
11	idem	idem	idem	idem
12	idem	idem	idem	idem
13	idem	idem	idem	idem
14	idem	idem	idem	idem
15	idem	idem	idem	idem
16	idem	idem	idem	idem
17	idem	idem	idem	idem
18	idem	idem	idem	idem
19	idem	idem	idem	idem
20	idem	idem	idem	idem
21	idem	idem	idem	idem
22	idem	idem	idem	idem
23	idem	idem	idem	idem
24	idem	idem	idem	idem
25	idem	idem	idem	idem
26	F. Desio	idem	CNR-IRSA	idem
27	idem	idem	idem	idem
28	idem	idem	idem	idem
29	idem	idem	idem	idem
30	ARPA Novara; ARPA Parabiago; CNR-IRSA	ARPA Parabiago, P. Genoni; ARPA Novara, E. Bielli; CNR-IRSA	ARPA Lombardia; ARPA Piemonte	AB/CNR-IRSA
31	idem	idem	idem	idem
32	idem	idem	idem	idem
33	idem	idem	idem	idem
34	idem	idem	idem	idem
35	idem	idem	idem	idem
36	CNR-IRSA	CNR-IRSA	CNR-IRSA	idem
37	idem	idem	idem	idem
38	idem	idem	idem	idem
39	idem	idem	idem	idem
40	idem	idem	idem	idem
41	idem	idem	idem	idem
42	idem	idem	idem	idem
43	idem	idem	idem	idem

44	idem	idem	idem	idem
45	ARPA Novara; ARPA Parabiago; CNR-IRSA	ARPA Parabiago, P. Genoni; ARPA Novara, E. Bielli; CNR-IRSA	ARPA Lombardia; ARPA Piemonte	AB/CNR-IRSA
46	idem	idem	idem	idem
47	idem	idem	idem	idem
52	CNR-IRSA	CNR-IRSA	CNR-IRSA	idem
53	idem	idem	idem	idem
54	APPA Bolzano	APPA Bolzano, R. Alber; CNR-IRSA	CNR-IRSA	RA/APPA Bolzano
55	CNR-IRSA	CNR-IRSA	CNR-IRSA	AB/CNR-IRSA
56	APPA Bolzano	APPA Bolzano, R. Alber; CNR-IRSA	CNR-IRSA	RA/APPA Bolzano
57	CNR-IRSA	CNR-IRSA	CNR-IRSA	AB/CNR-IRSA
58	idem	idem	idem	idem
59	idem	idem	idem	idem
60	idem	idem	idem	idem
61	idem	idem	idem	idem
62	idem	idem	idem	idem
63	idem	idem	idem	idem
64	idem	idem	idem	idem
65	idem	idem	idem	idem
66	APPA Bolzano	APPA Bolzano, R. Alber; CNR-IRSA	CNR-IRSA	RA/APPA Bolzano
67	CNR-IRSA	CNR-IRSA	CNR-IRSA	AB/CNR-IRSA
68	APPA Bolzano	APPA Bolzano, R. Alber; CNR-IRSA	CNR-IRSA	RA/APPA Bolzano
69	CNR-IRSA	CNR-IRSA	CNR-IRSA	AB/CNR-IRSA
70	idem	idem	idem	idem
71	idem	idem	idem	idem
72	idem	idem	idem	idem
73	idem	idem	idem	idem
74	idem	idem	idem	idem
75	idem	idem	idem	idem
77	ARPA Novara; ARPA Parabiago; CNR-IRSA	ARPA Parabiago, P. Genoni; ARPA Novara, E. Bielli; CNR-IRSA	ARPA Lombardia; ARPA Piemonte	AB/CNR-IRSA
78	idem	idem	idem	idem
79	idem	idem	idem	idem
80	APPA Bolzano	APPA Bolzano, R. Alber; CNR-IRSA	CNR-IRSA	RA/APPA Bolzano
81	idem	idem	idem	idem
82	idem	idem	idem	idem
83	idem	idem	idem	idem
84	idem	idem	idem	idem
85	idem	idem	idem	idem
86	idem	idem	idem	idem
87	idem	idem	idem	idem
88	idem	idem	idem	idem
89	idem	idem	idem	idem
90	idem	idem	idem	idem
91	idem	idem	idem	idem
92	idem	idem	idem	idem
93	idem	idem	idem	idem
94	idem	idem	idem	idem
95	ARPA Novara; ARPA Parabiago; CNR-IRSA	ARPA Parabiago, P. Genoni; ARPA Novara, E. Bielli; CNR-IRSA	ARPA Lombardia; ARPA Piemonte	AB/CNR-IRSA
96	APPA Bolzano	APPA Bolzano, R. Alber; CNR-IRSA	CNR-IRSA	RA/APPA Bolzano
97	idem	idem	idem	idem
98	idem	idem	idem	idem

99	idem	idem	idem	idem
100	idem	idem	idem	idem
101	idem	idem	idem	idem
102	idem	idem	idem	idem
103	idem	idem	idem	idem
104	idem	idem	idem	idem
105	idem	idem	idem	idem
106	idem	idem	idem	idem
107	idem	idem	idem	idem
108	idem	idem	idem	idem
109	idem	idem	idem	idem
110	idem	idem	idem	idem
111	APPA Bolzano	APPA Bolzano, R. Alber; CNR-IRSA	CNR-IRSA	RA/APPA Bolzano
112	idem	idem	idem	idem
113	idem	idem	idem	idem
114	idem	idem	idem	idem
115	idem	idem	idem	idem
116	idem	idem	idem	idem
117	idem	idem	idem	idem
118	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Ivrea, M. Pannocchia; ARPA Asti, E.Sesia, A Fiorenza, T. Ferrero	AB/CNR-IRSA
119	idem	idem	idem	idem
120	idem	idem	idem	idem
121	idem	idem	idem	idem
122	idem	idem	idem	idem
123	idem	idem	idem	idem
124	CNR-IRSA	CNR-IRSA	Parco del Curone	idem
125	idem	idem	idem	idem
126	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Emilia Romagna, D. Lucchini, S. Franceschini. Autorità bacino Po.	idem
127	idem	idem	idem	idem
129	idem	idem	idem	idem
130	idem	idem	idem	idem
131	idem	idem	idem	idem
132	idem	idem	idem	idem
135	ARPA Novara; ARPA Parabiago; CNR-IRSA	ARPA Parabiago, P. Genoni; ARPA Novara, E. Bielli; CNR-IRSA	ARPA Lombardia; ARPA Piemonte	idem
136	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Emilia Romagna, D. Lucchini, S. Franceschini. Autorità bacino Po. Comune di Arcidosso.	idem
137	idem	idem	idem	idem
138	idem	idem	idem	idem
139	idem	idem	idem	idem
140	ARPA Novara; ARPA Parabiago; CNR-IRSA	ARPA Parabiago, P. Genoni; ARPA Novara, E. Bielli; CNR-IRSA	ARPA Lombardia; ARPA Piemonte	idem
141	idem	idem	idem	idem
142	idem	idem	idem	idem
143	idem	idem	idem	idem
144	ARPA Novara; ARPA Parabiago; CNR-IRSA	ARPA Parabiago, P. Genoni; ARPA Novara, E. Bielli; CNR-IRSA	ARPA Lombardia; ARPA Piemonte	idem
145	idem	idem	idem	idem
146	CNR-IRSA	CNR-IRSA	Parco del Curone	idem

147	idem	idem	idem	idem
148	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Emilia Romagna, D. Lucchini, S. Franceschini. Autorità bacino Po.	idem
149	idem	idem	idem	idem
150	idem	idem	idem	idem
151	idem	idem	idem	idem
153	ARPA Novara; ARPA Parabiago; CNR-IRSA	ARPA Parabiago, P. Genoni; ARPA Novara, E. Bielli; CNR-IRSA	ARPA Lombardia; ARPA Piemonte	idem
154	idem	idem	idem	idem
155	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Emilia Romagna, D. Lucchini, S. Franceschini. Autorità bacino Po. Comune di Arcidosso.	idem
156	idem	idem	idem	idem
158	CNR-IRSA	CNR-IRSA	CNR-IRSA	idem
159	idem	idem	idem	idem
160	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Emilia Romagna, D. Lucchini, S. Franceschini. Autorità bacino Po.	idem
161	idem	idem	idem	idem
162	idem	idem	idem	idem
163	idem	idem	idem	idem
165	ARPA Novara; ARPA Parabiago; CNR-IRSA	ARPA Parabiago, P. Genoni; ARPA Novara, E. Bielli; CNR-IRSA	ARPA Lombardia; ARPA Piemonte	AB/CNR-IRSA
166	idem	idem	idem	idem
167	idem	idem	idem	idem
168	idem	idem	idem	idem
169	idem	idem	idem	idem
170	idem	idem	idem	idem
171	CNR-IRSA	CNR-IRSA	CNR-IRSA	AB/CNR-IRSA
172	Idem	idem	idem	idem
173	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Emilia Romagna, D. Lucchini, S. Franceschini. Autorità bacino Po.	AB/CNR-IRSA
174	idem	idem	idem	idem
175	idem	idem	idem	idem
176	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Emilia Romagna, D. Lucchini, S. Franceschini. Autorità bacino Po.	idem
178	ARPA Novara; ARPA Parabiago; CNR-IRSA	ARPA Parabiago, P. Genoni; ARPA Novara, E. Bielli; CNR-IRSA	ARPA Lombardia; ARPA Piemonte	AB/CNR-IRSA
179	idem	idem	idem	idem
180	idem	idem	idem	idem
181	idem	idem	idem	idem
182	idem	idem	idem	idem
183	idem	idem	idem	idem
184	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Emilia Romagna, D. Lucchini, S. Franceschini. Autorità bacino Po.	AB/CNR-IRSA
185	idem	idem	idem	idem
186	idem	idem	idem	idem
187	idem	idem	idem	idem
188	idem	idem	idem	idem
189	idem	idem	idem	idem
190	idem	idem	idem	idem
191	idem	idem	idem	idem
192	idem	idem	idem	idem
193	idem	idem	idem	idem
194	idem	idem	idem	idem



