



**GLI INDICATORI ECOLOGICI NELLA DIRETTIVA QUADRO
2000/60/CE
SULLE ACQUE**

Dr.ssa Manuela Coci

**Tutor: Ing. Martina Bussettini
Co tutor: Ing. Saverio Venturelli**

DataFirma StagistaFirma TutorFirma Responsabile Servizio

Prefazione

Questo lavoro di ricerca è il frutto dell'attività di stage condotta presso il Dipartimento Tutela delle Acque Interne, Servizio di Monitoraggio Acque Interne dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), sede di Via Curtatone, sotto la supervisione di Martina Bussetini e Saverio Venturelli.

Il lavoro corrisponde inoltre all'attività di formazione professionale per il completamento del Master Internazionale in Scienze e Tecnologie per lo Sviluppo Sostenibile di Siti Contaminati, anno 2009-2010, coordinato dall'Università degli Studi di Parma.

Il lavoro qui presentato ha come oggetto di studio la Direttiva Quadro sulle Acque (Dir 2000/60/CE) e l'obiettivo da essa imposto entro il 2015 del raggiungimento di un "buono stato ecologico" nei corpi idrici degli Stati Membri. Al tal fine, sono stati presi in rassegna gli indicatori e indici di qualità delle acque e dello stato ecologico il cui utilizzo è necessario per il raggiungimento del suddetto obiettivo.

È bene precisare che il presente lavoro è incentrato solo sulle acque interne fluviali e lacustri e che raramente in esso si fa riferimento alle acque sotterranee, sebbene anche esse siano obiettivo sensibile della Direttiva Quadro sulle acque 2000/60.

Abstract

La Direttiva Quadro sulle Acque (WFD) 2000/60/CEE, a partire dal 2000, ha vincolato gli Stati Membri ad attuare misure di protezione, sviluppo sostenibile e miglioramento della qualità degli ecosistemi acquatici e degli ecosistemi terrestri e delle zone umide da essi dipendenti sotto il profilo del fabbisogno idrico. Lo stato complessivo dei corpi idrici è espresso come opportuna combinazione di indicatori /indici di stato delle diverse componenti ecosistemiche, rappresentate da elementi di qualità biologica, chimico-fisica, idromorfologica. Lo stato di ciascun elemento di qualità è stimato in relazione allo scostamento rispetto ad uno stato inalterato (o di riferimento), cioè in assenza o irrilevante presenza di pressioni antropiche.

Il presente studio prende in rassegna la più importante normativa Europea e Italiana in materia di acque, gli investimenti della Comunità Europea per lo sviluppo del capitale umano, scientifico e tecnologico e il significato e il ruolo degli indicatori di qualità ecologica a dimostrazione del potere “rivoluzionario” della Direttiva stessa. La sua attuazione tuttavia richiede un radicale cambiamento nella gestione delle risorse dell’ambiente che deve diventare una questione sociale e superare definitivamente le inefficienze di comunicazione tra scienza e politica.

ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1. Cronologia della legislazione Europea in materia di acque dagli anni 70 ad oggi

Tabella 2. Elenco in ordine alfabetico dei progetti di ricerca direttamente collegati all'attuazione della WFD, portati a compimento o in corso nell'ambito dei Programmi Quadro V, VI e VII

Tabella 3. Elenco dei progetti relativi allo sviluppo di indicatori e indici ecologici portati a compimento o in corso nell'ambito dei Programmi Quadro V, VI e VII e dei progetti LIFE+ e INCA (International Collaboration)

Tabella 4. Schema riassuntivo in ordine cronologico delle norme più importanti in materia di acque nella legislazione italiana

Tabella 5. Schema riassuntivo della attuale normativa del Parlamento Europeo e dello Stato Italiano in materia di acque e in stretta relazione alla Direttiva 2000/60/CEE

Tabella 6. Definizioni di interesse per lo stato ecologico riportate nell'articolo 2 del testo in inglese e in lingua italiana della WFD

Tabella 7. Caratteristiche generali degli indicatori ecologici comuni in diversi studi di settore

Tabella 8. Criteri di selezione per gli indicatori ecologici

Tabella 9. Elenco dei parametri di natura chimico-fisica maggiormente utilizzati nell'analisi delle acque, con particolare riferimento ai criteri chimico-fisici da utilizzare per la classificazione di laghi e fiumi in Italia, secondo il DM 8 novembre 2010, n. 260

Tabella 10. Elenco delle categorie di parametri idromorfologici maggiormente utilizzati nell'analisi dei corpi idrici di acqua dolce (rielaborata da Bussetini et al 2010), con particolare riferimento alla classificazione di laghi e fiumi in Italia, secondo il DM 8 novembre 2010, n. 260

Tabella 11. Elenco degli elementi di qualità biologica dei corpi idrici fluviali e lacustri in riferimento alla classificazione dello stato di qualità ecologica secondo il DM 260/2010

Tabella 12. Definizione in lingua inglese di alcuni termini frequenti nel processo di intercalibrazione (modificata da Birk & Hering 2009)

ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1. Simbolo della Direttiva Quadro sulle Acque entrata in vigore nel Dicembre 2000

Figura 2. Elementi di qualità biologica per sistemi di classificazione di fiumi e laghi Europei (e per la Norvegia) e compatibilità con la Direttiva Quadro sulle Acque

Figura 3. Piramide delle informazioni

Figura 4. Rappresentazione triangolare della gerarchia ecologica, con le più importanti caratteristiche dei concetti di composizione, struttura e funzione (Fonte Dale & Beyeler: da Franklin 1988 e Noss 1990)

Figura 5. Rappresentazione schematica del modello concettuale DPSIR

Figura 6. Risultati dell'analisi delle pubblicazioni scientifiche (articoli e atti) sugli indicatori biologi dal 1988 al 2010 (ISI Web of Science; parole chiave: "Biological & indicators")

Figura 7. Livelli di organizzazione

Figura 8. Equilibri energetici di un ecosistema in salute

Figura 9. Modello grafico delle modalità di risposta di un sistema a una perturbazione per il concetto di resilienza (ispirato da Westman 1985)

Figura 10. Mappa dei siti per l'intercalibrazione. 883 fiumi, 385 laghi, 190 siti costieri

Figura 11. Problemi di classificazione del EQR in due ipotetici paesi A e B

INDICE

INTRODUZIONE

Capitolo I. La Direttiva Quadro sulle Acque: Evoluzione normativa, nuovi approcci di integrazione, investimenti europei

La politica ecologica in Europa	pag 8
La Direttiva Quadro sulle Acque (WFD): struttura e obiettivi	pag 9
Evoluzione normativa della legislazione Europea in materia di acque	pag 9
Integrazione e modello DPSIR: concetti chiave della WFD	pag 11
Strategie e difficoltà di attuazione della WFD	pag 12
Investimenti della Comunità Europea sul capitale umano scientifico e tecnologico per l'attuazione della WFD	pag 14
Integrazione tra ricerca scientifica e politiche ambientali	pag 21

Capitolo II. Legislazione Italiana in materia di acque: evoluzione normativa, decreti di trasposizione della Direttiva 2000/60/CE

Legislazione italiana in materia di tutela delle acque	pag 24
Selezione dal Decreto Legislativo 152/2006	pag 29
Selezione dal Decreto Legislativo 152/2006: il registro delle aree protette	pag 31
Sintesi della normativa di attuazione della Direttiva Quadro sulle acque: il ruolo degli indicatori	pag 32
L'Allegato V della Direttiva: stato ecologico, elementi e indicatori	pag 35

METODOLOGIA E SCOPO DEL LAVORO

DISCUSSIONE

Capitolo III. Indicatori e indici e modello DPSIR: aspetti generali e legislativi

Aspetti generali e legislativi	pag 40
Definizione di "Indicatore" e "Indice"	pag 41
Funzione di Indicatori e Indici	pag 44
Molteplicità degli indicatori e soggettività della scelta	pag 44
Situazioni: "Data-rich" e "information-poor"	pag 45
Situazioni: "Data-poor"	pag 45
Criteri per la scelta: il caso degli indicatori ecologici	pag 46
Il modello <i>DPSIR</i> (<i>Driving forces, Pressures, Status, Impacts</i>)	

<i>and Responses</i>) per la scelta degli indicatori ecologici	pag 49
Considerazioni sui fattori economici	pag 50

Capitolo IV. Tipologie di indicatori: focus su indicatori di qualità delle acque per la classificazione dello stato ecologico

Ambienti terrestri e acquatici: diversità e indicatori	pag 52
Indicatori chimico-fisici	pag 53
Indicatori Idromorfologici	pag 54
Incremento delle pubblicazioni su indicatori biologici: esempio delle acque dolci	pag 56
Specie indicatori, specie bersaglio e specie chiave	pag 57
Indici biochimici	pag 58
Indicatori energetici	pag 58
Modelli Ecologici	pag 59
Indicatori batteriologici e microbiologici	pag 60
Indicatori biologici della Direttiva Quadro sulle Acque	pag 61
Fitoplancton	pag 61
Diatomee bentoniche	pag 63
Macrofite	pag 63
Macroinvertebrati	pag 64
Fauna Ittica	pag 65
Traduzione dei dati biologici	pag 66
Rapporto di Qualità Ecologica (RQE)	pag 66
Dimensione strumentale della Direttiva	pag 66

Capitolo V: Intercalibrazione e condizioni di riferimento

Intercalibrazione per la qualità ecologica e “ <i>Benchmarking</i> ”	pag 68
Le condizioni di riferimento	pag 71
Risultati degli esercizi di intercalibrazione	pag 72
Dalla Moltitudine all’uniformazione	pag 73

CONCLUSIONI	pag 74
--------------------	--------

BIBLIOGRAFIA	pag 81
---------------------	--------

APPENDICI

Appendice 1: Direttiva 2000/60 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque pag 91

Appendice 2: lista delle CIS (Common Implementation Strategies) pag 93

Appendice 3: Schema del Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Norme in materia ambientale (G.U. n. 88 del 14 aprile 2006) pag 95

INTRODUZIONE

CAPITOLO I : LA DIRETTIVA QUADRO SULLE ACQUE

Evoluzione normativa, nuovi approcci di integrazione, investimenti europei

La politica ecologica Europea

La Direttiva Europea 2000/60/CE (nel seguito “Direttiva”) nota anche come Direttiva Quadro sulle Acque (Water Framework Directive o WFD) nasce per formulare e programmare una politica delle acque che sia di riferimento per tutti gli Stati Membri. In quanto Direttiva, la WFD ha avuto valore legale fin dalla sua entrata in vigore, nel Dicembre del 2000.

Alla base della *politica “ecologica”* presente nella Direttiva è possibile individuare alcuni processi in corso a livello mondiale: 1) la liberalizzazione e conseguente internazionalizzazione del mercato anche della risorsa acqua; 2) la crescente complessità della gestione delle risorse per aumento delle parti e delle istituzioni coinvolte nel processo; 3) l’espansione delle aree urbanizzate, l’aumento della loro impronta ecologica e la necessità di salvaguardare la qualità delle acque al di là del livello locale e spesso dei confini nazionali; 4) il concomitante aumento di sensibilità e attenzione al tema della tutela dell’ambiente; 5) la crescente importanza e il conseguente peso politico delle organizzazioni di carattere ambientale governative e non governative.

La Direttiva è nata quindi in un contesto Europeo di forte cambiamento ed è stata frutto di un lungo dibattito, di compromessi tra interessi contrastanti nella formazione del delicato equilibrio tra l’azione istituzionale dei governi (*government*) e il processo di risoluzione collettiva sulla base di linee programmatiche (*governance*)¹. I processi, qui solo elencati, fungono da premessa per le osservazioni raccolte in questo lavoro di analisi della Direttiva.

Figura 1: Simbolo della Direttiva Quadro sulle Acque, entrata in vigore nel Dicembre 2000



¹ Europe glossary: <http://europa.eu/scadplus/glossary>

La Direttiva Quadro sulle Acque (Water Framework Directive): struttura e obiettivi

La Direttiva Quadro sulle acque 2000/60/CE (WFD) del Parlamento Europeo e del Consiglio consta di 26 Articoli e di 11 Allegati, le cui specifiche sono illustrate nella **Appendice 1**.

Scopo della Direttiva è: *“istituire un Quadro per la protezione delle acque superficiali interne, delle acque di transizione, delle acque costiere e sotterranee che*

- a) impedisca un ulteriore deterioramento, protegga e migliori lo stato degli ecosistemi acquatici e degli ecosistemi terrestri e delle zone umide direttamente dipendenti dagli ecosistemi acquatici sotto il profilo del fabbisogno idrico*
- b) agevoli un utilizzo idrico sostenibile fondato sulla protezione a lungo termine delle risorse idriche disponibili*
- c) miri alla protezione rafforzata e al miglioramento dell’ambiente acquatico [...]*
- d) assicuri la graduale riduzione dell’inquinamento delle acque sotterranee e ne impedisca l’aumento*
- e) contribuisca a mitigare gli effetti delle inondazioni e della siccità [...]*

Gli obiettivi ambiziosi imposti dalla Direttiva devono essere portati a compimento entro il 2015.

A 10 anni di distanza dall’entrata in vigore della Direttiva, è possibile analizzare gli sforzi politici, economici e sociali finora fatti e i punti deboli e le difficoltà emerse nel processo di recepimento e attuazione della stessa.

Evoluzione normativa della legislazione Europea in materia di acque

L’evoluzione della politica Europea in materia di acque è riassumibile in tre diverse “ondate” legislative (**Tabella 1**). La prima “ondata” comprende due direttive (75/440 e 80/778) che riguardavano la formulazione di limiti e standard di qualità per le acque di superficie e per le acque potabili. Le direttive promosse nel periodo successivo (seconda ondata) stabilivano non solo limiti ma anche controlli per il mantenimento dei suddetti standard, dimostrando di fatto l’intenzione di attuare una “politica di prevenzione”. Nel terzo periodo legislativo, dal 1996 in poi, si cominciò a delineare la complessa formulazione e concitata approvazione di una proposta legislativa che inglobasse e superasse tutte precedenti con lo scopo di integrare i semplici standard e controlli con una vera e propria politica europea di gestione delle acque.