195	idem	idem	idem	idem
196	idem	idem	idem	idem
197	idem	idem	idem	idem
198	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Emilia Romagna, D. Lucchini, S. Franceschini. Autorità bacino Po. Comune di Arcidosso.	idem
199	idem	idem	idem	idem
200	idem	idem	idem	idem
201	idem	idem	idem	idem
202	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Emilia Romagna, D. Lucchini, S. Franceschini. Autorità bacino Po.	idem
203	idem	idem	idem	idem
204	idem	idem	idem	idem
205	idem	idem	idem	idem
206	idem	idem	idem	idem
207	idem	idem	idem	idem
208	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Emilia Romagna, D. Lucchini, S. Franceschini. Autorità bacino Po.	idem
209	idem	idem	idem	idem
210	idem	idem	idem	idem
211	idem	idem	idem	idem
212	idem	idem	idem	idem
213	idem	idem	idem	idem
214	idem	idem	idem	idem
215	idem	idem	idem	idem
216	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Emilia Romagna, D. Lucchini, S. Franceschini. Autorità bacino Po.	idem
217	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Emilia Romagna, D. Lucchini, S. Franceschini. Autorità bacino Po.	idem
218	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Emilia Romagna, D. Lucchini, S. Franceschini. Autorità bacino Po.	idem
219	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Emilia Romagna, D. Lucchini, S. Franceschini. Autorità bacino Po.	idem
220	idem	idem	idem	idem
221	idem	idem	idem	idem
222	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Emilia Romagna, D. Lucchini, S. Franceschini. Autorità bacino Po. Comune di Arcidosso.	idem
223	idem	idem	idem	idem
224	idem	idem	idem	idem
225	idem	idem	idem	idem
226	CNR-IRSA	CNR-IRSA	ARPA Emilia Romagna, D. Lucchini, S. Franceschini. Autorità bacino Po.	idem
227	idem	idem	idem	idem
228	idem	idem	idem	idem
229	idem	idem	idem	idem
230	idem	idem	idem	idem
231	idem	idem	idem	idem
232	idem	idem	idem	idem
233	idem	idem	idem	idem

## CRITERI PER L'INDIVIDUAZIONE DEI SITI/AMBIENTI DI RIFERIMENTO DEI CORPI IDRICI LACUSTRI SECONDO LA DIRETTIVA 2000/60/CE

a cura di Tartari G.\*, Marchetto A.\*\*, Buzzi F.\*\*\*, Pagnotta R.\*\*\*\* e Barbiero G.\*\*\*\*

\* IRSA - CNR, via Mornera 25, Brugherio (MI)

\*\* ISE - CNR, Verbania-Pallanza

\*\*\* ARPA Lombardia, Dipartimento di Lecco

\*\*\*\* IRSA - CNR, Area della Ricerca Roma 1 Montelibretti

Via Salaria km 29,300 Monterotondo (RM)

### RIASSUNTO

In questo documento viene indicata la metodologia per l'identificazione dei **siti/ambienti di riferimento** per ciascuno dei **18 tipi di corpi lacustri italiani**, con superficie  $A_{\lambda} \geq 0,2 \text{ km}^2$ , individuati secondo la procedura di "Tipizzazione dei laghi italiani secondo il Sistema B della Direttiva 2000/60/CE" (Tartari et al., 2006).

I siti/ambienti di riferimento per i diversi tipi lacustri sono da sottoporre a monitoraggio per individuare le condizioni biologiche di riferimento (**condizioni di riferimento**) per quel tipo. Un sito/ambiente è considerato di riferimento nel momento in cui rispetta i criteri scelti ed è utilizzato per la definizione delle condizioni di riferimento per i tipi a cui appartiene. Per un uso successivo, a distanza di anni, dello stesso sito, è necessario verificare che i criteri siano ancora rispettati.

### CRITERI PER L'INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBIENTI DI RIFERIMENTO SECONDO L'APPROCCIO "SPAZIALE"

In base ai dettami della Direttiva 2000/60/CE, lo stato ecologico dei laghi deve essere definito in relazione alle **condizioni di riferimento** basate su elementi di qualità biologica specifiche per tipo lacustre.

---

\* Nel caso in cui a scala regionale tra i laghi con  $A_{\lambda} \geq 0,2 \text{ km}^2$  non siano individuabili siti/ambienti di riferimento, le Regioni dovranno segnalare al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) l'esistenza di potenziali siti/ambienti di riferimento tra quelli aventi dimensioni  $A_{\lambda} \geq 0,01 \text{ km}^2$ . La conferma dell'inserimento di questi corpi lacustri nell'elenco ufficiale nazionale dei siti/ambienti di riferimento verrà effettuata a livello centrale dal MATTM dopo aver esaminato gli elenchi forniti per ciascun tipo da tutte le regioni.

Tali condizioni vengono desunte da **siti/ambienti di riferimento** la cui individuazione costituisce l'oggetto di questo documento.

Il processo di scelta del sito/ambiente di riferimento può essere così sintetizzato:

- verifica dell'assenza di immissioni di inquinanti specifici;
- verifica dell'assenza di prelievi significativi di acqua dal lago o dal suo bacino imbrifero;
- quantificazione, sulla base di informazioni cartografiche e censuali e dei dati di collettamento e depurazione delle acque, degli apporti di nutrienti e verifica che essi non superino per più del 50% il carico naturale del lago;
- controllo della correttezza della stima del carico di nutrienti, attraverso l'applicazione di un modello di correlazione tra carico e concentrazione e il confronto tra tale concentrazione e quella effettivamente misurata nella colonna d'acqua;
- verifica di ulteriori condizioni che possono influenzare uno o più parametri biologici, e che possono escludere la possibilità di utilizzare il sito, o parte di esso, come sito di riferimento.
- verifica attraverso il giudizio dell'esperto per evitare classificazioni errate.

I siti/ambienti di riferimento per i diversi tipi lacustri sono da sottoporre a monitoraggio per individuare le condizioni biologiche di riferimento per quel tipo.

Operativamente, un sito/ambiente è considerato di riferimento nel momento in cui rispetta i criteri scelti ed è utilizzato per la definizione delle condizioni di riferimento. Per un uso successivo, a distanza di anni, dello stesso sito, è necessario verificare che i criteri siano ancora rispettati.

Non è necessario, né possibile, individuare in ogni Regione un sito di riferimento per ogni tipo lacustre. I siti/ambienti di riferimento per i singoli tipi saranno definiti a scala nazionale, attraverso le informazioni fornite dalle singole Regioni. Resta ferma la possibilità, in assenza di siti adatti in Italia, di utilizzare siti collocati in Stati appartenenti alla medesima ecoregione, o di applicare l'approccio paleolimnologico per individuare le condizioni di riferimento senza disporre di un sito di riferimento.

Nel presente documento vengono dettagliate le singole fasi del processo di identificazione dei siti/ambienti di riferimento. Per ogni lago è richiesta la raccolta di informazioni specifiche che permettono l'applicazione del metodo e l'analisi di ogni singolo criterio.

Sulla base di queste informazioni le Regioni forniranno un elenco di potenziali ambienti di riferimento per ciascun tipo che, una volta approvato dal Ministero, saranno soggetti a monitoraggio, congiuntamente agli altri corpi lacustri, per la raccolta dei dati necessari alla definizione dello stato ecologico da cui verranno dedotte le condizioni di riferimento tipiche specifiche. Alla luce dei dati raccolti i siti/ambienti di riferimento selezionati, in relazione ai quali viene nel seguito proposta una metodologia per la loro individuazione, potranno o meno essere confermati e, sulla base dei risultati del monitoraggio, definite le condizioni di riferimento.

## 1 - APPROCCIO E DEFINIZIONI

L'individuazione dei siti/ambienti di riferimento in generale prevede due possibili approcci (CIS, 2003):

- un approccio cosiddetto “**spaziale**”, basato sulla definizione di uno o più siti di riferimento per ciascun tipo lacustre;
- un approccio “**paleolimnologico**” da utilizzarsi per quei laghi naturali che presentino caratteristiche ecologiche particolari, ovvero utilizzabile in alternativa al primo metodo quando questo sia di difficile o incerta applicazione.

L'**approccio spaziale** è una delle metodologie indicate dalla “*RefCond Guidance*” (CIS, 2003) per l'individuazione degli ambienti di riferimento. La metodologia descritta segue sia le linee guida “*RefCond Guidance*” sia l'esperienza maturata durante il primo esercizio di intercalibrazione a scala europea, descritto nell'Allegato 1 di questo documento (Anonimo, 2006a, b, c).

In prima approssimazione non viene, invece, preso in considerazione l'**approccio paleolimnologico** (descritto nell'Allegato 2) per la complessità di realizzazione e i costi richiesti. Nella fase di identificazione dei siti/ambienti di riferimento e di definizione delle condizioni di riferimento il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) terrà comunque conto delle informazioni paleolimnologiche già disponibili nella letteratura scientifica (ad esempio: Guilizzoni e Lami, 1992; Battarbee *et al.*, 2002).

L'approccio spaziale prevede l'identificazione dei laghi naturali che si trovano in uno stato prossimo a “**condizioni naturali indisturbate**”. L'identificazione avviene attraverso una serie di valutazioni separate non sequenziali delle pressioni antropiche a cui il corpo lacustre è sottoposto.

La valutazione finale della effettiva condizione di riferimento viene infine validata con una **campagna di monitoraggio**, da condursi congiuntamente a quelle previste per la valutazione dello stato ecologico dei corpi lacustri con superficie  $\geq 0,5$  km<sup>2</sup> per la raccolta dei dati necessari alla definizione dello stato ecologico, da cui verranno dedotte le condizioni di riferimento tipiche specifiche.

La conferma di un sito/ambiente di riferimento viene effettuata sulla base di precise “**condizioni di riferimento per ciascun tipo di lago**” definite con gli indicatori di qualità biologica previsti dalla Direttiva. L'identificazione delle condizioni di riferimento a scala nazionale per ciascun tipo di corpo lacustre verrà condotta sulla base di informazioni recenti e pregresse, tenendo conto di quanto espresso negli esercizi di intercalibrazione della ecoregione alpina e mediterranea (Anonimo, 2006a, b, c).

Le informazioni sulle pressioni identificate come indispensabili per l'individuazione degli ambienti di riferimento sono:

- Valutazione del carico di inquinanti specifici;
- Stima dei prelievi di acqua;
- Valutazione del carico naturale e attuale di fosforo
- Identificazione delle pressioni biologiche.

Nel seguito verranno sinteticamente descritte metodologie per la raccolta delle sopraccitate al fine di consentirne l'applicazione su scala regionale.

## 2 - PRESENZA DI INQUINANTI SPECIFICI SINTETICI E NON SINTETICI

Secondo la Direttiva 2000/60/CE nei siti di riferimento le concentrazioni delle sostanze elencate nell'allegato X e/o nell'allegato VIII “*devono essere pari a zero o almeno inferiori ai limiti di rilevazione delle più avanzate tecniche di analisi di impiego generale*”.

Ne consegue che in un sito di riferimento e nei suoi affluenti non dovranno comunque essere presenti scarichi autorizzati o non autorizzati delle sostanze indicate nei precedenti allegati.

In pratica, in molti siti vi sarà comunque un apporto di inquinanti per via atmosferica o per dilavamento di suoli agricoli, che potrà essere trascurato in assenza di fonti dirette qualora tali apporti determinino variazioni delle condizioni chimiche e fisiche lievi, ossia prossime ai valori di fondo naturali.

### 3 - PRELIEVI O RILASCI DI ACQUA

Prelievi di acqua a monte o rilasci da bacini allacciati del corpo idrico possono influenzare significativamente il corpo recettore, per esempio aumentando o diminuendone il tempo di ricambio, o aumentando l'ampiezza delle variazioni di livello. E' quindi opportuno selezionare siti/ambienti di riferimento che non siano interessati da questo tipo di pressione.

Sulla base di uno studio realizzato dall'Istituto di Ricerca Sulle Acque (IRSA-CNR) sugli usi e prelievi delle acque dai bacini idrografici nel territorio nazionale (Passino *et al.*, 1999) si propone il seguente criterio guida, distinto per la regione alpina e mediterranea:

- nella regione alpina sono esclusi dai siti di riferimento quei laghi per i quali il prelievo a monte del bacino lacustre supera l'1,25% per gli usi domestici, 1,6% per gli usi industriali e 4% per gli usi irrigui;
- nella regione mediterranea sono esclusi dai siti di riferimento gli ambienti con prelievi superiori, rispetto al volume medio, a 0,8% per gli usi domestici, 0,6% per gli usi industriali e 1,3% per gli usi irrigui.

Questi valori sono stati ottenuti considerando prudenzialmente solo il 25% del valore medio degli usi per le aree considerate sulla base dell'indagine sopra citata (Passino *et al.*, 1999), facendo riferimento anche a quanto emerso durante il primo esercizio di intercalibrazione previsto dalla Direttiva 2000/60/CE (Anonimo, 2006b) dove si è deciso di escludere dai siti di riferimento quei laghi per i quali il prelievo di acqua a monte del bacino lacustre supera il 10% per l'irrigazione, 1,5% per gli usi industriali e il 3% per gli usi domestici (Allegato 1). Infine, i rilasci di acqua da altri bacini allacciati in modo artificiale dovranno essere comunque trascurabili, non in grado cioè di modificare significativamente i livelli medi del lago e di influenzare la struttura ecologica del corpo lacustre.

### 4 - CARICO DI FOSFORO

Nella maggior parte dei laghi italiani, il nutriente limitante la produzione algale è il fosforo (Tartari *et al.*, 2004).

Come criterio guida la trattazione che segue fa riferimento unicamente a questo elemento, al cui carico annuo totale ( $L$ ,  $t P a^{-1}$ ) o areale specifico riferito alla superficie lacustre ( $L_p$ ,  $t P km^{-2} a^{-1}$ ) viene assegnato il significato integrale dell'ammontare delle pressioni antropiche di natura agricola, zootecnica, urbana e industriale, quest'ultima

solitamente trascurabile per il fosforo, salvo casi particolari (industrie alimentari, ecc.).

Naturalmente nei pochi casi di limitazione da azoto questo criterio non può essere utilizzato. Il metodo permette comunque di individuare siti limitati da azoto, intesi come quelli che ricevono un carico di fosforo molto elevato da rendere limitante la concentrazione di azoto. Questi, ovviamente, non possono costituire siti di riferimento.

Il calcolo del carico, ovvero della massa di inquinante per unità di tempo che giunge ad un lago, viene in generale effettuato con due procedure: la stima diretta sperimentale attraverso la misura delle concentrazioni di inquinante in tutti i principali affluenti e in condizioni idrologiche differenti, estendendo la stima anche alle aree direttamente scolanti (**carico reale**), oppure attraverso stime modellistiche, la più elementare delle quali si basa sull'uso di specifici coefficienti unitari di generazione dell'inquinante tenendo conto dell'estensione delle diverse tipologie di uso del suolo e dei dati socioeconomici (**carico generato**). Nel seguito con il termine carico deve generalmente intendersi sempre il "carico generato", salvo che non sia diversamente specificato.

Il criterio del carico di fosforo (generato) prevede, in sintesi, il calcolo del:

- "carico naturale generato" (o "pristine"), indicato con il termine "**carico naturale ( $L_0$ )**", ottenuto attraverso l'applicazione di un coefficiente di esportazione areale unitario dipendente dall'altitudine (Tab. 1) e riferito all'intero bacino imbrifero emerso in condizioni naturali. Tale coefficiente viene assegnato senza distinzione specifica tra le possibili tipologie di condizioni naturali (boschi naturali, praterie, suolo incolto, rocce, ecc.);
- "carico attuale generato", indicato con il termine "**carico attuale ( $L$ )**", ottenuto sommando i carichi derivanti dalla popolazione, dall'agricoltura e dalla zootecnia, calcolati sulla base dei censimenti ISTAT, e del carico proveniente dall'uso del suolo, valutato sulla base del database CORINE Land Cover;
- la verifica del **rapporto tra carico attuale e naturale ( $L/L_0$ )**, individuando una soglia adatta a separare i laghi sottoposti ad una pressione attuale di fosforo prossima a quella naturale da quelli nei quali tale pressione è superiore.

Di seguito vengono descritti i passaggi richiesti per la stima dei carichi  $L$  ed  $L_0$ .

#### 4.1 - Carichi attuali di fosforo (L)

La determinazione modellistica dei carichi di fosforo è ancora un'operazione molto complessa che richiede conoscenze dettagliate delle caratteristiche idromorfologiche del territorio, dell'idrologia e dell'uso del suolo, notizie socioeconomiche dettagliate e aggiornate, nonché strumenti GIS sofisticati a cui associare modelli deterministici distribuiti o stocastici del deflusso idrologico, della generazione dei carichi e dei processi di assimilazione e rilascio nei corsi d'acqua. Le informazioni non possono quindi essere semplicemente disponibili in forma numerica, dal momento che le elaborazioni fanno largamente uso di tecniche GIS, le sole che permettono l'elaborazione spaziale dei tematismi richiesti.

Stime sufficientemente approssimate del carico di fosforo ( $t P a^{-1}$ ) possono essere calcolate utilizzando la metodica IRSA-CNR (Barbiero *et al.*, 1991; Pagnotta e Barbiero, 2003) a partire dai seguenti dati di base:

- l'area del bacino idrografico sotteso chiuso all'incile del lago ( $A_b$ ,  $km^2$ );
- l'area del lago, con esclusione delle isole ( $A_\lambda$ ,  $km^2$ );
- comuni presenti all'interno del bacino e rispettive aree totali e porzioni individuate intersecando i profili GIS del lago e del bacino idrografico;
- uso del suolo all'interno del bacino riferito ai singoli comuni;
- dati censimenti ISTAT 2000-2001 (popolazione, industria, zootecnia) ripartiti secondo la porzione di area comunale. In questa operazione una particolare cura va posta alla identificazione della posizione dei centri urbani. In caso di parziale appartenenza, la popolazione (urbana e gli addetti industriali) delle aree urbane che si trovano a cavallo dello spartiacque va ripartita secondo criteri di proporzionalità areale.

Queste stime sono ritenute sufficienti a determinate condizioni di precisione ed accuratezza delle informazioni richieste per gli scopi della valutazione delle pressioni secondo la Direttiva.

Per la determinazione del carico di fosforo i coefficienti consigliati ( $K_P$ ) sono:

- ( $K_{P,Ab}$ ) popolazione:  $0,67 kg P ab^{-1} a^{-1}$ . Il carico effettivamente rilasciato corrisponde al 50% di quello prodotto;
- attività industriali: il carico è valutato pari al 10% del carico complessivo prodotto dalla popolazione;

- ( $K_{P,Zi}$ ) zootecnia. A seconda della tipologia di bestiame sono utilizzati coefficienti diversi:
  - $7,4 kg P capo^{-1} a^{-1}$  per i bovini;
  - $8,7 kg P capo^{-1} a^{-1}$  per gli equini;
  - $0,8 kg P capo^{-1} a^{-1}$  per ovini e caprini;
  - $3,8 kg P capo^{-1} a^{-1}$  per i suini;
  - $0,17 kg P capo^{-1} a^{-1}$  per il pollame.

Per la zootecnia si considera come carico effettivamente rilasciato al corpo idrico il 5% della quota complessiva generata;

- ( $K_{P,Sj}$ ) per il rilascio dal suolo si distingue infine tra suolo coltivato ( $60 kg P km^{-2} a^{-1}$ ) e suolo non coltivato, per il quale si rimanda ai dati di Tab. 1, nella quale i coefficienti vengono distinti secondo la quota.

Nella fase di formulazione della procedura come fonte dei dati, ai quali sono stati applicati i citati coefficienti, è stato utilizzato il GIS del Progetto LIMNO (Tartari *et al.*, 2004), considerando 110 laghi naturali ( $A_\lambda \geq 0,2 km^2$ ) distribuiti su tutto il territorio nazionale. La verifica dei risultati è stata condotta confrontando i valori ottenuti con quelli del carico di fosforo, stimati con una metodologia analoga, ottenuti nell'ambito del Piano di Tutela della Regione Lombardia (PTUA; Regione Lombardia, 2004). Il confronto è stato effettuato con questi carichi perché tengono conto della frazione (%) di collettamento dei reflui urbani, la cui conoscenza è di fondamentale importanza per migliorare la convergenza tra carico generato e carico reale. Le verifiche effettuate hanno confermato i risultati ottenuti, ma portano anche a concludere che è indispensabile tenere in debita considerazione la percentuale di collettamento, senza la quale si possono ottenere risultati poco attendibili.