Le acque, infatti, non venivano più considerate solo come un bene da proteggere, ma come vera e propria “risorsa”, soggetta quindi all’utilizzo e allo sfruttamento: pertanto, diventava urgente formulare una politica di “sostenibilità.”

Tabella 1: Cronologia della legislazione Europea in materia di acque dagli anni 70 ad oggi (Kaika M. 2003)

PRIMA ONDATA LEGISLATIVA	
Obiettivo: qualità delle acque per il consumo umano (WQO = Water Quality Objective)	
1975	Direttiva 75/440/CEE concernente la qualità delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile negli Stati Membri - <i>The Surface Water Directive</i>
1976	Direttiva 76/160/CEE del Parlamento europeo e del Consiglio del 15 Febbraio 2006 concernente la gestione delle qualità delle acque di balneazione (<i>Bathing Directive</i>)
1979	Direttiva 79/923/CEE del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 ottobre relativa ai requisiti di qualità delle acque destinate alla mollischicoltura (ora 2006/113/CE)
1980	Direttiva 80/778/CEE concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano- <i>The Drinking Water Directive</i>
SECONDA ONDATA LEGISLATIVA	
Obiettivo: Valori limite di emissione (ELV = Emission Limit Value)	
1991	Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane - <i>The Urban Waste Water Management Directive</i>
1991	Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dell’inquinamento provocato da nitrati proveniente di fonti agricole - <i>The Nitrate Directive</i>
1996	Direttiva 96/61/CEE sulla prevenzione e la riduzione integrate dell’inquinamento - <i>The Integrated Pollution and Prevention Control Directive</i>
1998	Direttiva 98/83/CEE concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano
TERZA ONDATA LEGISLATIVA	
Obiettivo e strategia: approccio integrato (WFD = Water Framework Directive)	
Febbraio 1996	COM (96) 59 Comunicazione della Commissione in materia di Politica Europea delle Acque (testo in inglese)
Febbraio 1997	COM (97) 49 Proposta di Direttiva del Consiglio che istituisce un Quadro per la politica comunitaria in materia di acque. Parere del Comitato Economico e Sociale Europeo (ENVI/450)
Novembre 1997	COM(97) 614 Proposta modificata di direttiva del Consiglio che istituisce un Quadro per la politica comunitaria in materia di acque
Gennaio 1998	Coinvolgimento delle Organizzazione non Governativa in materia di Ambiente per la modifica dell’Allegato V alla Direttiva proposta
Febbraio 1998	COM (98) 76 Proposta modificata di direttiva del consiglio che istituisce un Quadro per la politica comunitaria in materia di acque
Giugno 1998	Posizione provvisoria del Consiglio dei Ministri sulla Direttiva
Estate 1998	Il comitato Ambiente del Parlamento Europeo ² (PE) modifica la Direttiva proposta e riscontra una sostanziale differenza fra il Consiglio dei ministri e il PE nel testo della Direttiva
Gennaio 1999	Riconciliazione sotto la Presidenza della Germania, tra PE, Commissione Europea e Consiglio dei Ministri
Febbraio 1999	Il PE vota e accetta 120 emendamenti del Comitato Ambiente sulla Prima lettura
Estate 1999	La Commissione Europea accetta molti degli emendamenti votati dal PE. Il Consiglio dei Ministro ³ no.
Autunno/inverno	Il Comitato Ambiente per Parlamento Europeo riprogramma gli emendamenti proposti (PE 231.246). Si apre il processo di co-decisione.
Febbraio 2000	Il Parlamento Europeo procede alla Seconda Lettura della Direttiva, accetta gli emendamenti proposti dal comitato ambiente e sfida il Consiglio
Maggio 2000	Fallimento del primo tavolo di conciliazione e secondo tavolo di conciliazione

² European Parliament Legislative Observatory. Water Policy Framework for Community Action 1997-2010. Dossier SYN/1997/0067. www.europarl.europa.eu/oeil/

³ Council of the European Union- Documents Archive- Doc number: 9085/99. www.consilium.europa.eu

Settembre 2000	Approvazione formale dal Parlamento in sessione plenaria e dal Consiglio dei Ministri della testo del Direttiva
Dicembre 2000	La Direttiva Quadro sulle acque (2000/60/CEE) viene pubblicata sulla Gazzetta ufficiale (L 327/1). Gli Stati Membri hanno 3 anni per recepire la Direttiva nella legislazione nazionale.

Integrazione e modello DPSIR: concetti chiave della WFD

La parola chiave per la comprensione della direttiva è certamente **integrazione**. È possibile definire questo concetto a diversi livelli.

- Integrazione degli obiettivi ambientali; mettere insieme gli obiettivi quantitativi, qualitativi ed ecologici per proteggere gli ecosistemi acquatici di livello elevato e per assicurare e raggiungere il “buono stato” nei restanti.
- Integrazione di tutte le categorie di risorse idriche: corpi idrici superficiali di acqua dolce, acque sotterranee, ambienti umidi, acque marino - costiere **a scala di bacino**.
- Integrazione di tutti gli usi, le funzioni e il valore delle risorse idriche per una azione comune nell’ambiente, salute e consumo umano, nel settore economico, di trasporto, ricreativo e come “*social good*”.
- Integrazione delle discipline delle analisi e delle competenze: idrologia e idraulica, ecologia, biologia, chimica, scienze della terra, tecnologia, ingegneria, economia sociologia.
- Integrazione della legislazione in un Quadro comune a livello comunitario secondo un pensiero ecologico moderno o “*modern ecological thinking*”.
- Integrazione tra diverse entità: gestori di siti, comuni, regioni province, autorità pubbliche e soggetti privati per l’attuazione di piani coordinati.
- Integrazione tra i portatori di interesse (“*stakeholders*”) e la società civile nelle scelte e nei processi decisionali⁴.
- Integrazione tra sistemi di *management* e aspetti ecologici.
- Integrazione di strumenti economici e di finanziamento.

La WFD introduce inoltre un nuovo approccio per la raccolta (*collection*) e la presentazione (*reporting*) dei dati e delle informazioni, fatta eccezione per quelle sostanze inquinanti per le quali sono stabilite dei precisi limiti tabellari di emissione e controllo (Dir

⁴ CIS (COMMON IMPLEMENTATION STRATEGY) for for the Water Framework Directive. Guidance doc n°7 2003

2008/105/CEE), richiamando la “Standardise Reporting Directive” (Dir 91/692/EEC)⁵ sulla “standardizzazione e la razionalizzazione dei rapporti relativi all’attuazione di talune direttive concernenti l’ambiente”.

Di conseguenza, dati e informazioni devono essere collocati in un contesto molto più complesso dei semplici limiti tabellari secondo un modello concettuale di cause ed effetti concatenati, che sono indispensabili per la descrizione dei dati e l’elaborazione delle informazioni. Il modello è noto come DPSIR, acronimo inglese che racchiude le seguenti variabili: “forzanti” o “determinanti”, pressioni, stato, impatti, risposte (**D**Driving forces, **P**ressures, **S**tatus, **I**mpacts and **R**esponses)⁶.

Strategie e difficoltà di attuazione della WFD

Fin dalla sua entrata in vigore, l’attuazione (*implementation*) della WFD è risultata particolarmente impegnativa, per diversi motivi, sottolineati nella riunione tenutasi a Parigi il 23-24 ottobre 2000 dagli *EU Water directors* (Norvegia inclusa)⁷ e di seguito elencati:

- i tempi di realizzazione stringenti, rigorosi, impegnativi, ovvero entro il 2015 (*extremely demanding timetable*);
- la complessità del testo della direttiva e le richieste tecnico-scientifiche e pratiche da essa avanzate e alle quali è necessario rispondere con nuove metodologie;
- la fase impegnativa di “*capacity building*”⁸, in questo caso inteso come il processo di costruzione e sviluppo del capitale umano, scientifico e tecnologico, organizzativo, istituzionale e finanziario per la realizzazione della WFD.;
- le limitate risorse umane e finanziarie degli Stati Membri.

⁵ Council Directive 91/692/EEC Direttiva per la Standardizzazione e a razionalizzazione delle relazioni relative all’attuazione di alcune direttive concernenti l’ambiente. *Gazzetta ufficiale n L337 del 31/12/1991 pag 0048-0054*

⁶ European Environmental Agency (EEA) 1998: Guidelines for Data Collection and Processing- EU state of the Environment Reporto. Annex 3

⁷ CIS (Common Implementation Strategy) for the Water Framework Directive (2000/60EC)_strategic document 2 may 2001 (Circa public library- CIS Common Integration Strategy- May 2001)

⁸ *Capacity building* : definizione dal UNDP- United Nations Development Programme: “la creazione di un ambiente che favorisce, attraverso opportune strutture politiche e giuridiche, lo sviluppo istituzionale, che comprende la partecipazione della società, lo sviluppo delle risorse umane e il rafforzamento dei sistemi di gestione.” *Fonte*: Dossier CB evoluzione.pdf (<http://df.formez.it>)

In particolare gli allegati II e V della WFD hanno richiesto una attenta elaborazione tecnica per la trasformazione dei principi e delle definizioni generali di “buono stato” in strumenti pratici di attuazione e metodologie di valutazione, controllo e monitoraggio.

Nella stessa riunione fu formulata una “Strategia Comune” per l’ **attuazione** della WFD⁹ che, nel rispetto del principio fondamentale della legislazione ambientale comunitaria (*Community Environmental Law*), mantenesse l’attuazione della WFD sotto la unica responsabilità dei singoli Stati Membri, e tuttavia rappresentasse un utile strumento per la suddetta attuazione. In breve la Strategia Comune fu articolata in 4 attività chiave:

- *Information sharing*
- *Development of Guidance on technical issue*
- *Information and data management*
- *Application testing and validation*¹⁰

Dallo svolgimento di queste attività ed in particolare dalla seconda, derivano i “**Guidance documents**”¹¹ e i relativi “**Policy Summary**”, elencati nell’**Appendice 2**. Questi documenti, ancorché concordati all’interno di gruppi di tecnici delegati da tutti gli SM, non hanno alcun valore legale, né rappresentano un vincolo (*non-legally binding*). Essi mirano piuttosto a tracciare linee guida per lo svolgimento delle diverse attività imposte dalla direttiva, a partire dalla identificazione dei corpi idrici, passando per il monitoraggio e le valutazioni costi-benefici.

Un’ulteriore considerazione sulla difficoltà di attuazione è legata al fatto che la Direttiva impone una riorganizzazione amministrativa nei diversi Stati Membri che sono chiamati ad individuare i bacini idrografici presenti nel territorio e assegnarli ai diversi distretti idrografici (art 3, par 1 e 2). Quest’ultimo aspetto è particolarmente complesso nel territorio italiano, stante la complessa fisiografia e l’architettura amministrativa preesistente .

Sempre secondo la Direttiva, per ciascun distretto gli Stati Membri devono predisporre un piano di gestione, che deve comprendere tutti i possibili aspetti relativi alla gestione delle acque (allegato VII). Il piano è di natura territoriale e anche economica con contenuti descrittivi di tutela e con considerazione dei problemi legati all'utilizzo della "risorsa"

⁹ CIS (Common Implementation Strategy) for the Water Framework Directive (2000/60/EC)_strategic document 2 may 2001 (Circa public library- CIS Common Integration Strategy- May 2001)

¹⁰ CIS (Common Implementation Strategy) for the Water Framework Directive (2000/60/EC), pag 4

¹¹ http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework_directive/guidance_documents&vm=detailed&sb=Title (Appendice 1)

idrica (Urbani, 2004), secondo il principio, sopra illustrato, di integrazione. In Italia, questo risulta estremamente difficile a causa della frammentazione delle competenze tra numerosi enti alla diversa scala territoriale, dell'indebolimento delle Autorità di Bacino, della mancata costituzione delle Autorità di Distretto (ad oggi istituite ma non costituite), al troppo mutevole assetto istituzionale.

Un ulteriore aspetto non trascurabile è la scarsità di risorse di cui gli enti preposti all'attuazione della direttiva dispongono e la destrutturazione dell'attività conoscitiva di cui all'art. 9 della L. 183/89 con la soppressione di fatto dei Servizi Tecnici Nazionali.

Investimenti della Comunità Europea sul capitale umano scientifico e tecnologico per l'attuazione della WFD

L'attuazione della WFD richiede un grosso sforzo di investimento in capitale umano da formare e in ricerca scientifica e tecnologica. Da tempo la Comunità Europea opera nell'ottica della costruzione della conoscenza e dell'azione integrata e quanto più uniforme a livello europeo, finanziando diverse progetti di ricerca.

Nella **tabella 2** è stata raccolta una parte dei progetti finanziati negli ultimi 15 anni (1998-2013) nell'ambito dei Programmi Quadro V, VI e VII, nei quali ci sia stato un richiamo diretto alla WFD e che sono stati portati a compimento o che sono tutt'ora in corso¹².

Tabella 2. Elenco in ordine alfabetico dei progetti di ricerca direttamente collegati all'attuazione della WFD, portati a compimento o in corso nell'ambito dei Programmi Quadro V, VI e VII. Fonte: archivio CORDIS (<http://cordis.europa.eu>). La ricerca è stata effettuata dal menu “*simple search*”. Utilizzando come parole chiave: “Water Framework Directive” vengono evidenziati 239 progetti - Freshwater: 290 progetti – Inland Water: 99 progetti.

ACRONIMO E TITOLO DEL PROGETTO	DURATA
<u>ABACUS</u> : Evaluation of availability to biota for organic compounds ubiquitous in soils and sediments	Dicembre 2001 – Novembre 2005
<u>ADVISOR</u> : Integrated evaluation for sustainable river basin governance	Maggio 2001 – Luglio 2004
<u>ALGAEIRE</u> : Management and conservation of freshwater habitats: developing expertise on freshwater algae in Ireland	Aprile 2005 – Marzo 2009
<u>AQEM</u> : Developing and testing of an integrated Assessment System of the Ecological Quality of Streams and Rivers throughout Europe using Benthic Macroinvertebrates	Febbraio 2002
<u>BASELINE</u> : Natural Baseline quality in European aquifers: a basis for aquifer management	Marzo 2000 – Giugno 2006
<u>BEAM</u> : Bridging Effect Assessment of Mixture to ecosystem situations and regulation	Febbraio 2002 – Maggio 2005
<u>BIOMAN</u> : Biodiversity and human impact in shallow lakes	Febbraio 2000 – Gennaio 2003
<u>BIOTECTOR</u> : Improved pollution monitoring and control through the development of an	Febbraio 2003 – Gennaio 2005

¹² <http://cordis.europa.eu>

innovative integrated multi-component continuous on-line analyser	
BMW: Benchmark models for the WFD	Gennaio 2002 – Dicembre 2004
BUFFER: Key nutrient transport mechanisms important for the prediction of nutrient and phytoplankton concentrations in European standing waters	Aprile 2000 – Marzo 2004
CD4WC: Cost-effective development of urban wastewater systems for WFD compliance	Febbraio 2002 – Luglio 2007
CEM: Centre for environmental engineering and mechanic	Dicembre 2002 – Novembre 2005
COMPRIS: Consortium Operation Management Platform River Information Services	Agosto 2005 – Maggio 2015
DAUFIN: Data Assimilation within a UniFying modelling framework for improved river basin water resources management	Aprile 2000 – Dicembre 2001
ECOFRAME: Ecological quality and functioning of shallow lake ecosystems with respect to the needs of European WFD	Marzo 2000 – Febbraio 2002
EDEN-IW: Environmental Data Exchange for Inland Water	Luglio 2001 – Giugno 2004
EMERGE: European mountain lake ecosystem: regionalisation, diagnostics and socio-economic evaluation	Febbraio 2000 – Gennaio 2003
EUROHARP: Toward harmonised procedures for quantification of catchment scale nutrient losses from European catchments	Gennaio 2002 – Dicembre 2005
EUROLAKES: Integrated water resource management for important deep European lakes and their catchment areas	Luglio 2000 – Ottobre 2003
EUWARENESS: Europe water regimes and the notion of a sustainable status	Febbraio 2000 – 2002
FAME: Development, Evaluation and Implementation of a Standardised Fish- based Assessment Method for the Ecological Status of European Rivers	Gennaio 2002 – Ottobre 2004
FIRMA: Freshwater Integrated Resource Management with Agents	Marzo 2000 – Febbraio 2003
FLOBAR2: Floodplain biodiversity and restoration 2: integrated natural science and socio-economic approached to catchment flow management	Aprile 2000 – Marzo 2003
GOUVERNE: Guidelines for the organisation, use and validation of information systems for evaluating aquifer resource and needs	Marzo 2000 – 2003
HARMONICA: Harmonised modelling tools for integrated basins management	Ottobre 2002 – Settembre 2007
HARMONICOP: Harmonised collaborative planning	Novembre 2002 – 2005
HARMONIRIB: Harmonised techniques and representative river basins data for assessment and use of Uncertainty information in integrated water management	Ottobre 2002 – Marzo 2006
INCA: Integrated Nitrogen model for European Catchments	Aprile 2002 – Marzo 2003
JOINT: Joint technical approach for decontamination of soil and groundwater	Marzo 2003 – Febbraio 2005
M&MS: Monitoring and managing of European se grass beds	Gennaio 2001 – Giugno 2004
MANTRA-EAST: Integrated strategies for the management of transboundary waters on the eastern European fringe_ the pilot study of the lake Peipsi and its drainage basis	Febbraio 2001 – Gennaio 2004
MEDIS: Towards sustainable water use in Mediterranean islands: addressing conflicting demands and varying hydrological, social and economical conditions	Febbraio 2002 – Gennaio 2006
MERIT: Management of the environment and resources using integrated techniques	Giugno 2001 – Maggio 2004
MIDI CHIP: Design and testing DNA microarrays to monitor microbial diversity with adequate biodiversity indexes, using cyanobacteria in freshwater as a model system	Aprile 2000 – Ottobre 2003
MOLTEN: Monitoring long-term trends in eutrophication and nutrient in the coastal zone: evaluation of backgrounds conditions, anthropogenic influence and recovery	Febbraio 2001 – Gennaio 2004
MOSUS: Modelling opportunities and limits for restructuring Europe towards sustainability	Febbraio 2003 – Gennaio 2006
MULINO: Multi-sectoral, integrated and operational decision support system for sustainable use of water resources at the catchment scale	Gennaio 2001 – Dicembre 2003
OAERRE: Oceanographic applications to eutrophication in regions of restricted exchange	Luglio 2000 – Giugno 2003
PAEQANN: Predicting aquatic ecosystem quality using artificial neural networks: impact of environmental characteristics on the structure of aquatic communities	Marzo 2000 – Febbraio 2003
PAPERBREF: Water consumption reduction through application of the bref and pulp and paper industry in example paper mills – feasibility, measures and local implications	Febbraio 2002 – Luglio 2007

Physically-based distribution catchment modelling for water quality management in relation to the WFD	Gennaio 2001 – Gennaio 2003
Phytoplankton-on-line : Interactive regulation of phytoplankton succession by physical forcing and internal phosphorous loading: a comparative study in eutrophic freshwater lakes	Febbraio 2000 – Luglio 2007
RBMIA : River basin Management in highly industrialised areas	Settembre 2002 – Agosto 2006
REBECCA : Relationships between ecological and chemical status of surface water	Dicembre 2003 – Maggio 2007
RECOVER 2010 : Predicting recovery in acidified freshwaters by the year 2010 and beyond	Aprile 2000 – Marzo 2003
SID-APINI : Sustainable development: capacity strengthening of the institute of environmental engineering	Gennaio 2003 – Giugno 2005
SIGNAL : Significance of external/anthropogenic nitrogen centric Baltic sea n-cycling	Aprile 2000 – Marzo 2003
SLIM : Social learning for integrated management and sustainable use of water at catchment scale	Febbraio 2001 – Maggio 2005
SMART : Sustainable management of scarce resources in the coastal zone	Settembre 2002 – Agosto 2008
STAR : Standardisation of River Classifications: framework method for calibrating different biological survey results against ecological quality classifications to be developed for WFD	Febbraio 2002 – Giugno 2005
TARGET : Integrated assessment tools to gauge local functional status within freshwater ecosystems	Marzo 2000 – Settembre 2003
TERRANOVA : Controlled environment biopiling for contaminated land treatment	Marzo 2000 – Marzo 2003
TWINBAS : Twinning European and third countries river basins for development of integrated resources management methods	Dicembre 2003 – Aprile 2007
WADI : The sustainability of European irrigated agriculture under water directive and agenda 2000	Febbraio 2001 – Gennaio 2004
WATER-MONITOR : Water management system based on innovative monitoring equipment	Gennaio 2003 – Dicembre 2004
WELCOME : Development of integrated management system (IMS) for the prevention and reduction of pollution of water bodies at contaminated industrial areas	Gennaio 2002 – Dicembre 2004
VI (2002-2007)	
ALARM : Assessing Large-Scale environmental Risks with tested methods	Febbraio 2004 – Gennaio 2009
AQUAMONEY : Development and testing of practical guidelines for the assessment of environmental and resource costs and benefits on the WFD	Aprile 2006 – Settembre 2009
AQUASZERO : Development of new adsorbent material for efficient and economic removal of Arsenic from potable water	Giugno 2009 – Maggio 2011
AQUATERRA : Understanding river-sediment-soil-groundwater interactions for support of management of water-bodies (river basins & catchment areas)	Giugno 2004 – Maggio 2009
BIOBS : Evaluation of coastal pollution status and bioindicators for the black sea	Luglio 2002 – Giugno 2006
CAPANDWFD : WFD meets CAP, opportunities for the future (CAP = common Agriculture Policy)	Aprile 2005 – Giugno 2006
COMPACT : Combining Paleo-Ecology and Aquatic sciences to assess ecosystem threshold to Changes in nutrient and inputs and climate	Gennaio 2007 – Dicembre 2009
CRENARC : Functional diversity of Crenarchaea in aquatic ecosystems	Settembre 2007 – Agosto 2009
DIM-SUM : Innovative Decision Making for sustainable water management in developing countries	Gennaio 2005 – Giugno 2009
DSS Guide : Developing guidelines for the successful application and implementation of decision support systems in water resource management	Gennaio 2005 – Dicembre 2005
EAQC-WISE : European Analytical quality control in support of the WFD via the WATER Information System of Europe	Dicembre 2005 – Novembre 2011
ECOFISH : Enhancing the outreach of aquatic biodiversity and ecosystem research in support of the transition towards global sustainability	Luglio 2002 – Giugno 2004
ECOMANAGE : Integrated ecological coastal management system	Dicembre 2004 – Maggio 2008
ECOMON : The current state of the Russian Marine Ecosystem monitoring for the White Sea and its relevance to the EU directive on Water Policy and UN Agenda 21	Gennaio 2005 – Dicembre 2005
EFI+ : Improvement and spatial extension of the European Fish index.	Gennaio 2007 – Aprile 2009
EUROWET : European Wetland research for a sustainable management of water cycle	Gennaio 2004 – Aprile 2005

GOVERNAT : Multilevel governance of natural resources: tools and processes for water and biodiversity governance in Europe	Ottobre 2006 – Settembre 2009
INTREPID : Integrated Trans-boundary River Management Policy Development	Aprile 2007 – Giugno 2008
IWRM.NET-CA : Towards a European-wide exchange network for integrating research efforts on integrated water resources management www.oieau.fr	Gennaio 2006 – Dicembre 2010
KASWARM : Knowledge assessment on sustainable water resources management for irrigation	Marzo 2007 – Agosto 2008
MARBEF : Marine biodiversity and Ecosystem functioning	Febbraio 2004 – Aprile 2009
MICROBIAL DIVERSITY : Microbial diversity in aquatic ecosystems, novel microorganisms and their potential application	Maggio 2005 – Aprile 2006
OCEANSAVER : Dramatically reducing spreading of invasive, non-native exotic species into new ecosystems through n-efficient and high volume capacity ballast water cleaning system	Gennaio 2004 – Aprile 2007
ONUREM-COWSIM : optimisation of nutrient removal in constructed wetlands using special substrates and numerical simulation	Agosto 2005 – Luglio 2007
OPTIMA : Optimisation for sustainable water management	Luglio 2004 – Giugno 2007
RIVERTWIN : A Regional model for integrated Water Management in twinned River basins	Marzo 2004 – Febbraio 2007
RUBICODE : Rationalising biodiversity conservation in dynamic ecosystems	Settembre 2006 – Agosto 2009
SALMONPHARM : evaluation of the genomic effects of four environmental suspect pharmaceutical compounds on Atlantic salmon	Gennaio 2007 – 2009
SCENES : Water scenarios for Europe and for neighbouring states www.environment.fi/syke	Novembre 2006 – Ottobre 2010
SEAMLESS : System for Environmental Agricultural Modelling: linking European Science and Society	Gennaio 2005 – marzo 2009
SISOMEN : Specialised isotope labelling experiment on organometallic compounds to unravel their chemical and microbial fate in the environment	Settembre 2005 – Agosto 2008
SOCOPSE : Source control of priority substances in Europe	Novembre 2006 – Ottobre 2009
SPI Water : Science-Policy Interfacing in support of the WFD implementation	Novembre 2006 – Ottobre 2008
SWIFT WFD : Screening method for water data information in support of the implementation of the WFD	Gennaio 2004 – Marzo 2007
TAQc-WFD : Training courses on Analytical quality Control and method validation in support to the WFD	Febbraio 2006 – Gennaio 2008
TWINBASINXN : Promoting twinning of river basins for developing Integrated water resources management practices	Gennaio 2004 – Dicembre 2007
WFD-SEE : Institutional benchmarking for the Implementation of the WFD and Integrated Water Resources management in South Eastern Europe	Agosto 2004 – Luglio 2006
WQSTRESS : Biological trace metal stress indicators for the assessment of freshwater ecosystems	Gennaio 2006 – Gennaio 2008
VII (2007-2013)	
AQUAMOD : Modelling individual life histories and population dynamics of predatory aquatic insects: the role of body size	Settembre 2009 – 2012
ATWARM : Advanced technologies for water resource management	Dicembre 2009 – Novembre 2013
BIOFER : Biogeochemical cycling of iron in freshwater sediments under oxic and anoxic conditions	Aprile 2009 – Marzo 2011
BIOFRESH : Biodiversity of freshwater ecosystems: status, trends, pressures and conservation priorities	Novembre 2009 – Aprile 2014
CHEEM : improvement of SQGs through the incorporation of chronic exposure-effect model	Luglio 2009 – Giugno 2012
COMPLEX : Community dynamics and phenotypic changes of limnic bacteria during experimental manipulation of bottom-up and top-down factors	Luglio 2009 – Dicembre 2010
DYNOLUG : Biodynamic modelling of toxic metal accumulation by the lungworm <i>Arenicola marina</i> , a keynote deposit feeding polychaete in European estuaries: ecotoxicological and regulatory implications	Ottobre 2008 – Agosto 2010
ECODOM : Advancing understanding of carbon cycling and coloured dissolved organic matter	Luglio 2005 – Aprile 2012

dynamics in European wetlands and coastal ecosystem through integration of observation and novel modelling approaches.	
GOODWATER: Research training for good European Ground water resources	Settembre 2008 – Agosto 2012
HYPOX: In situ monitoring of oxygen depletion in hypoxic ecosystems of coastal and open seas, and land-locked water bodies	Aprile 2009 – Marzo 2012
IDOR: Water resource data integration and model development for management and sustainability of river-basins resources www.Atlantisresearch.Gr	Ottobre 2007 – Settembre 2010
LUSOAQUABARCODE: Implementing DNA barcoding into aquatic biodiversity research in Portugal and priming news macrobenthos monitoring tools	Settembre 2008 – Settembre 2011
MACRO-CLEAN: Macroclean-developing model gel-based technologies for water clean up	Aprile 2009 – Aprile 2011
MARPAH: Marine micro-algae as global reservoir of polycyclic aromatic hydrocarbon degraders	Ottobre 2008 – Ottobre 2011
N-Toolbox: Toolbox of cost-effective strategies for on-farm reductions in N losses to water	Marzo 2009 – Agosto 2012
NOVIWAM: Novel integrated water management systems for Southern European regions	Febbraio 2010 – Gennaio 2013
PATCE: Policy Analysis through community engagement	Luglio 2008 – Giugno 2009
REFRESH: Adaptive strategies to mitigate the impacts of climate change on European freshwater ecosystems	Febbraio 2010 – Gennaio 2014
SEFCUMPAQ: a novel bioprocess coupling wastewater treatment with electricity production to remediate metal polluted aquatic environments	Febbraio 2010 – Gennaio 2012
WISER: Water bodies in Europe: integrative systems to assess ecological status and recovery	Marzo 2009 – Febbraio 2012
XEROCHORE: An exercise to assess research needs and policy choices in area of drought	Maggio 2008 – Ottobre 2009