#### 4.2 - Procedura di calcolo dei carichi attuali di fosforo (L)

Il carico attuale di fosforo ( $L$ ,  $kg P a^{-1}$ ) viene calcolato a partire dai dati relativi ai singoli comuni o alle loro porzioni che insistono sul bacino idrografico del corpo lacustre come somma del carico di fosforo rilasciato dalla popolazione residente e fluttuante ( $L_{Ab}$ ) presente nella frazione, calcolata mediante sistemi informativi geografici, di area urbana, nonché dalle attività industriali ( $L_I$ ), dalla zootecnia ( $L_Z$ ) e dal suolo ( $L_S$ ):

$$L = L_{Ab} + L_I + L_Z + L_S$$



Carico dalla popolazione

$L_{Ab}$  è il carico attuale di fosforo prodotto dalla popolazione complessiva ( $\text{kg P a}^{-1}$ ) nel bacino idrografico ottenuto come:

$$L_{Ab} = P_{Ab} 0,67/2$$

dove:

$$P_{Ab} = \sum f_{U,i} P_{Ab,i}$$

in cui  $P_{Ab,i} = R_{Ab,i} + F_{Ab,i}$  è il numero di abitanti complessivi ( $Ab_i$ ) dell'i-esimo territorio comunale presente nel bacino idrografico ottenuti come somma del numero di abitanti residenti ( $R_{Ab}$ ) e fluttuanti ( $F_{Ab} = \text{presenze giornaliere}/365, \text{ ab a}^{-1}$ ) di ciascun i-esimo comune, mentre  $f_{U,i} = S_{U,i} / S_{T,i}$  è la frazione della superficie urbana ( $S_{U,i}$ ) rispetto alla superficie urbana comunale complessiva ( $S_{T,i}$ ).

Carico dalle attività industriali

$L_I$  è il carico attuale di fosforo prodotto dagli addetti alle attività industriali ( $\text{kg P a}^{-1}$ ) presenti nel bacino idrografico ottenute dalla popolazione residente  $R_{Ab}$  rapportata alla frazione della superficie urbana appartenente al bacino idrografico, come nel caso del calcolo del carico della popolazione:

$$L_I = (\sum f_{U,i} R_{Ab,i}) / 10$$

Carico dalla zootecnia

$L_Z$  è il carico attuale di fosforo prodotto dalle attività zootecniche ( $\text{kg P a}^{-1}$ ) ottenuto come:

$$L_Z = [\sum f_{C,i} (n_{i,bovini} 7,4 + n_{i,equini} 8,7 + n_{i,ovini/capri} 0,8 + n_{i,suini} 3,8 + n_{i,pollame} 0,17)] / 20$$

dove  $f_{C,i} = S_{C,i} / S_{T,i}$  è la frazione i-esima dell'area comunale appartenente al bacino idrografico ( $S_{C,i}$ ) rispetto alla superficie comunale complessiva ( $S_{T,i}$ );

$n_{i,j}$  è il numero dei capi nell'i-esimo comune per ciascuna j-esima tipologia.

Nel caso di informazioni statistiche aggregate a scala provinciale è necessaria una disaggregazione a scala comunale che può tenere conto delle aree agricole (SAU, superficie agricola utilizzata) o di altri indicatori.

Carico dal suolo

Nel calcolo del carico rilasciato dal suolo ( $L_S$ ) si distingue tra aree coltivate ( $L_A$ ), alle quali si applica un coefficiente di esportazione areale  $K_P$  di  $60 \text{ kg P km}^{-2} \text{ a}^{-1}$ , e non coltivate ( $L_0$ ), per il cui coefficiente di esportazione areale si rimanda ai dati di Tab. 1

nella quale i coefficienti sono distinti secondo la quota.

$$L_S = L_A + L_0$$

$L_A$  si calcola come:

$$L_A = \sum S_{SAU,i} K_P$$

in cui ( $S_{SAU,i}$ ) è la frazione della superficie agricola coltivata (SAU) di ciascun comune i-esimo appartenente al bacino idrografico.

$L_0$  si calcola nel modo seguente:

$$L_0 = \sum S_{0,i} K_P$$

In cui l'area non coltivata ( $S_{0,i}$ ), si ottiene come differenza tra la frazione di superficie comunale che insiste nel bacino idrografico ( $S_{C,i}$ ) e le rispettive frazioni di superficie agricola ( $S_{SAU,i}$ ) ed urbana ( $S_{U,i}$ ):

$$S_{0,i} = S_{C,i} - (S_{SAU,i} + S_{U,i})$$

**4.3 - Carichi naturali di fosforo ( $L_0$ )**

I carichi ("pristine") rappresentano condizioni "naturali" in cui si ipotizza l'assenza totale di pressioni antropiche. Questi carichi ( $\text{t P a}^{-1}$ ) sono determinati considerando:

- il bacino idrografico ( $A_b, \text{ km}^2$ ) senza nessun tipo di pressione antropica, come se fosse costituito da sole aree naturali;
- diversi coefficienti di esportazione (da  $10 \text{ kg P km}^{-2} \text{ a}^{-1}$  fino a  $30 \text{ kg P km}^{-2} \text{ a}^{-1}$ ) di fosforo riferiti alle aree naturali (Pagnotta e Barbiero, 2003; Camusso e Tartari, 1988).

Tab. 1 - Coefficienti di esportazione areale ( $K_P$ ) del fosforo

Altitudine del lago m s.l.m.	Coefficiente $\text{kg} \cdot \text{km}^{-2}$
> 2000	10
800 – 2000	20
< 800	30

Moltiplicando la frazione di superficie di ciascun comune che insiste nel bacino idrografico ( $S_{C,i}$ ) per l'opportuno coefficiente ( $K_P$ ) si ottiene il carico naturale ( $\text{t P a}^{-1}$ ):

$$L_0 = \sum S_{C,i} K_P$$

#### 4.4 - Valore limite del rapporto tra il carico "attuale" e "naturale" di nutrienti

Il valore soglia entro il quale selezionare i siti di riferimento è stato ottenuto utilizzando il rapporto ( $R_p$ ) tra le due stime di carico  $L$  e  $L_0$ :

$$R_p = L/L_0$$

Teoricamente in assenza di pressione antropica, il rapporto  $R_p$  è ovviamente 1. Tuttavia, come esplicitato nelle linee guida "RefCond Guidance" (CIS, 2003), gli ambienti di riferimento non devono essere caratterizzati necessariamente dalla totale assenza di pressioni, ma può essere tollerata una pressione che non provochi un'alterazione significativa delle condizioni ecologiche.

Il valore di  $R_p$  deve essere comunque stabilito in un ambito di variazione relativamente ristretto. Nelle condizioni attuali  $R_p$  è ovviamente maggiore o uguale a 1, in quanto valori di  $R_p$  minori di 1 indicano che il sito riceve un carico di nutrienti inferiore a quello naturale. In effetti valori di  $R_p$  inferiori a 1 sono stati riscontrati in alcuni laghi di montagna, in quanto l'abbandono del pascolo e il ritorno della foresta porta ad un forte immobilizzazione dei nutrienti nei suoli del bacino imbrifero.

Più complesso e delicato è stabilire un limite superiore al valore di  $R_p$ . In queste linee guida si è tenuto conto della distribuzione empirica dei valori di  $R_p$ : per i laghi censiti del DataBase LIMNO essa è approssimativamente trimodale (Fig. 1), con una prima popolazione di siti soggetti a limitata pressione antropica centrata intorno ad un valore di  $R_p$  di 1,1 ed una seconda di siti più o meno soggetti a tale pressione centrata intorno ad un valore di 1,75, che può essere interpretata come una popolazione di siti in classe di qualità "buona". Infine i siti chiaramente sottoposti ad un'elevata pressione antropica che presentano valori di  $R_p$  molto elevati, tipicamente tra 2,3 e 4, ma che possono raggiungere 50.

Le distribuzioni delle prime due popolazioni si intersecano al valore di 1,5, portando a definire questo valore come soglia al di sotto della quale possono essere individuati i siti di riferimento.

Il rapporto  $R_p$  ottenuto permette quindi di individuare un primo gruppo di ambienti che potrebbero divenire siti di riferimento. La scelta va poi confermata in base ai criteri ecologici e al giudizio dell'esperto, descritti nel seguito.

#### 4.5 - Verifica della stima del carico attuale di fosforo

La stima del carico attuale di fosforo si basa sull'assunzione che i dati utilizzati per la descrizione del territorio rappresentino in modo quantitativo tutte le possibili sorgenti di fosforo. Esiste tuttavia la possibilità che alcune di esse sfuggano al censimento e che quindi il carico di fosforo sia più elevato di quanto ipotizzato.

Numerose fonti di fosforo sono difficilmente quantificabili, come esempi si possono ricordare:

- gli afflussi di acque sotterranee dilavanti suoli agricoli;
- la presenza di fosse perdenti;
- il carico interno di fosforo nei laghi dovuto all'accumulo di fosforo nei sedimenti, tipicamente nel caso di laghi soggetti nel passato a carichi notevoli e ora risanati;
- le perdite e malfunzionamenti degli impianti di collettamento e depurazione;
- le attività economiche non censite;
- la presenza di significative attività di piscicoltura in gabbia;
- ecc.

La stima del carico attuale può essere verificato indirettamente attraverso la concentrazione misurata di fosforo totale nel lago. Ciò è effettuabile utilizzando il modello stocastico di Vollenweider che permette di calcolare il carico a partire dalla concentrazione di fosforo presente nel lago (Vollenweider, 1976):

$$L_p = [P]_\lambda z (1 + \tau_w^{1/2} / \tau_w) \quad (1)$$

dove:

$L_p$  : carico specifico ( $\text{mg m}^{-2} \text{a}^{-1}$ ) ottenuto dal rapporto  $L_p = L/\text{area del lago (m}^2\text{)}$ , tenendo nel debito conto i fattori dimensionali;

$[P]_\lambda$  : concentrazione media attesa di fosforo totale nel lago ( $\text{mg m}^{-3}$ );

$[P]_i$  : concentrazione di fosforo totale negli apporti di acqua al lago ( $\text{mg m}^{-3} \text{a}^{-1}$ ) che, in mancanza di dati sperimentali, può essere calcolata come  $[P]_i = L/\text{portata immissario (m}^3 \text{a}^{-1}\text{)}$ ;

$\tau_w$  : tempo teorico di ricambio delle acque ( $\text{a}^{-1}$ );

$z$  : profondità media (m) ottenuta dal rapporto  $z = \text{volume del lago (V}_\lambda, \text{m}^3\text{)}/\text{superficie del lago (A}_\lambda, \text{m}^2\text{)}$ , tenendo nel debito conto i fattori dimensionali.