Numerosi progetti tra quelli elencati sono stati interamente dedicati alla gestione dei bacini e delle risorse idriche dal punto di vista ingegneristico, economico e sociale, come ad esempio i progetti FIRMA, GOUVERNE, MULINO, MERIT, Euwareness, SLIM, AQUAMONEY, WISER che avevano l'obiettivo finale di sviluppare metodologie e sistemi integrati di gestione della risorsa acqua. Altri progetti sono stati incentrati su strategie di sviluppo sostenibile, ad es. ADVISOR, MEDIS, EUROWET, di controllo di qualità, tipo EAQC_WISE, di studio di impatto dell'attività antropica, vedi BIOMAN, BIOBS, TAQc-WFD etc...

La lunga lista di progetti corrisponde in linea di massima a notevoli progressi nel campo della ricerca scientifica e delle tecnologie di gestione delle acque, così come di integrazione tra dati e network di gestione delle risorse. Tuttavia, la realizzazione di progetti di ricerca troppo spesso non ha ricadute positive sulle politiche di gestione, rendendo così meno efficace e più lenta l'attuazione della WFD.

In particolare, un grande punto critico per l'attuazione e la realizzazione della WFD è la definizione (*indication*) dello stato ecologico dei corpi idrici e lo sviluppo di metodi per la sua valutazione (*assessment*) e per la ricerca e la verifica sul campo degli indicatori e degli indici da utilizzare per la classificazione, il monitoraggio e la gestione.

Infatti, gli indicatori ecologici suggeriti dalla WFD sono spesso di nuova concezione rispetto ai precedenti parametri chimico-fisici, sono generalmente più complessi e devono essere elaborati. Del resto però, i parametri chimico-fisici in alcuni casi sono ancora gli

unici con valore legale nelle legislazioni nazionali dei paesi dove la WFD non è stata recepita completamente. Per questo, tra i progetti direttamente collegati alla WFD, alcuni hanno avuto come obiettivo la ricerca e l'elaborazione di indicatori per lo stato ecologico, come ad esempio AQEM, STAR, HarmoniCA, DANUBS, ECOFRAME, TARGET, RECOVER 2010, REBECCA, SWIFT, EUROLIMPACS, BRIDGE, WQSTRESS etc...

In aggiunta ai progetti elencati in **Tabella 2**, nell'ambito dei progetti Quadro e dei progetti LIFE e di International Collaboration sono stati elaborati e condotti altri progetti, specifici per la ricerca di indicatori ecologici. Essi non sempre sono direttamente collegati alla WFD e sono raccolti in **Tabella 3**.

Tabella 3. Elenco dei progetti relativi allo sviluppo di indicatori e indici ecologici portati a compimento o in corso nell'ambito dei Programmi Quadro V, VI e VII, dei progetti LIFE+ e INCA (International Collaboration). Fonte: archivio CORDIS ¹³ . – Ecological indicators: 118 progetti. – “bioindicators” 23 progetti – “macrophytes” 19 progetti “benthos” 41 progetti; macrozoobenthos: 2 progetti; “ecosystems” – 1579 progetti ; ecosystem *NOT* forest *NOT* terrestrial = 1192 progetti; ecosystem *NOT* forest *NOT* terrestrial *AND* aquatic= 167) e “phytoplankton” 145

ACRONIMO E TITOLO DEL PROGETTO	DURATA
LIFE +	
AIRWIN: Structure and role of biological communities involved in the transport and transformation of persistent pollutants at the marine air-water interface	Febbraio 2001 – Gennaio 2004
BALWOIS: Water observation and information system for the baltic countries	2010
BIOCORES: Biodiversity conservation, restoration and sustainable use in fragmented forest landscapes	Giugno 2002 – Maggio 2005
BIOHAB: Biological control of harmful algal blooms in european coastal waters: role of eutrophication	Marzo 2000 – Febbraio 2003
CHARM: Characterisation of the Baltic Sea ecosystem: dynamics and function of coastal types	Dicembre 2001 – Novembre 2004
CITYFISH: Modelling ecological quality of urban rivers: ecotoxicological factors limiting restoration of fish populations.	Aprile 2000 – Settembre 2003
COMET: Composition of dissolved organic matter and its interaction with metals and ultraviolet radiation in river-ocean systems: impact on the microbial food-web	Aprile 2000 – Marzo 2003
CYCLOPS: Cycling of phosphorus in the Mediterranean	Marzo 2000 – Giugno 2003
DANLIM: Detection and analysis of nutrient limitation in coastal plankton communities across a hierarchy of temporal and physiological-systemic scales	Gennaio 2002 – Dicembre 2004
Development of early markers for detection of environmental stress in aquatic organisms	Ottobre 1997 – 2000
ECODIS: Dynamic sensing of chemical pollution disasters and predictive modelling of their spread and ecological impact	Ottobre 2005 – Dicembre 2008
Energetics of heterotrophic-photoautotrophic microbial interaction: verification of the HP index and functional role of the community size-structure	Marzo 2004 – Febbraio 2002
Allelopathic interactions between algae and bacteria	Febbraio 2002 – Gennaio 2004
IBIP: A Biotic Index of Fish Integrity to evaluate the ecological quality of lotic ecosystems-application to the Meuse River Basin	Dicembre 1997 – Novembre 2000
INCOFISH: Integrating multiple demands on coastal zone with emphasis on aquatic ecosystems and fisheries	Gennaio 2005 – Aprile 2008
INSURE: Flexible framework for Indicators for Sustainability in Regions using system dynamics modelling	Aprile 2004 – Gennaio 2007
KEYBIOEFFECTS: Cause-effect relationships key-pollutants on the European rivers biodiversity	Ottobre 2006 – Settembre 2010
MARCYAN2: Ecological control of nitrogen fixation in marine Cyanobacteria	Novembre 2003 – Ottobre 2005
MED-CORE: From river catchment areas to the sea : a comparative and integrated approach to the ecology of Mediterranean coastal zones for sustainable management	Dicembre 2002 – Novembre 2005
MODEL KEY: Models for assessing and forecasting the impact of environmental key pollutants on marine and freshwater ecosystems and biodiversity	Febbraio 2005 – gennaio 2010

¹³ <http://cordis.europa.eu>

RESPONSE: Response of benthic communities and sediment to different regimens of fishing disturbance in European coastal waters	Ottobre 2002 – Settembre 2005
RIVFUNCTION: Integrating ecosystem function into river quality assessment and management	Aprile 2002 – Luglio 2007
SEABEE: a mobile lander for autonomous monitoring and sampling	Gennaio 2002 – Dicembre 2005
SI-WEBS: Natural and anthropogenic modifications of the Si cycle along the land-ocean continuum: worldwide ecological, biogeochemical and socio-economical consequences	Ottobre 2002 – Settembre 2006
SPIN: Spatial indicators for European nature conservation	Aprile 2001 – Marzo 2004
The biological dispersion phenomenon and the energetic on microplankton: a search for the ecological regularities to environmental pollution	Aprile 2000 – 2002
V Programma Quadro	
VISTA: Vulnerability of ecosystem services to land use change in traditional agricultural landscapes	Novembre 2002 – Ottobre 2005
VI Programma Quadro	
ASSESS-HKH: Development of an Assessment System to Evaluate the Ecological Status of Rivers in the Hindu Kush-Himalayan Region	Aprile 2005 – 2008
BIOSCALE: Upscaling and modelling the influences of BIOturbation activities on sediment erosion at the SCALE of the Westerschelde estuary	Maggio 2004 – Aprile 2006
BIOSCORE: Biodiversity impact assessment using species sensitivity scores	Febbraio 2006 – Gennaio 2009
CARBOCYC: Carbon cycling in lakes: response to water column stratification	Aprile 2007 – Marzo 2009
CLONMACMORPH: Morphological responses and interactions of clonal marine macrophytes with their nutrient environment	Aprile 2005 – Marzo 2006
COBO: Integrating new technologies for the study of benthic ecosystem response to human activity: towards a Coastal Ocean Benthic Observatory	Marzo 2004 – Febbraio 2007
DECOIN: Development and comparison of sustainability indicators	Novembre 2006 – Ottobre 2009
DEFUNIREG: Diversity and ecological function of benthic nitrate reducing populations along estuarine nitrate gradient	Febbraio 2006 – Gennaio 2008
DIATRACK: Functional diversity in marine biogeochemistry. A combined approach using fluorescent and isotopic tracers for quantification of silica deposition by individual diatom cells	Ottobre 2005 – Settembre 2007
DYNALGAE: Phytoplankton dynamics in systems dominated by variable forcing	Aprile 2006 – Marzo 2008
EMPAFISH: European Marine Protected Areas as tools for FISHeries management and conservation	Marzo 2005 – Febbraio 2008
ENVIRISK: Assessing the risks of environmental stressors: Contribution to the development of integrating methodology	Marzo 2007 – Febbraio 2009
ERATS: Ecological risk assessment of transgenic fish	Settembre 2005 – Agosto 2008
EURO-LIMPACS: Integrated Project to Evaluate the Impacts of Global Change on European Freshwater Ecosystems	Febbraio 2004 – Gennaio 2009
HABIT: Harmful Algal Blooms species in Thin LAyers	Giugno 2005 – Agosto 2008
INDECO: Developing indicators of environmental performance of the common fisheries policy	Dicembre 2004 – Novembre 2006
INTEGRINVA: Biological invasions: patterns and processes. And integrative approach with the Bullfrog <i>Rana catesbeiana</i> in Canada and Europe	Agosto 2006 – Agosto 2009
KESTA: New statistical methods for wildlife population assessment	Giugno 2004 – Maggio 2006
MARCYV: Marine cyanobacterial viruses: diversity and dynamics	Ottobre 2007 – Settembre 2009
MUGIL: Main Uses of the Grey mullet as Indicator of Littoral environmental changes	Novembre 2006 – Aprile 2009
NOMIRACLE: Novel Methods for Integrated Risk Assessment of Cumulative Stressors in Europe	Novembre 2004 – Ottobre 2009
OBSERVER: Food web changes in response to increasing temperature and varying nutrient status: an experimental approach on freshwater mesocosms	Maggio 2005 – 2007
PASTFIRE: Holocene history of fire along past land-use and climate gradients in Europe	Gennaio 2005 – Dicembre 2006
PCFLUCS: Assessment of community structure and seston quality effects on plankton carbon fluxes at two contrasting coastal sites	Giugno 2006 – Maggio 2008
PILICA: Bioaccumulation and distribution pattern of persistent organic pollutants in the Pilica River basin: an eco-hydrology approach	Febbraio 2006 – Gennaio 2008
PLANKTON-NET: On open access framework for developing and supporting distributed knowledge centred for taxonomical data. A pilot study targeting EU phytoplakton	Aprile 2006 – Marzo 2008
PLANKTONSHIFT: Plankton dynamics and global change: the north Sera regime shift	Settembre 2005 – Agosto 2007
PROCES: Production and removal of dissolved organic matter in contrasting oceanic environments	Luglio 2005 – 2006
SIMPLIC: Mathematical modelling of marine ecosystems in sustainable development perspective: model development, parameterization and simplification using data assimilation	Dicembre 2004 – Dicembre 2005
TOXIGEN: Identifying conserved gene expression changes functionally linked to lifecycle parameters and predictive for fitness of soil invertebrates.	Novembre 2003 – Aprile 2005
VII Programma Quadro	
ALGBACT: Interactions between marine algae and bacteria	Marzo 2009 – Giugno 2010
BIOCONNECTENCE: Biodiversity and connectivity in the resilience of coastal marine communities	Maggio 2008 – Maggio 2010
CARNIVOROUS ZOO: Carnivorous zooplankton their role in Swedish marine food webs	Aprile 2009 – Marzo 2012
CHEMOARCH: Identity and biogeochemical role of chemoautotrophic prokaryotes in aquatic ecosystems	Maggio 2008 – Aprile 2010
DIMBA: Disease and immunity in marine brown algae	Settembre 2008 – Agosto 2011
DIVERSITRAITS: Identifying conserved gene expression changes functionally linked to lifecycle parameters and predictive for fitness of soil invertebrates.	Gennaio 2009 – Dicembre 2011

DOUBLECHECK: Double-check of dissimilatory nitrate reduction to either ammonium or di-nitrogen in aquatic habitats	Febbraio 2007 – Gennaio 2008
ECOFUN: Analysis of biodiversity changes on structural and functional properties of marine ecosystems under cumulative human stressors	Febbraio 2009 – Commissione
MAREA: Structure and dynamics of marine rocky benthic communities: Reactions and perspectives facing the global change	Settembre 2007 – Agosto 2010
MICROTRANCE: Microbiological transformation of anthropogenic nitrogen in coast environments	Maggio 2009 – Agosto 2011
NITRICOS: Nitrogen removal in coastal sediments: molecular microbial ecology of nitrate reducing bacteria	Marzo 2009 – Marzo 2012
PRIME: Predicting individual fish response as a measure of environmental change	Giugno 2008 – Maggio 2010
SEAGRASSTIME: Trophic cascade in marine ecosystems	Agosto 2008 – Luglio 2011

Il semplice elenco dei progetti di ricerca dimostra il grande sforzo fatto finora, ma anche tuttora in corso, per la formazione del capitale umano, scientifico e tecnologico finalizzato alla migliore implementazione della Direttiva. Tuttavia sono stati rilevati dei difetti in questo sistema, soprattutto nell'integrazione tra "science and policy", vale a dire tra la ricerca scientifica, i suoi prodotti (pubblicazioni rapporti) e l'azione politica, soprattutto in materia ambientale.

Integrazione tra ricerca scientifica e politiche ambientali

In maniera ideale, la ricerca rilevante per ogni politica ambientale dovrebbe alimentare direttamente, quasi in un modo "confezionato su misura", il processo decisionale in materia di politica ambientale (Quevauviller et al. 2005). In pratica, lo scambio e il trasferimento di informazioni o più in generale la comunicazione tra scienza e politica è in qualche modo difettosa e non tanto efficiente quanto potrebbe esserlo. Da una parte gli scienziati credono che l'utilizzatore finale dei prodotti della ricerca - invenzioni, articoli scientifici, software di calcolo, teorie e nuovi metodi di analisi-, sia generalmente un "intenditore", secondo loro il "legittimo" destinatario. Quindi spesso non "traducono" i risultati o prodotti finali in elaborati accessibili anche a un pubblico di "non-intenditori". Dall'altra parte, i portatori di interesse (*stakeholders*) ed i politici non hanno sempre i mezzi per recepire prodotti difficilmente accessibili, quindi le differenze nei linguaggi tecnici delle due parti comportano grosse difficoltà di comunicazione.

Un'ulteriore considerazione va fatta riguardo ai costi: la scienza non sempre conosce e comprende lo sforzo economico necessario al di là della ricerca stessa che è invece necessario per tradurre i risultati scientifici in decisioni politiche. Queste ultime inoltre sono spesso prese in un regime di "emergenza" e di "ristrettezza economica" per cui è difficile fare programmi a lungo termine. In queste condizioni, nell'ottica del risparmio, un grosso sforzo economico nel presente è raramente visto come un investimento per il futuro.

Sarebbe auspicabile l'attuazione di politiche fondate sui risultati della ricerca scientifica poiché alla lunga, secondo anche quanto dimostrato da Leonard et al (2002), esse portano a benefici economici. Secondo altri autori (Armsworth 2004), inoltre, anche gli ecologi potrebbero cercare di utilizzare strumenti "economici" e partecipare allo sviluppo di una "economia ecologica" o applicare i moderni concetti di "servizi eco sistemici (*ecosystem services*)" alla natura, (Cortner 2000). In effetti, da anni studiosi come R. Costanza (1987) promuovono un approccio multidisciplinare per integrare i sistemi economico ed ecologico, anche nel tentativo di dare un "valore economico" alla Natura che sia in relazione al suo stato di salute (La Camera 2009).

Secondo altri autori (Daily et al 2000), il contrario, cioè il tentativo di utilizzare concetti ecologici in economia potrebbe risultare del tutto fallimentare. Questo poiché "ecologia" ed "economia", pur essendo molto simili nella loro etimologia (dal greco: "*oikos*" = casa), divergono fortemente per diversi aspetti (Ayers 2004). Innanzitutto, nel sistema economico non esiste il corrispettivo di "produttore primario" presente nella biosfera (piante, alghe e cianobatteri). Nel sistema economico l'*input* energetico deriva dalle risorse naturali, dai servizi e dal lavoro, mentre l'*output* è un complesso eterogeneo di prodotti e servizi. Nel sistema ecologico della biosfera non esiste un vero e proprio "prodotto" da identificare come output. L'*output* in ecologia potrebbe corrispondere al lavoro che in economia è invece un *input*. Il sistema economico non "riutilizza" tanto quanto il sistema ecologico e ha invece bisogno di una grande varietà di elementi non esistenti in natura. Non ultimo, nella biosfera non esiste un vero e proprio "mercato" come del resto nel sistema economico sono esiste qualcosa di paragonabile al "corredo genetico". Viene quindi da sé che "l'evoluzione economica" è data da scoperte invenzioni e innovazioni di un sistema "intelligente" e non dalla selezione naturale di natura darwiniana o dalla fissazione di mutazioni sul corredo genetico.

Per concludere, è chiaro che l'integrazione tra ecologia ed economia e, in generale, tra scienza e politica, è una sfida ancora aperta che richiede soluzioni elaborate e complesse. Nello specifico, la Direttiva Quadro sulle Acque rappresenta un duro campo di prova per la creazione di una azione integrata tra ricerca ambientale e scelte politiche (Potocnik 2005). Esistono tuttavia modelli di integrazione che, pur non rappresentando posizioni ufficiali della Comunità Europea, forniscono un ottimo strumento di lavoro (Quevauviller et al. 2005). Nel rapporto fra scienza e politica, inoltre, vanno considerati gli elementi "parzialmente contraddittori" della i) indipendenza degli sforzi scientifici dalla politica e della ii) contemporanea necessità di sostegno alla ricerca e alla innovazione da parte della

politica. A riguardo, la Comunità Europea sta giocando certamente un ruolo di fondamentale importanza dimostrandosi consapevole di questa contraddizione e garante delle due parti.

CAPITOLO II: LEGISLAZIONE ITALIANA IN MATERIA DI TUTELA DELLE ACQUE

Evoluzione normativa, decreti di trasposizione della Direttiva 2000/60/CE

Lo sviluppo normativo nella legislazione europea e la nascita di una nuova sensibilità nei confronti dell'ambiente in Europa, si verificò in parallelo anche in Italia, in diverse fasi nel tempo.

Nella legislazione italiana è possibile individuare un primo periodo, compreso tra gli anni 30 e la metà degli anni 60 durante il quale i concetti di “inquinamento” e “ambiente” non avevano ancora un valore proprio, ma solo in virtù di altri scopi da perseguire. Ne è un esempio il Regio Decreto 8 ottobre 1931 (Testo Unico sulla pesca) dalla cui lettura risulta evidente che il fine ultimo era la protezione dell'ittiofauna e la regolamentazione dell'esercizio della pesca, piuttosto che la salvaguardia della purezza delle acque.

Successivamente, nel 1966 venne emanata la Legge 13 luglio 1966, n. 615 “Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico” che di fatto risulta essere la prima legge italiana contro l'inquinamento provocato dalle industrie e dal traffico.

Dal 1976 in poi, però, la normativa si fece più complessa e specifica, anche in materia di acque. La **tabella 4** ripercorre in ordine cronologico le norme della legislazione italiana più importanti in materia di acque.

Qualche considerazione sulla evoluzione normativa avvenuta in Italia (Martinelli 2010) riguardo alla disciplina delle acque consente di capire meglio gli obiettivi che i diversi enti preposti alla tutela hanno dovuto perseguire nel tempo, partendo dalla formulazione del giudizio di qualità delle acque per giungere a quello sullo stato dell'intero ecosistema fluviale.

Tabella 4: Schema riassuntivo delle norme più importanti in materia di acque nella legislazione italiana in ordine cronologico.

Leggi e decreti italiani	Contenuto
Regio Decreto 8 ottobre 1931 n. 1604	Testo unico delle leggi sulla pesca
Regio Decreto 11 dicembre 1933	Norme sulle derivazioni e sulle utilizzazioni delle acque pubbliche
Legge 10 maggio 1976 n. 319	Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento ("Legge Merli")
Del. Com Ministri 4 febbraio 1977	Deliberazione del Comitato dei ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento: criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art.2 b), d) ed e) della legge 10 maggio 1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento
Legge 18 maggio 1989, n. 183	Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo
Legge 5 gennaio 1994 n. 36	Disposizioni in materia di risorse idriche ("Legge Galli")
D. Lgs 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", a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 258
D. Lgs 18 agosto 2000 n. 258	Disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128
D. Lgs 6 novembre 2003, n. 367	Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose, ai sensi dell'art 3, comma 4 del D.Lgs 11 maggio 1999, n. 152
Direttiva MATT 27 maggio 2004	Disposizioni interpretative delle norme relative agli standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose
D. Lgs 3 aprile 2006 n. 152	Norme in materia ambientale
D. Lgs 16 febbraio 2008 n. 4	Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale
DM 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
Legge 27 febbraio 2009, n. 13	Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente
DLgs 16 marzo 2009 n. 30	Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento
DM 14 aprile 2009 n. 56	Regolamento recante «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'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo»
DM 17 luglio 2009	Individuazione delle informazioni territoriali e modalità per la raccolta, lo scambio e l'utilizzazione dei dati necessari alla predisposizione dei rapporti conoscitivi sullo stato di attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque
D. Lgs 8 novembre 2010, n. 260	Regolamento recante Criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.
D. Lgs 10 dicembre 2010, n. 219	Attuazione della Direttiva 2008/105/Ce relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle Dir 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della dir 2000/60/CE e recepimento della Dir 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque

La legge 10 maggio 1976 n. 319, nota anche come legge Merli è stata storicamente la prima legge italiana sull'inquinamento idrico che sostituiva, integrandole, diverse leggi in materia di igiene e sanità, pesca, acque e impianti elettrici e miniere. Il messaggio sottointeso nella legge era: *“non è possibile ottenere un risultato di non inquinamento ma è possibile limitare l'inquinamento a standard definiti sul piano nazionale”*. Tutto quello che risultava al di sotto dello standard, pur essendo inquinante e dannoso per l'ambiente, poteva essere accettato; quello che superava un determinato standard di accettabilità sociale e politica diventava reato e quindi domandava una sanzione. Di fatto si definiva una “protezione” degli standard di qualità e un controllo preventivo e formale da parte della pubblica amministrazione. Nel 1976 erano inoltre distinti gli scarichi industriali da quelli civili o domestici con i relativi valori tabellari da rispettare, dal momento immediatamente successivo alla entrata in vigore della legge, per gli scarichi industriali e entro 10 anni per gli scarichi domestici (Postiglione 2008). Oltre alla disciplina degli scarichi e la formulazione di criteri per lo scarico, la legge stabiliva le norme per l'utilizzo delle acque e l'organizzazione dei pubblici servizi di acquedotto, fognature e depurazione. Essa prevedeva infine la redazione di un piano generale di risanamento delle acque e il rilevamento sistematico delle caratteristiche qualitative e quantitative dei corpi idrici. I criteri generali e le metodologie per il rilevamento vennero indicate successivamente da una importante normativa tecnica emessa dal Comitato dei Ministri, con delibera 4 Febbraio 1977, in aggiunta alla legge 319 del 1976, che prevedeva la formazione del “catasto degli scarichi”.

La successiva revisione del Quadro normativo nazionale in materia di ambiente e di acque sviluppò, in parallelo alla sostanziale riorganizzazione dei Servizi ministeriali, la realizzazione del sistema delle Agenzie Ambientali e la ridefinizione del Sistema Nazionale di Conoscenza Ambientale¹⁴.

Per quanto riguarda più in generale l'ambiente è importante ricordare la legge 8 agosto 1985 (nota anche come legge Galasso) concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse **ambientale** e ancor prima la legge del 8 luglio 1986 n. 349 con la quale veniva istituito il Ministero dell'Ambiente. La normativa per le politiche e la tutela delle acque superficiali, dolci e marine, e sotterranee venne rivoluzionata dalla legge 18 maggio 1989 n. 183 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della

¹⁴ Primo Rapporto SinaNEt sulle acque. ANPA 2001

difesa del suolo” e dalla legge 5 gennaio 1994 n. 36 (legge Galli), che sono ricchi precursori della successiva WFD, ma soprattutto dal decreto legislativo 11 maggio 1999 n. 152, corretto ed integrato dal decreto legislativo 18 agosto 2000 n. 258.

In breve, la **Legge 18 maggio 1989 n. 183**, (integrazione agosto 1990 n. 253) in relazione alla materia acque assicurava il risanamento, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico attraverso una pianificazione integrata alla scala dell’unità appropriata, e cioè il bacino idrografico. Secondo la legge, la Pubblica Amministrazione deve svolgere azioni di carattere conoscitivo (ovvero raccolta, elaborazione, archiviazione e formazione - Servizi Tecnici Nazionali) di programmazione e di pianificazione di interventi (sistemazione, conservazione, recupero del suolo nei bacini idrografici, moderazione delle piene, consolidamento dei versanti, risanamento delle acque superficiali e sotterranee – Autorità di Bacino). Le amministrazioni periferiche dovevano trasmettere a quelle centrali le informazioni necessarie alla costituzione di un sistema informativo nazionale. Nella legge Titolo I capo II, veniva istituito il Comitato Nazionale per la Difesa del Suolo per coordinare le attività dei Servizi Tecnici Nazionali. Il territorio nazionale venne suddiviso in: bacini di rilievo nazionale, interregionale e regionale ciascuno responsabile della salvaguardia di specifica competenza ad opera delle Autorità di Bacino. Negli 11 bacini nazionali venne istituita l’Autorità di Bacino, responsabile dei Piani di Bacino. (Il D. Lgs 152/2006 riorganizzerà le autorità di bacino in distretti idrografici).