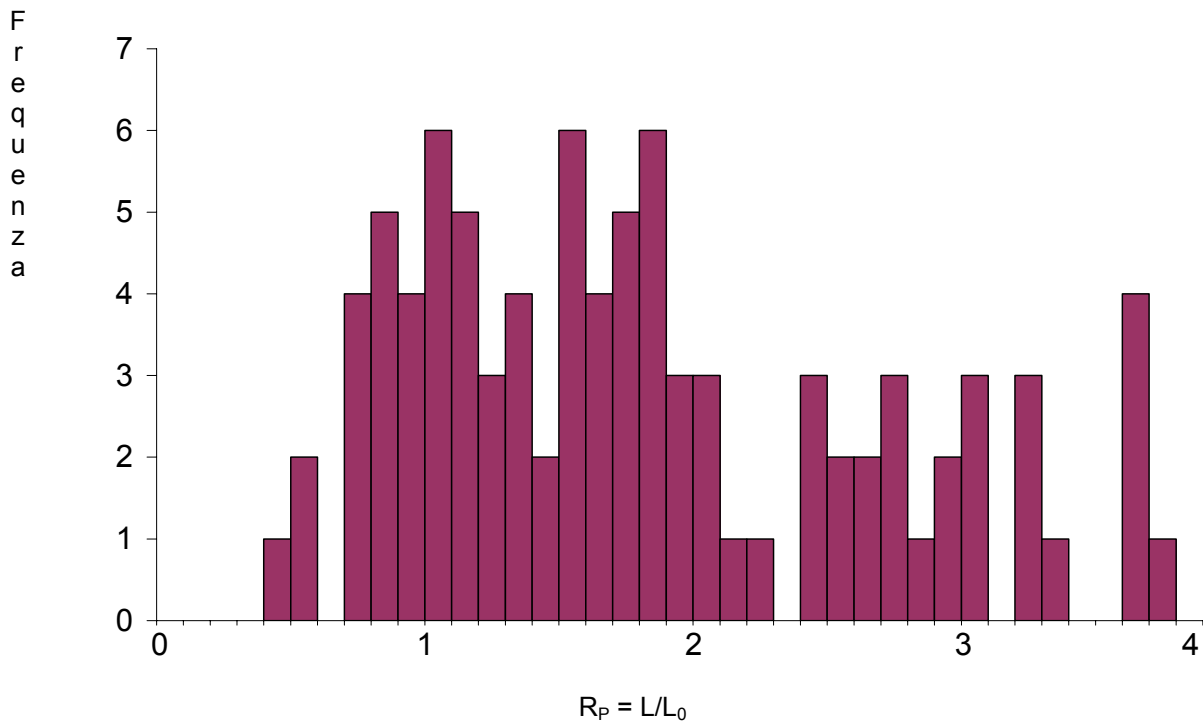


Fig. 1 - Distribuzione di frequenza dei valori di  $R_p$  in 110 laghi naturali  $\geq 0,2 \text{ km}^2$  del Progetto LIMNO.

Analogamente la concentrazione attesa di fosforo nel lago calcolata a partire dal carico attuale può essere ottenuta applicando in modo inverso l'equazione (1).

In questo caso, però, invece che la relazione teorica si preferisce utilizzare la regressione classica ricavata da dati sperimentali appartenenti ad una vasta popolazione di laghi europei e nordamericani, pubblicata dall'OECD nel 1982, che identifica due equazioni specifiche, rispettivamente per laghi profondi (profondità media > 15 m) e per laghi poco profondi (profondità media < 15 m):

Laghi profondi:  $[P]_{\lambda} = 1,58 ([P]_i / 1 + \tau_w^{1/2})^{0,83}$

Laghi poco profondi:  $[P]_{\lambda} = 1,02 ([P]_i / 1 + \tau_w^{1/2})^{0,88}$

Qualora la concentrazione misurata di fosforo si discosti significativamente (ad esempio per più del 20%) dai valori stimati a partire dal modello, si deve assumere che la stima del carico attuale potrebbe essere errata. Naturalmente, qualora si disponga di modelli più sofisticati della relazione tra il carico e la concentrazione di fosforo, questi potranno essere utilizzati in alternativa al modello OECD.

E' ovviamente anche possibile stimare attraverso questi modelli la concentrazione "naturale" di fosforo nel lago a partire dal carico "naturale" definito al punto precedente.

## 5 - PRESSIONI BIOLOGICHE

Il metodo qui presentato riguarda soltanto la pressione antropica rappresentata dal carico di nutrienti e che ha come impatto l'eutrofizzazione dei corpi idrici. Essa è la pressione più importante in Italia in riferimento all'elemento di qualità "fitoplancton".

Per gli altri elementi biologici di qualità, le ulteriori condizioni da rispettare perché un sito o un ambiente sia considerato di riferimento verranno definite in seguito, in sintonia con le procedure in corso di armonizzazione nell'attività europea ECOSTAT.

Un lago può presentare condizioni biotiche particolari che impediscono di considerarlo, in tutto o in parte, come un sito/ambiente di riferimento. Tale condizioni variano a seconda dell'indicatore di qualità biologica considerata. Come esempi si possono ricordare alcune situazioni tipiche:

- per il fitoplancton: frequenti fioriture di cianobatteri, aumentata turbolenza o torbidità dell'acqua;
- per il macrobentos e le macrofite: alterazioni fisiche del settore di lago considerato, presenza di predatori o erbivori alloctoni, presenza di specie invasive;
- per i pesci: presenza di specie alloctone introdotte nel corso del XX nel secolo.

La presenza di queste condizioni di disturbo, o di altre che possono avere evidenti effetti sulle comunità biologiche, impedirà di considerare l'intero lago, o una parte di esso, come sito di riferimento per uno o più parametri biologici.

## 6 - GIUDIZIO DELL'ESPERTO

Il giudizio degli esperti è infine necessario, una volta che tutte le condizioni precedenti sono state verificate e valutate nel loro insieme, per evitare delle classificazioni errate: l'esperto, in base alle informazioni complementari disponibili e ad un eventuale sopralluogo, dovrà infatti verificare l'assenza di elementi di disturbo rilevanti non cartografati e non individuati in precedenza.

Trattandosi di un processo modulare, perché un lago sia considerato un sito di riferimento deve soddisfare contemporaneamente tutti i criteri individuati. Il giudizio dell'esperto potrà eventualmente indicare l'opportunità di trascurare o meno un lieve scostamento dai valori soglia indicati per un solo parametro, qualora gli altri criteri siano soddisfatti.

## 7 - COMPILAZIONE DELL'ELENCO DEI POTENZIALI AMBIENTI DI RIFERIMENTO

L'applicazione dei criteri descritti deve essere effettuata tramite la raccolta, per ogni ambiente tipizzato, dell'informazione necessaria alla individuazione degli ambienti di riferimento applicando singolarmente tutti i criteri.

Di seguito sono elencate le informazioni che dovranno essere contenute in ogni raccolta (specifica per ogni ambiente).

### Informazioni generali:

- Regione: *regione/i di appartenenza del corpo lacustre;*
- Provincia: *provincia/e di appartenenza del corpo lacustre;*
- Lago: *nome/i del lago indicando solo il/i nome/i proprio/i;*
- Coordinate: *latitudine e longitudine di centro lago specificando il sistema di riferimento.*

### Criterio: carico di inquinanti specifici

- Indicare se il requisito è soddisfatto (sì/no);
- Inquinante/i presente/i: *indicare quali inquinanti specifici sono presenti;*
- Concentrazione dell'inquinante: *valore e unità di misura;*
- Presenza di scarichi: *indicare se e quanti scarichi rilevanti diretti nel lago o nei suoi affluenti (fognature, scarichi industriali, ecc.) sono presenti.*

### Criterio: prelievo o rilascio di acqua

- Indicare se il requisito è soddisfatto (sì/no);
- Quota media del lago (m s.l.m.);
- Variazioni di livello: *indicare se ci sono rilevanti variazioni di livello del lago (in m);*
- Entità del prelievo (%): *indicare le singole percentuali di prelievo di acque per usi domestici, industriali o irrigui nel lago o negli affluenti;*
- Entità del rilascio (%): *indicare se vi sono apporti artificiali di acque nel lago o negli affluenti in grado di modificare significativamente i livelli medi del lago.*

### Criterio: carico di fosforo

- Carico di fosforo attuale ( $t P a^{-1}$ ): *indicare il carico e il metodo utilizzato per la stima, indicare inoltre se la stima comprende o meno il collettamento;*
- Superficie del bacino idrografico ( $km^2$ );

- Carico di fosforo naturale ( $t P a^{-1}$ );
- Valore di  $R_p$ : rapporto tra carico attuale  $L$  e carico naturale  $L_0$ ;
- Concentrazione di fosforo misurata: indicare unità di misura, data di campionamento e profondità/strato a cui si riferisce il valore. Se è una media di più valori indicare a quanti dati si riferisce e come è stata calcolata la media sulla colonna (ponderata lineare o volumica o altro);
- Concentrazione di fosforo attuale ( $mg P m^{-3}$ ): stima mediante il modello di Vollenweider;
- Concentrazione di fosforo naturale ( $mg P m^{-3}$ ): stima mediante il modello di Vollenweider;
- Scostamento % tra concentrazione di fosforo attuale misurata e calcolata;
- Rapporto tra concentrazione di fosforo misurata e concentrazione di fosforo naturale stimata.

#### Criterio: pressioni biologiche

Indicare, se presenti, quali sono i tipi di pressione biologica, ad esempio:

- presenza di specie aliene
- pesca sportiva o professionale, quantificandone l'impatto
- alterazioni idromorfologiche che possono nuocere alle comunità biologiche
- alterazioni del fondale, della zona litorale e/o della linea di costa
- squilibri nell'ecosistema, come eccessiva o insufficiente abbondanza di specie chiave che possono creare condizioni di disequilibrio

#### Criterio: giudizio dell'esperto

Indicare se secondo il giudizio dell'esperto il lago può essere considerato un ambiente di riferimento e motivare il giudizio.

### **8 - CONFERMA DEGLI AMBIENTI DI RIFERIMENTO E PROSPETTIVE PER LA DEFINIZIONE DELLE CONDIZIONI DI RIFERIMENTO**

Sulla base delle informazioni raccolte, le Regioni forniranno l'elenco di potenziali siti/ambienti di riferimento per ciascun tipo di lago presente nel proprio territorio che, una volta approvato dal Ministero, saranno soggetti a monitoraggio per l'acquisizione dei dati per la valutazione di tipo ecologico necessaria alla loro conferma ed alla individuazione di condizioni di riferimento tipiche specifiche.