La **legge 5 gennaio 1994 n. 36** (“legge Galli”), sviluppando principi già contenuti nella legge 183/89, conteneva diversi principi generali sulla tutela e sull’uso delle risorse idriche, ovvero: il “principio di solidarietà” e la priorità dell’uso dell’acqua per il consumo umano, il “principio dell’equilibrio” del bilancio idrico per un uso razionale della risorsa e il principio del risparmio idrico. In questa legge si definiva la separazione tra titolarità e gestione del servizio idrico: la titolarità del servizio era di Province e Comuni che affidavano, mediante gara, la gestione operativa a soggetti competenti mediante convenzione. Ogni possibile comportamento di monopolio da parte del gestore doveva essere controllato dalla Pubblica Amministrazione per tutelare anche i diritti dei consumatori. La legge (art. 8) sanciva inoltre la nascita delle ATO (Ambiti Territoriali Ottimali) e prevedeva anche una nuova disciplina tariffaria secondo il principio della copertura dei costi (art. 13), con sommo anticipo rispetto alla WFD. La legge 5 gennaio 1994 n. 36 è stata prima modificata dal D. Lgs 152/1999 e definitivamente abrogata dal D. Lgs 152/2006.

Il **decreto legislativo 152/1999** poi modificato dal D. Lgs 18 agosto 2000 n. 258 aveva l'obiettivo di definire la disciplina generale per la tutela delle acque superficiali, marine e sotterranee recependo le Direttive 91/271/CEE e 91/676/CEE (**Capitolo I, tabella 1**) e mise un nuovo ordine all'intera normativa del settore idrico. I 6 titoli e 7 allegati, (**Appendice 3**) che costituivano il decreto servivano a perseguire i seguenti obiettivi:

- a) prevenire e ridurre l'inquinamento e attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati;
- b) conseguire il miglioramento dello stato delle acque ed adeguate protezioni di quelle destinate a particolari usi;
- c) perseguire usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche, con priorità per quelle potabili;
- d) mantenere la capacità naturale di auto-depurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

Per la prima volta il decreto non si limitava a considerare solamente i fattori inquinanti e ciò che li determina ma rappresentava una legislazione di azione e di prevenzione. Il Dlgs 152/1999 recepiva la direttiva CEE sui nitrati (91/676/CEE) e quella sul trattamento delle acque reflue urbane (91/271/CEE) (vedi tabella 1, capitolo I). Sulla base di particolari **indicatori** di pressione antropica o naturale potevano infine essere calcolati, con procedure statistiche, degli **indici sintetici di qualità** di lettura immediata.

Il successivo **D. Lgs 258/2000** apportava modifiche e integrazioni al D. Lgs 152/99 relativamente alle competenze, le aree sensibili, la salvaguardia delle acque destinate al consumo umano, il bilancio idrico, la temporaneità delle concessioni per il prelievo delle acque, la disciplina degli scarichi, l'autorizzazione al trattamento di rifiuti negli impianti di trattamento di acque reflue urbane, l'utilizzazione agronomica, la domanda di autorizzazione agli scarichi di acque reflue industriali, le sanzioni amministrative e penali. Per alcuni aspetti, il D. Lgs 152/99 in Italia rappresentò una anticipazione della Direttiva Quadro 60/2000/CE, poiché le norme in esso contenute ne recepivano i principi, gli orientamenti concettuali e gran parte degli obiettivi e degli strumenti previsti.

La direttiva però è stata formalmente recepita in Italia solo attraverso il **D. Lgs del 3 aprile 2006 n. 152**, parte terza, e da diversi decreti attuativi ad esso successivi. Il D. Lgs 152/2006 potrebbe essere definito come un compendio di norme ambientali, da integrare con specifici regolamenti e criteri tecnici presentati da decreti dei Ministri competenti secondo quanto stabilito dall'art 75 comma 3) e 4). Lo schema del decreto è presentato nell'**Appendice 3**. Le 6 parti di cui è costituito il decreto sono così articolate:

- Parte prima: Disposizioni comuni e principi generali
- Parte seconda: Procedure per la valutazione ambientale strategica (VAS), per la valutazione d'impatto ambientale (VIA) e per l'autorizzazione ambientale integrata (IPPC)
- Parte terza: Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche
- Parte quarta: Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati
- Parte quinta: Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera
- Parte sesta: Norme in materia di tutela risarcitoria contro i danni all'ambiente.

Selezione dal Decreto Legislativo 152/2006

Nella parte terza, sezione I, Titolo II (distretti idrografici, gli strumenti gli interventi), articolo 64, del decreto vengono definiti i **distretti idrografici** sull'intero territorio nazionale, quali aggregazioni dei bacini definiti in passato dalla legge 18 maggio 1989 n. 183. Le autorità di bacino distrettuale (ovvero autorità di bacino) sopprimono dal 30 aprile 2006 le autorità di bacino previste dalla legge 183/1989 e ne recepiscono le funzioni secondo regole dettate dal decreto stesso; e dal successivo attuale D. Lgs. Esse elaborano i **piani di bacino distrettuale**.

Questi sono strumenti conoscitivi, normativi e tecnico-operativi da utilizzare per la pianificazione e la programmazione delle azioni e delle norme di utilizzo al fine ultimo di conservare, difendere e valorizzare il suolo e utilizzare correttamente le acque in base alle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio.

Nella parte terza, sezione II viene disciplinata la tutela delle acque superficiali, marine e sotterranee dall'inquinamento con i seguenti obiettivi (art 73):

- a) **prevenire e ridurre** l'inquinamento e **attuare il risanamento** dei corpi idrici inquinati;
- b) **conseguire il miglioramento** dello stato delle acque ed adeguate protezioni di quelle destinate a particolari usi;
- c) **perseguire usi sostenibili** e durevoli delle risorse idriche, con priorità per quelle potabili;
- d) mantenere la capacità naturale di auto-depurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate;
- e) mitigare gli effetti delle inondazioni e della siccità contribuendo 1) garantire una fornitura sufficiente di acque superficiali e sotterranee di buona qualità per un utilizzo idrico sostenibile, equilibrato ed equo; 2) ridurre in modo significativo l'inquinamento delle acque sotterranee, 3)

proteggere le acque territoriali e marine e realizzare gli obiettivi degli accordi internazionali in materia [...]

f) impedire un ulteriore deterioramento, proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici, degli ecosistemi terrestri e delle zone umide direttamente dipendenti dagli ecosistemi acquatici sotto il profilo del fabbisogno idrico.

Gli obiettivi sopra riportati sono essenzialmente identici a quelli della Direttiva 2000/60. La parte della direttiva relativa ai piani di gestione è stata recepita dal decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, con l'art. 64. Il territorio nazionale è ripartito in 8 distretti idrografici per i quali è prevista la redazione di un **piano di gestione** di competenza delle rispettive Autorità di distretto idrografico. Nell'attesa della piena operatività delle Autorità di distretto, la legge 27 febbraio 2009, n. 13 ha affidato i piani di gestione a Comitati Istituzionali delle Autorità di Bacino di rilievo nazionale, integrati dai componenti designati dalle Regioni il cui territorio ricade nel distretto a cui si riferisce il piano. Maggiori informazioni sui distretti idrografici sono reperibili direttamente sui relativi siti web e dal portale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM)¹⁵.

Nell'art. 74 vengono date le definizioni di interesse per il presente lavoro: esse corrispondono perfettamente alle definizioni dell'art. 2 della WFD 2000/60 ed introducono i concetti di “buono stato delle acque” (superficiali e sotterranee); “stato ecologico”, buono stato ecologico e buon potenziale ecologico per le acque superficiali (tabella 6) e ancora stato qualitativo e stato quantitativo per le acque sotterranee.

Gli allegati del D. Lgs 152/2006, analoghi a quelli della Direttiva 2000/60 sono stati modificati e/o sostituiti dai diversi decreti ministeriali e regolamenti o disposizioni contenenti dettagli tecnici. Il **DM 16 giugno 2008, n. 131** detta i criteri tecnici per la “caratterizzazione dei corpi idrici” modificando gli allegati 1 e 3 del D.Lgs 152/2006.

Il **DM 14 aprile 2009, n. 56** sostituisce interamente l'*allegato 1* del D.Lgs 152/2006 dettando i criteri tecnici per il “monitoraggio dei corpi idrici e la identificazione delle condizioni di riferimento” ed è stato recentemente modificato dall'allegato 1 del DM 8 novembre 2010, n. 260, recante i criteri tecnici per la “classificazione” dello stato dei corpi idrici. Di fatto, in Italia, i criteri tecnici del D. Lgs 152/2006 per l'attuazione della Direttiva sono stati pubblicati nel seguente ordine: criteri di caratterizzazione, monitoraggio e classificazione. Gli allegati dei suddetti decreti legislativi o ministeriali

¹⁵ http://www.direttivaacque.minambiente.it/recepimento_mappa.html

sono nella maggior parte dei casi modifiche e approfondimenti tecnici, che spesso abrogano i precedenti. Il continuo aggiornamento della normativa è indice della difficoltà tecnica di dare seguito alle indicazioni suggerite dalla Direttiva stessa e di tradurle in vere e proprie azioni per individuare e definire lo stato dei corpi idrici, monitorarne la qualità e classificarli in base ai criteri nazionali e internazionali.

Selezione dal Decreto Legislativo 152/2006: il Registro delle Aree Protette

Il D Lgs 152/2006, parte III dedica il titolo IV agli strumenti di tutela dei corpi idrici , tra cui il **Registro delle aree Protette** (articolo 6 della Direttiva 2000/60/CE). Quest'ultimo, secondo le specifiche dell'allegato 9, comprende i seguenti tipi di aree protette:

- i) aree designate per l'estrazione di acque destinate al consumo umano
- ii) aree designate per la protezione di specie acquatiche significative dal punto di vista economico;
- iii) corpi idrici intesi a scopo ricreativo, comprese le aree designate come acque di balneazione a norma della direttiva 76/160/CEE; (*Bathing directive*)
- iv) aree sensibili rispetto ai nutrienti, comprese quelle designate come zone vulnerabili a norma della direttiva 91/676/CEE e le zone designate come aree sensibili a norma della direttiva 91/271/CEE;
- v) aree designate per la protezione degli habitat e delle specie, nelle quali mantenere o migliorare lo stato delle acque è importante per la loro protezione, compresi i siti pertinenti della rete Natura 2000 istituiti a norma della direttiva 79/409/CEE e 92/43/CEE, recepite rispettivamente con la Legge dell'11 febbraio 1992, n. 157 e con D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357 come modificato dal d.P.R. 12 marzo 2003, n. 120.

L'elaborazione del Registro delle Aree Protette è affidata alle singole Regioni, che trasmetteranno le informazioni alle Autorità di Bacino per la redazione dei piani di gestione e tutela. In realtà l'elaborazione del registro delle aree - "corpi idrici" – protette deve essere strettamente messo in relazione con l'elenco ufficiale delle aree protette (EUAP) stabilito dalla legge 394/1991 (legge quadro sulle aree protette) e con numerose altre norme in materia, quali il DPR 357/97, codificato DPR 120/2003, per l'attuazione della Direttiva 92/43/CEE; il DM 3 settembre 2002 per la gestione dei siti natura, DM 17 ottobre 2007 per la definizione delle misure di conservazione di Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS), il DM 17 luglio 2009 per l'individuazione delle informazioni territoriali. Del resto le aree protette individuate in

Italia per l'attuazione della direttiva Habitat costituiscono infatti solo una parte del più ampio registro aree delle protette previsto dalla Dir 2000/60; ma l'esistenza di tanta normativa a volte complementare ma molto spesso sovrapposto è ridondante rende estremamente complesso il lavoro degli operatori e rende necessari dei chiarimenti al fine di evitare la sovrapposizione di competenze e anche di sfruttare in modo efficiente le raccolte dati e informazioni pregresse, nell'ottica di un risparmio economico a partire dalla fase conoscitiva.

Sintesi sulla normativa di attuazione della Direttiva Quadro sulle acque: il ruolo degli indicatori

La direttiva europea sulle acque costituisce certamente un punto di fondamentale importanza per il miglioramento della gestione delle risorse idriche anche nel nostro paese, e per lo stato dell'ambiente in generale. Una completa applicazione della Direttiva in Italia richiede lo scioglimento di alcuni nodi problematici, tra i quali la costituzione delle Autorità di Distretto, la sistematizzazione del *work flow* tra i numerosi enti coinvolti, l'esistenza di strumenti legislativi nazionali che hanno anticipato vari aspetti della direttiva e la rielaborazione di altri strumenti che invece restano fermi a circa un secolo fa.

Nel 2003, la normativa nazionale risultava in linea, addirittura in anticipo, rispetto alla direttiva nel campo dell'applicazione, fissazione degli obiettivi di qualità e del raggiungimento di tali obiettivi. Risultava però carente rispetto alla direttiva in merito alla identificazione dei distretti idrografici, all'istituzione del registro delle aree protette e all'analisi conoscitiva sul recupero dei costi dell'utilizzo idrico¹⁶. Tuttavia, nel tempo sono stati fatti numerosi sforzi per l'attuazione della direttiva. Ad esempio l'entrata in vigore del **D.M. 17 Luglio 2009** sulle modalità per la raccolta, lo scambio e l'utilizzazione dei dati necessari alla predisposizione dei rapporti conoscitivi sullo stato di attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque, ha istituito la sezione Nodo Nazionale all'interno del WISE (*Water Information System for Europe*)¹⁷ attraverso il sistema SINTAI dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA).