Nel caso che per alcuni tipi di laghi con  $A_{\lambda} \geq 0,2 km^2$  non sia possibile individuare siti/ambienti di riferimento, le Regioni dovranno verificare la possibilità di estendere la ricerca agli ambienti con  $A_{\lambda} \geq 0,01 km^2$ .

A scala regionale, per alcuni tipi di laghi, è possibile che non siano individuati siti/ambienti di riferimento. L'elenco degli ambienti di riferimento sarà comunque predisposto a scala nazionale a cura del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare basandosi sui risultati ottenuti per ciascun tipo. Il Ministero inoltre provvederà, se necessario, alla individuazione extranazionale degli ambienti di riferimento mancanti, in base alle appropriate ecoregioni.

Le condizioni di riferimento tipiche specifiche saranno infine definite a scala nazionale raggruppando le informazioni di tutti gli ambienti e procedendo secondo quanto indicato rispettivamente nel GIG Alpino e Mediterraneo, estendendo possibilmente la stessa procedura anche agli altri tipi non considerati nei GIGs.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Anonimo. 2006. Alpine GIG. Milestone 6 Report – Lake GIGs, 59 pp.
- Anonimo. 2006b. Mediterranean GIG. Milestone 6 Report – Lake GIGs, 24 pp.
- Anonimo. 2006c. WFD intercalibration technical report. Part 2 lakes. Version: draft 1.0 - 25 October 2006, presented to ECOSTAT and discussed at the meeting of 12-13 October 2006.
- Barbiero G., Carone G., Cicioni G., Puddu A., Spaziani F.M. 1991. Valutazione dei carichi inquinanti potenziali per i principali bacini idrografici italiani: Adige, Arno, Po e Tevere. Quaderni Istituto Ricerca Sulle Acque, 90, 233 pp.
- Battarbee R.W., Grytnes J.A., Thompson R., Appleby P.G., Catalan J., Korhola A., Birks H.J.B., Heegaard E., Lami A. 2002. Comparing paleolimnological and instrumental evidence of climate change for remote mountain lakes over the last 200 years. *Journal of Paleolimnology* 28: 161-179.
- Camusso M., Tartari G. 1988. An evaluation of point and non point source loads of nutrients to a highly eutrophic lake. In: Marani A. (Ed.). *Advances in environmental modelling*. Elsevier, Amsterdam. 105-120.
- Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). 2003. Guidance Document N° 10: Rivers and Lakes – Typology, Reference Conditions and Classification Systems. Produced by Working Group 2.3 – REFCOND. 87 pp.
- <http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/wfd/library?l=&vm=detailed&sb=Title>



- Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). 2005. Towards a Guidance on Establishment of the Intercalibration Network and the Process on the Intercalibration Exercise. Produced by Working Group 2.5 – *Intercalibration. Guidance Document No 6*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, ISBN 92-894-5126-2. 54 pp.
- Directive of the European Parliament and of the Council 23 October 2000 n. 60. Framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal European Communities n. 327, 22/12/2000*. 72 pp.
- Guilizzoni P., Lami A. 1992. Historical records of changes in the chemistry and biology of Italian lakes. In: Guilizzoni P., Tartari G. e Giussani G. (Eds.) "Limnology in Italy", *Mem. Ist. ital. Idrobiol.*, 50: 61-77.
- Guilizzoni P., Marchetto A., Lami A. (2009) 3. Use of sedimentary pigments to infer past phosphorus concentration in (temperate) lakes. *J. Paleolimnol.*: in stampa.
- Organization for Economic Cooperation and Development. 1982. Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. O.E.C.D., Parigi. 164 pp.
- Pagnotta R., Barbiero G. (2003). Stima dei carichi inquinanti nell'ambiente marino-costiero. *Ann. Ist. Sup. Sanità*, 39: 3-10.
- Passino R., Benedini M., Di Pinto A. C., Pagnotta R., Massarutto A. 1999. Un futuro per l'acqua in Italia. *Quaderni Istituto Ricerca sulle Acque*, 109, 235 pp.
- Regione Lombardia, 2004. Programma di Tutela e Uso delle Acque. Allegato 16 alla Relazione generale: Stato di qualità ed evoluzione trofica dei laghi. Regione Lombardia - Direzione Generale Servizi di Pubblica Utilità, IRER – Istituto Regionale di Ricerca della Lombardia. 236 pp.
- Tartari G., Monguzzi C., Buraschi E., Di Pasquale D., Cattaneo O., Luchelli M., Rossi S., Bartesaghi G., Paleari M., Bolis B., Magni D. 2005. *Qualità delle acque lacustri in Lombardia*. Rapporto OLL, 160 pp.
- Tartari G., Buraschi E., Monguzzi C., Marchetto A., Copetti D., Salerno F., Previtali L., Tatti S., Barbiero G., Pagnotta R. 2004. Progetto LIMNO: qualità delle acque lacustri italiane. Vol. 1: sintesi dei risultati. *Quaderni Istituto Ricerca sulle Acque*, 120: 334 pp.
- Tartari G., Buraschi E., Legnani E., Previtali L., Pagnotta R., Marchetto A. 2006. Tipizzazione dei laghi italiani secondo il Sistema B della Direttiva 200/60/CE. Documento presentato al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. 30 pp.

- Vollenweider R.A. 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 33: 53-83.
- Wunsam S., Schmidt R. 1995. A diatom-phosphorus transfer function for Alpine and pre-alpine lakes. *Mem. Ist. ital. idrobiol.*, 53: 85-100.

### **Ringraziamenti**

Si ringraziano Elisa Buraschi e Elena Legnani per il prezioso contributo dato alla raccolta dei dati ed alla verifica della presente metodologia.

## **ALLEGATI**

### **ALLEGATO 1**

#### **DEFINIZIONE DEI SITI/AMBIENTI E DELLE CONDIZIONI DI RIFERIMENTO NELLA PROCEDURA DI INTERCALIBRAZIONE**

Nel seguito viene presentata una descrizione dettagliata dei risultati dell'esercizio di intercalibrazione a scala europea, previsto dalla Direttiva 2000/60/CE e realizzato nel periodo 2004-2006, allo scopo di fornire indicazioni di indirizzo sulle procedure di identificazione dei siti di riferimento, nonché delle procedure per l'identificazione delle condizioni di riferimento e della classe di elevata qualità.

La procedura di intercalibrazione ha lo scopo di verificare l'omogeneità della definizione delle classi di qualità nei diversi Paesi membri dell'Unione Europea.

L'intercalibrazione è un passaggio chiave nell'applicazione della Direttiva. Infatti, l'allegato 5, punto 1.4.1., recita: "Per ciascuna categoria di acque superficiali, ogni Stato membro suddivide la gamma dei rapporti di qualità ecologica nel sistema di monitoraggio in cinque classi, che spaziano dallo stato ecologico elevato a quello cattivo, come definito al punto 1.2, assegnando un valore numerico a ciascuna delimitazione tra le classi. Il valore corrispondente alla delimitazione tra stato "elevato" e "buono" e quello tra stato "buono" e "sufficiente" sono fissati mediante l'operazione di intercalibrazione descritta in appresso".

Nello svolgimento dell'esercizio, anziché basarsi sul concetto di "ecoregione" definito nell'Allegato XI, troppo limitato per permettere il confronto tra Paesi diversi, l'intercalibrazione si è svolta a livello di Gruppo Geografico di Intercalibrazione (GIG, Geographical Intercalibration Group).

Per i laghi sono stati concordati cinque GIG, Atlantico, Centrale/Baltico, Nordico, Mediterraneo e Alpino. Solo gli ultimi due riguardano l'Italia.

Tab. 2 - Suddivisione dei Gruppi di Intercalibrazione

GIG	Paesi interessati (in grassetto il coordinatore)	Paesi non inclusi per assenza di ambienti appropriati
<b>Alpino</b>	Austria, Francia, Germania, Italia, Slovenia	
<b>Atlantico</b>	<b>Irlanda</b> , Regno Unito	Portogallo, Spagna
<b>Centrale/Baltico</b>	Belgio, <b>Danimarca</b> , Lituania, <b>Paesi Bassi</b> , <b>Polonia</b> , <b>Regno Unito</b> , Estonia, Francia, Lettonia, Germania, Ungheria	Repubbliche Ceca e Slovacca
<b>Mediterraneo</b>	Cipro, Francia, Grecia, Italia, Portogallo, Romania, <b>Spagna</b>	Malta
<b>Nordico</b>	<b>Finlandia</b> , Irlanda, Norvegia, Svezia, Regno Unito	

In seguito ogni GIG ha rivisto la tipologia, eliminando i tipi per cui non si trovavano laghi in due o più Paesi, o modificando le definizioni dei tipi in base alle differenze trovate all'interno di un tipo o alle somiglianze tra tipi diversi. Alla fine di tale processo, per i GIG che interessano l'Italia, sono state definite le seguenti tipologie.

Nel **GIG Alpino** sono stati definiti inizialmente 13 tipi, ma solo tre sono giunti alla fine del processo, in quanto almeno due Paesi possedevano un numero sufficiente di ambienti per compiere l'esercizio di intercalibrazione:

- **L-AL3:** Bassa o media quota (50-800 m s.l.m.), profondità media superiore a 15 m, area maggiore di 0,5 km<sup>2</sup>, alcalinità maggiore di 1 meq l<sup>-1</sup>,
- **L-AL4:** Media quota (200-800 m s.l.m.), profondità media inferiore a 15 m, area maggiore di 0,5 km<sup>2</sup>, alcalinità maggiore di 1 meq l<sup>-1</sup>.

Nel caso del tipo L-AL3, il limite altitudinale è stato portato da 200 a 50 m su richiesta dell'Italia, per poter includere tutti i grandi laghi subalpini, che si trovano in parte a quota superiore a 200 m (Como, Iseo, Idro, Orta), e parte a quota inferiore (Maggiore, Garda). I limiti di superficie e alcalinità sono indicativi. Nel tipo sono stati inclusi anche il Lago Maggiore (alcalinità = 0,7 meq l<sup>-1</sup>) e quello di Segrino (superficie = 0,4 km<sup>2</sup>).

Per quanto riguarda le macrofite è stata indicata una differenza sostanziale nella composizione specifica tra ambienti collocati a quota superiore o inferiore a 600 m e questo aspetto verrà considerato nella intercalibrazione in corso tra il 2006 e il 2009.