¹⁶ Risposta Sottosegretario ambiente. Interpellanza 2-01230: tempi e modalità di attuazione della Direttiva Quadro Comunitaria in materia di acque, presentata da R. Mariani, 1 luglio 2004, seduta n. 483

¹⁷ Water Information System for Europe <http://water.europa.eu/>

Molti altri sforzi sono stati fatti (e sono ancora in corso) per l'attuazione della Direttiva e per la definizione degli strumenti normativi da utilizzare per la descrizione dei criteri di caratterizzazione, di monitoraggio e classificazione dei corpi idrici come riassunto in **Tabella 5**. In essa sono inserite anche le direttive note come *Bird Directive* (2009/147/CEE), *Fish Directive* (2006/44/CEE) e *Habitat Directive* (1992/43/CEE). È possibile consultare l'iter completo degli adempimenti della direttiva sul portale del Ministero dell'Ambiente dedicato alla Direttiva Acque¹⁸.

La direttiva sulle acque introduce nuovi concetti rispetto alla precedente normativa in materia di acque; le definizioni sono date nell'articolo 2 e vengono per la maggior parte nell'Allegato V. La **tabella 6** riporta alcune delle definizioni della Direttiva relative allo stato ecologico delle acque in lingua inglese e italiana.

¹⁸ Ministero dell'Ambiente. <http://www.direttivaacque.minambiente.it/adempimenti.html>

Tabella 5. Schema riassuntivo della attuale normativa del Parlamento Europeo e dello Stato Italiano in materia di acque e in stretta relazione alla Dir 2000/60/CEE

Legge	Titolo e contenuto
Direttiva 1992/43/CEE	del Consiglio del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche (<i>Habitat Directive</i>)
Direttiva 2000/60	del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 Ottobre 2000 che istituisce un Quadro per l'azione comunitaria in materia di acque
Direttiva 2006/44/CEE	del Parlamento Europeo e del Consiglio del 6 Settembre 2006 sulla qualità delle acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci (<i>Fish Directive</i>)
Direttiva 2006/118/CE	del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 Dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento
Direttiva 2008/105/CE	del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008 relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive del Consiglio 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio
Direttiva 2007/60/CE	Del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 Ottobre 2007, relativa alla valutazione e alle gestione dei rischi alluvionali
Direttiva 2009/147/CEE	Del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 Novembre 2009, concernente la conservazione degli uccelli selvatici (<i>Bird Directive</i>)
Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152	"Norme in materia ambientale" Parte III
Decreto legislativo 16 Febbraio 2008, n. 4	Ulteriori disposizioni correttive e integrative del D. Lgs 3/04/2006, n.152, recante norme in materia ambientale
Legge 27 Febbraio 2009, n. 13	Conversione in legge con modificazioni del Decreto Legge 30 dicembre 2008, n-208 recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente
Decreto legge 30 Dicembre 2009, n. 194	Proroga di termini previsti da disposizioni legislative
Decreto Ministeriale 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
Decreto Ministeriale 14 aprile 2009, n. 56	Regolamento recante "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'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo"
Decreto legislativo 16 Marzo 2009 n. 30	Attuazione della Direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento
Decreto Ministero Ambiente 17 luglio 2009	Individuazione delle informazioni territoriali e modalità per la raccolta, lo scambio e l'utilizzazione dei dati necessari alla predisposizione dei rapporti conoscitivi sullo stato di attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque
Decreto legislativo 10 dicembre 2010, n. 219	Attuazione della Direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle Dir 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della dir 2000/60/CE e recepimento della Direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque
Decreto MATTM 8 novembre 2010, n. 260	Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del D. Lgs 3 aprile 2006, n 152, recante Norme in Materia Ambientale.

Tabella 6. Definizioni di interesse per lo stato ecologico riportate nell'articolo 2 del testo in inglese e in lingua italiana della WFD .

Oggetto	Definizioni
Ecological status	is an expression of the quality of the structure and functioning of aquatic ecosystems associated with surface waters, classified in accordance with Annex V
Stato Ecologico	<i>Espressione della qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici associati alle acque superficiali, classificato a norma dell'Allegato V</i>
Good ecological status	is the status of a body of surface water, so classified in accordance with Annex V
Buono stato ecologico	<i>Stato di un corpo idrico superficiale classificato in base all'allegato V</i>
Good ecological potential	is the status of a heavily modified or an artificial body of water, so classified in accordance with the relevant provisions of Annex V
Buon potenziale ecologico	<i>Stato di un corpo idrico artificiale o fortemente modificato, così classificato in base alle disposizioni dell'allegato V</i>
Good surface water chemical status	means the chemical status required to meet the environmental objectives for surface waters established in Article 4(1)(a), that is the chemical status achieved by a body of surface water in which concentrations of pollutants do not exceed the environmental quality standards established in Annex IX and under Article 16(7), and under other relevant Community legislation setting environmental quality standards at Community level.
Buono stato chimico delle acque superficiali	<i>Stato chimico richiesto per conseguire gli obiettivi ambientale per le acque superficiali fissati dall'articolo 4, paragrafo 1, lettera a), ossia lo stato raggiunto da un corpo idrico superficiale nel quale la concentrazione degli inquinanti non supera gli standard di qualità ambientali fissati nell'allegato IX, e in forza dell'articolo 16, paragrafo 7 e di altre normative pertinenti che istituiscono standard di qualità ambientale a livello comunitario.</i>
Environmental quality standard	means the concentration of a particular pollutant or group of pollutants in water, sediment or biota which should not be exceeded in order to protect human health and the environment
Standard di qualità ambientale	La concentrazione di un particolare inquinante o gruppo di inquinanti nelle acque, nei sedimenti e nel biota che non deve essere superata, per tutelare la salute umana e l'ambiente.

In tutto il testo della direttiva, l'espressione "stato ecologico" è usata 45 volte mentre l'espressione "qualità ecologica" circa 9 volte. Nell'Allegato V della direttiva vengono fornite le liste di "elementi" di qualità biologica, idromorfologica, fisico-chimica e ambientale" necessarie per "classificare" lo stato ecologico.

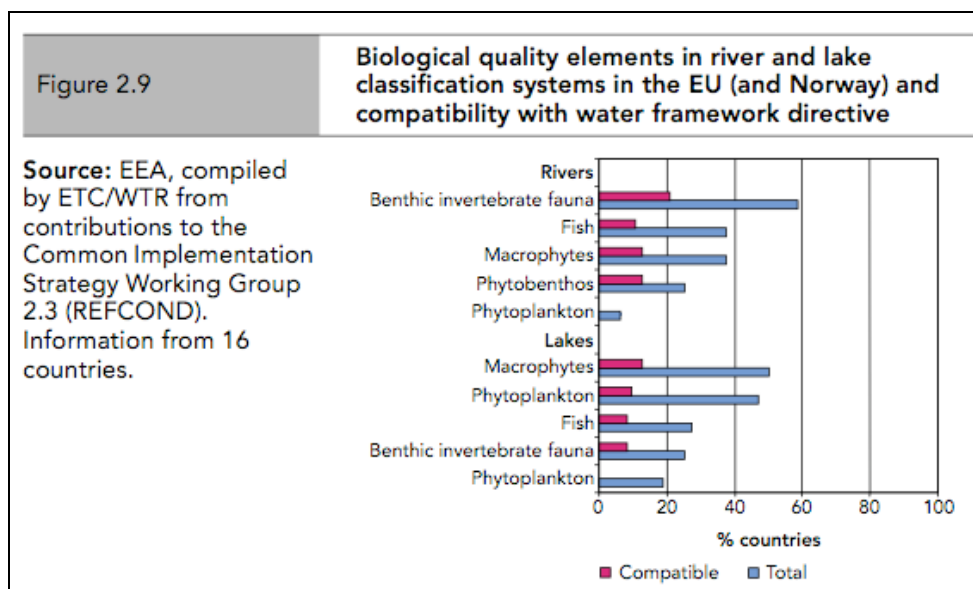
Allegato V della Direttiva: stato ecologico, elementi e indicatori

L'allegato V della direttiva 2000/60 in Italia è stato recepito nei diversi allegati della parte terza del D.Lgs 152/2006 e successivi decreti per la caratterizzazione, il monitoraggio e per la classificazione, (**tabelle 4 e 5**). Nell'allegato V sono illustrati i criteri per la definizione dello stato di qualità delle acque, grazie alla individuazione di "elementi", qualitativi e quantitativi, di natura biologica, chimica, chimico-fisica, idromorfologica, per le acque superficiali (fiumi, laghi e acque di transizione e costiere) e per le acque sotterranee,

rispettivamente nei punti 1 e 2 dell'allegato.

In sostanza, vengono suggeriti degli “elementi” di diversa natura in base alla cui osservazione, studio o analisi è possibile *ottenere indicazioni* sullo stato ecologico delle acque, in pratica degli “indicatori”. Il Capitolo III del presente lavoro è interamente dedicato al significato, la varietà e l'utilizzo degli indicatori. Il grado dello stato ecologico, da scarso a elevato, corrisponde al grado di integrità, dal punto di vista strutturale e funzionale, del sistema acquatico in studio. Tuttavia, non tutti gli Stati Membri hanno ancora prodotto dei veri e propri sistemi di classificazione completi per la qualità biologica dei laghi e dei fiumi. La figura 2 mostra gli elementi maggiormente utilizzati a livello dei singoli stati, per esempio i macroinvertebrati per i fiumi e le macrofite per i laghi.

Figura 2: Elementi di qualità biologica per sistemi di classificazione di fiumi e laghi Europei (e per la Norvegia) e compatibilità con la Direttiva Quadro sulle Acque, entrata in vigore nel Dicembre 2000.



In un certo senso, la validità dell'utilizzo di questi elementi è dimostrata dalla stesura, secondo il modello concettuale del DPSIR, del rapporto sulla qualità delle Acque in Europa¹⁹, secondo il quale nel 2003 la qualità dei fiumi europei mostrava tendenze di miglioramento nei paesi Europei e la percentuale di laghi classificati con qualità meno di “Buona” era in diminuzione già dagli anni 80. Inoltre dal 2003 al 2010, il numero di corpi idrici effettivamente inclusi nei lavori e considerati nelle attività di classificazione e monitoraggio è aumentato, parallelamente al miglioramento delle conoscenze tecnico-scientifiche maturate in relazione alla scelta e all'utilizzo efficace di “elementi” di

¹⁹ Europe's water: an indicator-based assessment. European Environment Agency. EEA, Copenhagen, 2003

classificazione, ovvero di indici e indicatori. Tutto questo rappresenta un progresso per la implementazione della Direttiva. Tuttavia, l'utilizzo di un set specifico di elementi se da una parte semplifica e rende possibile lo studio dei *trends*, rischia a volte di sovra o sottostimare le tendenze generali. È difficile infatti conciliare una tendenza al miglioramento dello stato dei corsi d'acqua con gli allarmanti dati scientifici di diminuzione della biodiversità negli stessi (Dudgeon et al. 2006)

METODOLOGIA E SCOPO DEL LAVORO

Il presente lavoro è stato incentrato sulla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60 e in particolare sulla funzione e sull'utilizzo di indicatori e indici di qualità ecologici per le acque interne, fluviali e lacustri, escludendo le acque sotterranee. Le fasi di lavoro possono essere schematizzate nel modo seguente:

- a) Rassegna della normativa Europea e Italiana relativa alla Direttiva Quadro 2000/60/CE.
- b) Studio delle caratteristiche principali e delle funzioni di indicatori e indici in relazione agli obiettivi di qualità ecologica fissati dalla Direttiva.
- c) Ricerca dei programmi di finanziamento della comunità europea in materia di indicatori e indici.
- d) Analisi dei principali indicatori e indici utilizzati dalla Direttiva e giustificazione delle scelte.
- e) Ipotesi di lavoro per la proposta di nuovi indici.

Il lavoro si è svolto presso il Dipartimento Tutela Acque Interne e Marine dell' ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale e sono stati utilizzati diversi strumenti di ricerca e database a seconda della tipologia di ricerca.

La ricerca di Direttive, Decisioni e Regolamenti pubblicati dalla Comunità europea è stata condotta attraverso il portale del diritto Eur-Lex [<http://eur-lex.europa.eu>] dell'Unione Europea. Il sito è disponibile nelle 23 lingue ufficiali dell'Unione Europea e consente la ricerca semplice, mediante parole chiave o avanzata tramite riferimenti del documento (anno e numero). Dal sito è possibile accedere anche al portale della Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea [<http://eur-lex.europa.eu/JOIndex.do?ihmlang=it>].

Inoltre sono stati consultati: il sommario legislativo del portale dell'Unione Europea [http://europa.eu/legislation_summaries]; l'Osservatorio Legislativo Del Parlamento Europeo [www.europarl.europa.eu/] e l'Archivio dei Documenti dell'Unione Europea [www.consilium.europa.eu]; il portale dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA) [http://ec.europa.eu/environment/water/index_en.htm] e il network Europeo di informazione e osservazione ambientale, EIONET [<http://www.eionet.europa.eu/>]

Per la raccolta di informazioni e di testi della normativa italiana sono stati consultati: i) il portale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

[<http://www.minambiente.it>], all'area tematica "acqua" e "normativa"; ii) il portale dell'ISPRA, tema "acque" [<http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/>] e delle diverse Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente; iii) la Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana [<http://www.gazzettaufficiale.it/>]; iv) alcune riviste giuridiche e portali, per esempio "AmbienteDiritto" [<http://www.ambientediritto.it/>], Ambiente [<http://www.ambiente.it/>].