Infine, durante l'intercalibrazione è emerso che nei laghi grandi e profondi (Costanza, Ginevra, Garda, Maggiore, Como, Iseo, Idro e Orta) la relazione tra la qualità delle acque e la composizione fitoplanctonica risulta differente rispetto agli altri siti L-AL3.

Tuttavia non è stato possibile costruire una classe apposita, perché gli altri paesi alpini non hanno sufficienti siti a disposizione per l'intercalibrazione.

Anche nel caso del **GIG Mediterraneo**, sono stati definiti numerosi siti, che però erano disponibili in numero sufficiente (almeno 3) in un solo Paese: grandi doline in Spagna, laghi vulcanici in Italia, sistemi retrodunali non a contatto con il mare in Francia.

Durante il processo di intercalibrazione è infatti emerso che, a causa del clima arido che caratterizza l'area, i soli ambienti comuni a tutti i Paesi del GIG erano i bacini artificiali.

Alla fine del processo di intercalibrazione, sono rimaste solo due tipologie:

- **L-M5/7:** Laghi artificiali di bassa o media quota (0-800 m s.l.m.), profondità media maggiore di 15 m, superficie maggiore di 0,5 km<sup>2</sup>, alcalinità minore di 1 meq l<sup>-1</sup>,
- **L-M8:** Laghi artificiali di bassa o media quota (0-800 m s.l.m.), profondità media maggiore di 15 m, superficie maggiore di 0,5 km<sup>2</sup>, alcalinità maggiore di 1 meq l<sup>-1</sup>.

Durante l'analisi dei dati è anche emerso che in alcuni Paesi, soprattutto in Spagna e Portogallo, si trovano bacini artificiali di bassa quota, adibiti ad uso idroelettrico, collocati in aree particolarmente piovose. Probabilmente questi ambienti avrebbero dovuto essere inclusi nel GIG Atlantico anziché nel GIG Mediterraneo. Tuttavia, visto il numero rilevante di questi siti, e la loro sporadica presenza nelle aree montane mediterranee di altri Paesi, si è previsto di suddividere almeno il tipo L-M5/7 in una tipologia "arida" (precipitazioni inferiori a 800 mm e temperatura superiore a 15°C) e in una "umida".

La stessa suddivisione sembrerebbe opportuna anche per i laghi collocati in aree carbonatiche, ma i dati a disposizione non erano sufficienti per l'esercizio di intercalibrazione.

## DEFINIZIONE DELLE CONDIZIONI DI RIFERIMENTO

La Direttiva prevede che le condizioni di riferimento possano essere valutate attraverso metodi modellistici, paleolimnologici o per raffronto con siti di riferimento appartenenti alla stessa tipologia. Nel caso dell'esercizio di intercalibrazione, per permettere un confronto diretto tra i Paesi interessati dai GIG, è stato usato l'approccio spaziale, cioè il confronto con siti definiti di riferimento.

Per la scelta dei siti di riferimento è stata preparata una linea guida, denominata "RefCond Guidance" (CIS, 2003) che è stata seguita, con opportuni adattamenti, da tutti i GIG.

Secondo la linea guida, le condizioni di riferimento non implicano l'assoluta mancanza di disturbo antropico, ma ammettono un disturbo limitato, con effetti ecologici insignificanti.

A partire da questa linea guida, i due GIG che interessano l'Italia hanno optato per un approccio differente, in funzione dei dati disponibili.

Per il **GIG Alpino**, sono stati considerati siti di riferimento i laghi che sottostavano ai seguenti criteri:

- almeno l'80% del bacino imbrifero classificabile come foresta naturale, incolto, pascolo o area umida;
- superficie del bacino imbrifero adibita a coltura intensiva o vigneto trascurabile;
- nessuna area urbana costiera, o aree urbane trascurabili rispetto alle dimensioni del bacino, aree umide litorali intatte;
- nessuno scarico puntuale o diffuso, oppure scarichi trascurabili rispetto alle dimensioni del lago;
- regolazione idraulica assente o molto limitata,
- nessuna attività di piscicoltura in gabbie attiva all'interno del lago o introduzione di specie alloctone animali o vegetali;
- conferma delle condizioni di riferimento a giudizio degli esperti.

Questi criteri si riferiscono a tutti i parametri biologici (fitoplancton, macrobenthos, pesci e macrofite). Inoltre, grazie alla grande quantità di informazioni disponibili sono stati inseriti dei criteri specifici per il fitoplancton soggetto alla pressione antropica di eutrofizzazione:

- disponibilità di dati storici o paleolimnologici risalenti a periodi precedenti all'industrializzazione o urbanizzazione dei bacini, mostranti che l'apporto di nutrienti non ha modificato in modo sostanziale la composizione del fitoplancton;
- stato trofico oligotrofo (per L-AL3) o oligomesotrofo (per L-AL4) e concentrazioni di fosforo totale rispettivamente non superiori a 8 e 12  $\mu\text{g l}^{-1}$ .

In base a questi dati sono stati individuati complessivamente 46 siti di riferimento, dei quali due in Italia: i laghi di Mergozzo (Piemonte) e Monate (Lombardia), facenti parte del tipo L-AL4. Per ulteriori dettagli si rimanda all'allegato B del rapporto finale dell'esercizio di intercalibrazione (Anonimo, 2006c).

Come si è detto, nel **GIG Mediterraneo** sono stati considerati dei siti artificiali, non essendo stato possibile trovare nei Paesi Mediterranei una tipologia comune per i pochi laghi naturali. Non si sono quindi individuate delle vere e proprie condizioni di riferimento ma delle condizioni di "Massimo Potenziale Ecologico" (MEP), il più possibile vicine alle condizioni di riferimento di eventuali laghi naturali della stessa tipologia. Secondo la Direttiva, le condizioni di Massimo Potenziale Ecologico possono essere individuate in modo analogo alle condizioni di riferimento.

Anche il GIG Mediterraneo ha utilizzato l'approccio spaziale, anche se è stato difficoltoso individuare siti di riferimento che soddisfacessero tutti i requisiti indicati. Anziché proporre un unico criterio a livello di GIG, sono stati accettati quelli in uso nei paesi partecipanti che avevano, alla data della definizione dei criteri, già recepito la Direttiva. L'unico criterio comune concordato è stato quello di escludere i laghi se nel loro bacino imbrifero fosse presente un altro bacino artificiale, o se ricevessero apporti d'acqua da altri bacini artificiali.

I criteri indicati sono stati i seguenti:

- **Cipro:** sulla base della cartografia CORINE, 90% del bacino coperto da foresta seminaturale, nessun insediamento abitativo o industriale.
- **Francia:** per ogni sito è stato calcolato un indice composto sulla base dell'uso del suolo desunto dalla cartografia CORINE. I siti con i valori più bassi sono stati assunti come siti di riferimento.
- **Grecia:** sulla base della cartografia CORINE, 90% del bacino coperto da foresta seminaturale, nessun insediamento abitativo o industriale. Carico di nutrienti minimo, stato trofico oligotrofo, desunto dai valori di clorofilla e di biovolume totale.
- **Portogallo:** sulla base della cartografia CORINE, 80% del bacino coperto da vegetazione naturale o seminaturale, nessun insediamento abitativo o industriale. Fluttuazioni di livello modeste, nessuna registrazione storica di fioriture di cianobatteri. Ridotte pressioni di pesca e navigazione, valutate soggettivamente dagli esperti.
- **Romania:** sulla base della cartografia CORINE, 70% del bacino coperto da foresta seminaturale, fioriture di cianobatteri rare,

ridotte pressioni di pesca e navigazione, valutate soggettivamente dagli esperti. Inoltre sono stati considerati i valori storici delle concentrazioni di fosforo ed azoto totale.

- **Spagna:** sulla base della cartografia CORINE, 70% del bacino coperto da foresta seminaturale. Inoltre, in questo paese si è data importanza all'uso dell'acqua a monte del lago artificiale. Sono stati esclusi dai siti di riferimento quei laghi per i quali il prelievo di acqua a monte del bacino lacustre superava il 10% per l'irrigazione, l'1,5% per usi industriali e il 3% per usi domestici.

Alla fine dell'esercizio, sono stati individuati 10 siti di riferimento, nessuno dei quali in Italia. Per ulteriori dettagli si rimanda all'allegato D del rapporto finale dell'esercizio di intercalibrazione (Anonimo, 2006c).

### CONDIZIONI DI RIFERIMENTO INDIVIDUATE PER I DIVERSI TIPI LACUSTRI

Nel corso dell'esercizio di intercalibrazione tra i diversi Paesi sono state confrontate anche le condizioni di riferimento relative ad alcune delle tipologie lacustri esaminate. A causa del grave ritardo con cui la Direttiva 2000/60/CE è stata recepita dall'Italia, non è stato possibile fornire una definizione ufficiale delle condizioni di riferimento, anche se gli esperti designati dal Ministero dell'Ambiente hanno provveduto a verificare che le condizioni di riferimento adottate dai GIG fossero compatibili con le condizioni ambientali italiane.

In queste condizioni, al momento della definizione delle modalità di applicazione della Direttiva, il nostro Paese è tenuto a seguire le indicazioni dei GIG per i tipi soggetti all'intercalibrazione:

- **L-AL3**, corrispondente rispettivamente ai tipi 3 e 6 secondo la tipizzazione operativa contenuta nel documento "Tipizzazione dei laghi italiani secondo il sistema B della Direttiva 2000/60/CE" (Tartari *et al.*, 2006);
- **L-AL4**, corrispondente al tipo 5;
- **L-M8**, corrispondente al tipo 14.

Nel **GIG Alpino**, a partire dai dati disponibili per i siti di riferimento, per ciascun lago è stata calcolata la media aritmetica di tutti i valori di biovolume e di concentrazione di clorofilla disponibili. In seguito, la mediana dei valori di biovolume così calcolati è stata utilizzata come "condizione di riferimento", mentre il 95° percentile è stato utilizzato per definire il limite tra le classi di qualità "ottima" e "buona".

Per calcolare invece i valori di riferimento e i limiti di classe per la concentrazione di clorofilla, è stata usata una regressione tra tale concentrazione e i

valori di biovolume, perché solo per questi ultimi erano disponibili le serie storiche risalenti agli anni 1930 utilizzate per definire le condizioni di riferimento.

I valori di riferimento per i biovolumi sono quindi risultati:

- per il tipo L-AL3:  $0,3 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ ,
- per il tipo L-AL4:  $0,7 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ .

I limiti di classe tra la classe "ottima" e "buona", sono risultati:

- per il tipo L-AL3:  $0,5 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ ,
- per il tipo L-AL4:  $1,1 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ .

Per quanto riguarda invece la concentrazione di clorofilla, i valori di riferimento sono risultati:

- per il tipo L-AL3:  $1,9 \mu\text{g l}^{-1}$ ,
- per il tipo L-AL4:  $3,3 \mu\text{g l}^{-1}$ .

I limiti di classe tra la classe "ottima" e "buona", sono risultati:

- per il tipo L-AL3:  $2,7 \mu\text{g l}^{-1}$ ,
- per il tipo L-AL4:  $4,4 \mu\text{g l}^{-1}$ .

Nel caso del **GIG Mediterraneo**, non è stato possibile definire le condizioni di riferimento per tutti i tipi considerati, a causa del basso numero di siti di riferimento individuato. Per questo motivo, sono disponibili i valori di riferimento solo per il tipo L-M8, cioè per i laghi artificiali profondi in bacino calcareo, oltre che per il tipo "siliceo in area piovosa", non rappresentato in Italia. Per quest'ultimo, però, i valori di riferimento sono stati calcolati sulla base di un numero ridotto di ambienti e indicati come "provvisori", anche se poi sono stati ritenuti validi dalla Commissione alla scadenza dei termini previsti per l'esercizio di intercalibrazione (Anonimo, 2006c).

I valori di riferimento calcolati per il tipo L-M8 sono:

- $1,8 \mu\text{g l}^{-1}$  per la clorofilla,
- $0,76 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$  per il biovolume.

Per questi ambienti, non è prevista la definizione di un limite tra le classi "ottima" e "buona", in quanto la classe "ottima" non è applicabile ai laghi artificiali.

**VALUTAZIONE COMPLESSIVA DELLE CONDIZIONI DI RIFERIMENTO SU SCALA EUROPEA**

Per quanto riguarda i valori di riferimento della concentrazione di clorofilla ( $\mu\text{g l}^{-1}$  di clorofilla *a*), calcolati in modo simile in tutti i GIG, è possibile esaminare nel loro insieme i risultati ottenuti (Tab. 3) ed avere in tal modo delle linee guida utili per la

verifica dei valori che saranno successivamente calcolati per le tipologie non coperte dall'esercizio di intercalibrazione e per le metriche che dovranno essere adottate agli ambienti di riferimento dei tipi di laghi italiani.

Se si escludono i laghi con acque colorate, collocati in bacini imbriferi di natura umica, che sono tipici dei paesi Nordici, è possibile notare che i valori di riferimento sono relativamente omogenei su scala

Tipo	Profondità media (m)	Alcalinità (meq l <sup>-1</sup> )	Altitudine (m s.l.m.)	Valore di riferimento ( $\mu\text{g l}^{-1}$ di clorofilla <i>a</i> )
CB2	<3	>1	<200	6,8
A1/2	3-15	>1	<200	3,2
CB1	3-15	>1	<200	3,2
AL4	3-15	>1	200-800	3,3
N1	3-15	0,2-1	<200	3,0
CB3	3-15	0-1	<200	3,1
M8	>15	>1	<800	1,8
AL3	>15	>1	50-800	1,9
N2	>3	0-0,2	<200	2
M7 Wet	>15	0-1	<800	(1,4)
N5	3-15	0-0,2	200-800 (in Scandinavia)	1,5
A3	3-15	*	<200	3,2
N3	3-15	*	<200	3
N8	3-15	*	<200	4
N6	3-15	*	200-800 (in Scandinavia)	2,5

\* Acque umiche

europea, secondo i seguenti ambiti di variazione:

- tra 1,8 e 2,0  $\mu\text{g l}^{-1}$  per i laghi con profondità media maggiore di 15 m. Il valore di 1,4  $\mu\text{g l}^{-1}$  calcolato per il tipo M7 "wet", riferito alle aree molto piovose della penisola iberica, è stato ottenuto sulla base di pochi ambienti e valutato come "provvisorio" dal GIG Mediterraneo;
- tra 3,0 e 3,3  $\mu\text{g l}^{-1}$  per i laghi con profondità media compresa tra 3 e 15 metri, ad esclusione di quelli collocati al di sopra del limite della vegetazione arborea;
- un valore decisamente più alto (6,8  $\mu\text{g l}^{-1}$ ) è stato indicato per i laghi con profondità media minore di 3 metri nel solo GIG che li ha considerati (Centrale/Baltico);
- valori più bassi (1,5  $\mu\text{g l}^{-1}$ ) sono stati indicati per i laghi collocati oltre 200 m di altitudine in

Scandinavia, che possono essere assimilati ai nostri laghi di montagna (800-2000 m). Infatti i limiti di 200 m e 800 m, riportati dal Sistema A della Direttiva, sono stati determinati in base ai limiti della "lowlands" e delle "highlands" scandinave, dove il valore di 800 m si riferisce al limite altitudinale tipico della vegetazione arborea, che nel nostro Paese si situa intorno ai 2000 m.

Questi valori dovranno essere opportunamente considerati nel momento della determinazione dei valori di riferimento nazionali.



**ALLEGATO 2****L'APPROCCIO PALEOLIMNOLOGICO NELLA  
DEFINIZIONE DELLE CONDIZIONI DI  
RIFERIMENTO**

Il metodo paleolimnologico proposto di seguito può essere utilizzato, come prevede la Direttiva 2000/60/CE per individuare condizioni di riferimento per quelle tipologie di laghi naturali in cui non sono individuabili siti che siano attualmente in condizioni di riferimento. Inoltre potrà essere utilizzato per quei laghi naturali che si discostano notevolmente dall'insieme dei laghi presenti nel loro tipo lacustre, come nel caso dei laghi meromittici, o per tipi di difficile modellizzazione.

Questo metodo può essere utilizzato sia per identificare condizioni di riferimento specifiche di un singolo sito, che per individuare condizioni di riferimento di un particolare tipo lacustre. Ad esempio nel caso di diversi laghi vulcanici dell'Italia centrale, esistono già in letteratura alcuni studi paleolimnologici che permettono di ricostruire la loro evoluzione trofica. Queste informazioni potrebbero fornire le indicazioni necessarie alla definizione delle condizioni di riferimento per tale tipo.

Nell'uso dei metodi paleolimnologici è opportuno prestare attenzione alla definizione di "condizioni di riferimento". Se si vuole, infatti, conoscere le condizioni completamente naturali dell'ambiente in oggetto prima dell'intervento umano, occorre risalire molto indietro nel tempo all'Età del Bronzo, circa 7000 anni or sono.

Tuttavia, nella maggior parte dei casi, è più opportuno riferire le condizioni di riferimento al XVIII e XIX secolo, quando l'impatto umano, seppure evidente, era ancora trascurabile. Infatti, la civilizzazione ha talmente trasformato il paesaggio rurale italiano, già a partire dai tempi dell'Impero Romano, che non ha senso immaginare di riportare gli ecosistemi alle condizioni precedenti.

Per alcuni siti prossimi a città importanti, è possibile però che si debba risalire ad un periodo più antico: ad esempio è logico supporre che il Lago di Varese risentisse già nel XIX secolo dell'influenza della città collocata sulla sua sponda.

**DESCRIZIONE DEL METODO**

Per la determinazione paleolimnologica delle condizioni di riferimento è opportuno disporre di più carote, prelevate in punti diversi dello stesso lago e sezionate longitudinalmente in modo da poterne osservare la struttura, al fine di verificare la continuità della sedimentazione, la mancanza di parti di sedimento o la presenza di materiale alloctono. Successivamente una carota verrà scelta per le analisi, sezionata trasversalmente in campioni dello spessore di 0,5 o 1 cm e datata con metodi radiochimici ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ).

Le condizioni di riferimento saranno ottenute mediando i valori calcolati a partire da 5-10 campioni prelevati lungo la carota a profondità corrispondenti al periodo compreso tra il 1750 e il 1850, o anteriori se necessario.

Sebbene sia possibile ricavare diversi indicatori limnologici a partire dai resti fossili conservati nei sedimenti, per i fini della Direttiva 2000/60/CE risulta interessante la possibilità di ricostruire le concentrazioni di fosforo totale presenti nelle acque lacustri. A tale fine gli indicatori più adatti sono le diatomee planctoniche ed i pigmenti sedimentari. La misura della concentrazione di fosforo nel sedimento non può invece essere utilizzata, perché i composti ridotti di questo elemento sono molto solubili in acqua, e quindi in condizioni anossiche, come sono spesso quelle profonde dei laghi produttivi, il contenuto di fosforo del sedimento non ne rispecchia la concentrazione nelle acque.

Per le diatomee planctoniche è possibile utilizzare una regressione non lineare calibrata su laghi centroeuropei, gran parte dei quali collocati in Italia (Wunsam e Schmidt, 1995) mentre per i pigmenti fotosintetici è possibile basarsi su una regressione tra la concentrazioni di carotenoidi nei sedimenti e la concentrazione di fosforo totale nelle acque (Guilizzoni *et al.*, in stampa).

Gli articoli citati riportano le metodiche di preparazione ed analisi dei campioni, e le formule di calcolo.

I valori ottenuti sono anche utilizzati per la validazione dei modelli di esportazione di fosforo utilizzati per la scelta dei siti di riferimento.



*istituto di ricerca sulle acque - cnr*  
**NOTIZIARIO DEI METODI ANALITICI**

Supplemento a *Quaderni*, (Aut Trib. di Roma n. 17228 del 14.4.1978)

Pubblicazione dell'Istituto di Ricerca sulle Acque del Consiglio Nazionale delle Ricerche

Direzione e redazione: Istituto di Ricerca sulle Acque. Via Salaria km 29,300 – 00016 Monterotondo Stazione (RM)  
Tel. 06/90672850 - Fax

Direttore responsabile: Maurizio Pettine

Comitato di redazione: L. Campanella, S. Capri, A. Liberatori e R. Pagnotta

Segreteria di redazione: G. Barbiero

Stampato in proprio e distribuito "on-line": [www.irsacnr.it/Notiziario](http://www.irsacnr.it/Notiziario)

Grafica: P. Fusco

Disegni: M. Ronda

Allestimento e stampa: A. Priori