Le ricerche sulle "*Common Implementation Strategy*" sono state condotte utilizzando il CIRCA (Communication & Informatio Resource Centre Administrator) [<http://circa.europa.eu/>], mediante accesso pubblico, utilizzando come parole chiavi "Environment" e "WFD", "indicators", "freshwater", con operatori booleani (AND, OR, NOT).

La ricerca sui progetti Europei è stata effettuata mediante il database CORDIS della Comunità Europea, che la è la fonte d'informazione ufficiale e comunitario in materia di ricerca e sviluppo [<http://cordis.europa.eu/search/index.cfm?fuseaction=search.simple>]

La ricerca in letteratura di pubblicazioni di diverso genere, ossia libri, articoli, riviste scientifiche aventi come oggetto indici e indicatori e la direttiva europea sulle acque è stata effettuata preferenzialmente dai seguenti database:

- [Biblioteca ISPRA, Sito Opac](#)
- [Biblioteca Università di Parma](#) (accesso con password)
- [Centro Biblioteche e Documentazione](#) Università di Catania (accesso con password)
- [Biblioteca CNR-ISE](#) (accesso con password) Verbania-Pallanza Istituto per lo Studio degli Ecosistemi

DISCUSSIONE

CAPITOLO III: INDICATORI E INDICI E MODELLO DPSIR

Aspetti generali e legislativi

La Direttiva Quadro sulle Acque (WFD) si pone come obiettivo principale il raggiungimento nel 2015 di un “buono stato ambientale” delle acque inteso come²⁰ “uso sostenibile delle risorse rinnovabili che garantisca acque di buona qualità per gli usi primari di consumo umano e per gli usi civili e produttivi, ma che nel contempo garantisca lo stato di corpi idrici in cui possano svilupparsi i naturali processi di auto-depurazione e possano essere “sostenute” ampie e ben diversificate comunità vegetali e animali”.

Tra le “innovazioni” concettuali della WFD, vi è certamente l’idea che l’ambiente idrico sia un sistema unico il cui stato è definibile attraverso unità omogenee o loro aggregazione (bacini idrografici o distretti di bacino). Nel bacino vanno prevenute, ridotte e risanate le situazioni di inquinamento; va perseguito il raggiungimento dell’uso sostenibile²¹ della risorsa; la sostenibilità è considerata come una sorta di stato di equilibrio per l’auto-depurazione²² del sistema idrico stesso e il mantenimento dell’ecosistema acquatico, vale a dire della componente floristica e faunistica che è indicatrice dello stato di qualità.

Inoltre, l’acqua è vista come parte dell’ecosistema idrico e la sua qualità è definita dall’equilibrio rispetto a un **sistema di riferimento** non influenzato da attività umane e che possa sostenere lo sviluppo naturale dell’ecosistema stesso, mentre in passato la qualità era definita in funzione degli usi delle acque, secondo principi igienico-sanitari.

La valutazione dello stato ecologico di un corpo idrico e più in generale di un ecosistema acquatico, al fine di impedire il deterioramento o di ripristinare o ancora mantenere un quanto più elevato stato, necessita dell’utilizzo di **Indicatori** e **Indici** di qualità che sono

²⁰ Primo Rapporto SINAnet sulle acque. APAT 2001

²¹ Sostenibile. vedi D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152, Norme in materia ambientale, e D.Lgs 16 gennaio 2008, n.4. *“Data la complessità delle relazioni e delle interferenze tra natura e attività umane, il principio dello sviluppo sostenibile deve consentire di individuare un equilibrato rapporto, nell’ambito delle risorse ereditate, tra quelle da risparmiare e quelle da trasmettere, affinché nell’ambito delle dinamiche della produzione e del consumo si inserisca altresì il principio di solidarietà per salvaguardare e per migliorare la qualità dell’ambiente anche futuro”.*

²² Autodepurazione: si verifica nello stato di equilibrio tra i guadagni e le perdite di energia del sistema e consiste in un Insieme di processi fisici, chimici e biologici che in un corso d’acqua portano alla degradazione e alla mineralizzazione, principalmente ad opera di batteri eterotrofi, della sostanza organica.

stati quindi introdotti nella normativa comunitaria e italiana al fine di “certificare” la qualità delle acque.

In questo capitolo è presentata una rassegna di diversi indicatori e indici di qualità delle acque, degli ecosistemi e in generale ecologici. Come molti altri termini utilizzati nell’ambito della conservazione della natura, e della pianificazione ambientale [Biodiversità (DeLong 2004); Vegetazione naturale potenziale (Härdtle W. 1995); Introduzione, Naturalizzazione, Invasione (Richardson et al 2000); “Naturalità” (Kowarik 1999)], il termine “indicatore” ha un significato a volte ambiguo e difficilmente definibile in maniera esaustiva (Heink U. and Kowarik 2010; Bakkes, J.A et al. 1994) e che ha richiesto in questa sede alcune precisazioni. Infine, particolare attenzione è stata data agli indicatori e indici sui cui si è lavorato nella stesura della WFD e nei *guidance documents*, al fine di mettere in luce in maniera critica le scelte operate.

Definizione di “Indicatore” e “Indice”

Il termine indicatore ha origine da latino “indicare” ovvero “puntare con il dito indice per rendere evidente” e quindi svelare o porre in rilievo per annunciare o rendere pubblicamente noto. Un “indicatore” può essere definito come una misura o una componente di un determinato sistema, dal cui studio si ottengono una “indicazione” o un “segnale” semplificato e diretto; esso però risulta da e sottintende un meccanismo complesso rispondente generalmente a numerose fonti. *Indicator is a measure which gives an idea of what something is like* ²³.

Con il termine indicatore si fa riferimento a una grande varietà di: parametri²⁴, misure²⁵

²³ Collings Cobuild. English dictionary. 2007 edition

²⁴ Indicator as a PARAMETER. Definition: a parameter, or a value derived from parameters, which points to/provides information about/describes the state of phenomenon/environment/area with a significance extending beyond, that directly associates with a parameter value, which also defines 'parameter' as 'a property that is measured or observed'. (OECD 1993, *Synthesis Report by the Group on the State of the Environment*. OECD, Paris)

²⁵ Indicator as a MEASURE. MCQueen and Noak 1988. Definition “measure that summarizes information relevant to a particular phenomenon, or a reasonable proxy for such a measure”. (*Health Promotion Indicators: Current status, issues and problems*. Health Promotion 3, 117-125-MWCD); Holling et al. 1978. Definition “measure of system behaviour in terms of meaningful and perceptible attributes” (*Adaptive Environmental Assessment and Management*. John Wiley & Sons, Chichester).

puntuali e/o continue, misure statistiche²⁶, entità misurabili, categorie di misure (ovvero quantità), o ancora “proxy”²⁷ e valori^{9,12} o ancora variabili (*variable*)²⁸, organismi (specie indicatori) o ancora azioni, processi e fenomeni (anche solo osservabili) o a volte anche strumenti di misura²⁹ (*instrument, device*), o ancora sensori (sia componenti di strumenti che specie biologiche, biosensori) o a volta anche modelli empirici¹⁷.

Difficilmente, tuttavia, i risultati di una misura (*measurements*) sono considerati indicatori, quanto piuttosto la misura in sé (*measure*). Inoltre più che un valore (*value*) un indicatore è una variabile (*variable*). Ad esempio, la concentrazione di azoto è un indicatore (*variable*) di possibili effetti deleteri sull’ambiente, quantificabili dal risultato della misura della concentrazione (*value*). Rispetto ad un dato grezzo, che rappresenta il momento empirico dell’osservazione e/o della misurazione, l’indicatore rappresenta un possibile modello teorico-concettuale con cui rappresentiamo la realtà.

C’è da aggiungere che la definizione di indicatore varia anche a secondo del contesto in cui viene utilizzato. Recentemente, Heink e Kowarich⁸ hanno raccolto diverse definizioni e tipologie di **indicatori ecologici** mettendole a confronto. Dall’analisi risultava possibile trovare una definizione comune generale e onnicomprensiva, nonostante l’elevato numero di definizioni e nonostante il fatto che alcune definizioni fossero mutuamente esclusive. Di seguito, la definizione in lingua originale:

“An indicator in ecology and environmental planning is a component or a measure of environmentally relevant phenomena used to depict or evaluate environmental conditions or changes or to set environmental goals. Environmentally relevant phenomena are pressures, states and responses as defined by the OECD (2003)”³⁰.

La cui traduzione italiana è:

²⁶ Tunstall, D. 1992 *Developing Environmental Indicators: Definitions, framework and issues*. (Draft paper). Background Materials for the World Resources Institute. Workshop on Global Environmental Indicators, Washington, D.C., December 7-8, 1992. World Resources Institute, Washington, D.C

²⁷ Indicator as PROXY. Variable assumed to be correlated (or otherwise linked) to some attribute which is not directly observable (or, for some reason, cost, for example, is not directly observed or measured (OCSE 1993)

²⁸ Indicator as a VARIABLE. Chevalier et al 1992. Definition: a variable 'hypothetically linked to the variable studied which itself cannot be directly observed. (User Guide to 40 Community Health Indicators. Community Health Division, Health and Welfare Canada, Ottawa).

²⁹ Adriaanse, A. (1993) *Environmental Policy Performance Indicators*. SDV Publishers, The Hague.

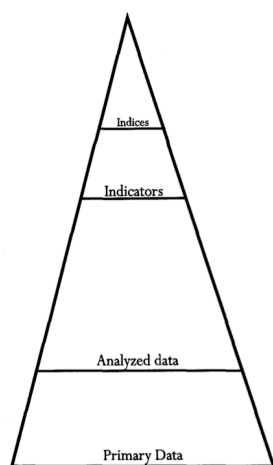
³⁰ OCSE = Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico o OECD = Organisation for Economic Cooperation and Development). <http://www.oecd.org> Core environmental indicators: development measurement and use. Paris 2003, 37 pp.

“Un indicatore in ecologia o in pianificazione ambientale è una componente o una misura di fenomeni rilevanti dal punto di vista ambientale che viene utilizzata per descrivere o valutare condizioni ambientali, cambiamenti o per definire obiettivi ambientali. I fenomeni rilevanti dal punto di vista ambientale sono le pressioni, gli stati e le risposte, definite dall’OCSE (2003) ¹⁷”.

Le definizioni guida di “indicatori ambientali” e i concetti ad esso correlati sono di fatto continuamente rielaborate e discusse dagli studi di settore dell’OCSE³¹. Va inoltre considerato che se gli “indicatori” sono variabili, i “dati” sono invece le misurazioni del valore della variabile (nel tempo, nello spazio, nella popolazione ecc...) o delle osservazioni. Queste ultime tuttavia hanno un’accezione qualitativa e non quantitativa, come le misurazioni.

Considerando poi diversi livelli di aggregazione degli indicatori si ottengono funzioni ad essi correlate, ovvero gli **indici numerici** (spesso rapporti) o anche solo gli **indici** [ovvero singoli numeri che sono funzioni semplici- somma, moltiplicazione ecc...(Ott, W.R. 1978) di uno o più indicatori].

Figura 3. Piramide delle informazioni ²¹



Indicatori e indici sono a volte usati come sinonimi o altre volte in senso gerarchico, come se, banalmente, un indice avesse una maggiore importanza rispetto agli indicatori. Questa seconda visione è in realtà poco corretta (SCOPE 1995) e deriva probabilmente da una interpretazione semplicistica della piramide delle informazioni (Hammond et al 1995) (**figura 3**) molto utilizzata nella pianificazione ambientale. In essa, il gradino più basso è rappresentato dai “dati primari”, raccolti per

esempio nelle operazioni di monitoraggio; i dati analizzati ed elaborati vengono sintetizzati in “indicatori e indici”. Anche se dalla piramide appare che gli indici abbiano un livello di aggregazione più elevato rispetto agli indicatori, la vera differenza tra indici e indicatori consiste nella *complessità della funzione* con la quale sono stati calcolati e non ha un

³¹ OCSE = Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico o OECD = Organisation for Economic Cooperation and Development). <http://www.oecd.org/>

valore gerarchico.

Funzioni di Indicatori e Indici

A secondo del contesto in cui vanno applicati, indicatori e indici hanno diversi requisiti, primo fa tutti un valore quantitativo e/o qualitativo.

È difficile quindi definire dei requisiti universali; tuttavia è possibile delineare chiaramente le maggiori funzioni di indici e indicatori (Tunstall 1979), illustrate qui di seguito:

- Stabilire condizioni e tendenze tal quali o in relazione a certi obiettivi (*assess condition*)
- Semplificare, sintetizzare, misurare
- Fungere da segnali di “preallarme” (*early warning signals*) o “primi segnali di pressione” (*prime assessors of pressures*)
- Permettere il confronto tra luoghi e tra condizioni
- Consentire previsioni su condizioni e tendenze future (*assess trends*)

Indici e indicatori possono quindi avere una funzione “descrittiva”, “valutativa” e “prescrittiva”. Essi vengono utilizzati sia nella ricerca scientifica che nella pianificazione ambientale da scienziati, operatori ambientali ma anche dall’opinione pubblica; basti pensare all’uso comune dell’osservazione della migrazione di certi animali o della germinazione di alcune specie floreali indicatori dell’arrivo di cambiamenti, per esempio, stagionali.

Molteplicità degli indicatori e soggettività della scelta

Nella definizione di un indicatore esiste un margine di soggettività ineliminabile, che deriva sia dall’individuazione dei criteri con cui lo stesso viene definito, sia dalla scelta dell’oggetto da misurare. Dalla molteplicità dei punti di vista possono quindi scaturire una molteplicità di indicatori e questo crea problemi di *confrontabilità* tra indicatori e di interpretazione dei fenomeni. Inoltre, il dato è un elemento oggettivo, mentre la scelta degli indicatori è certamente soggettiva, motivo per cui si dibatte tanto su tale scelta. L’Unione Europea appare perfettamente consapevole di questa criticità e organizza Gruppi di Lavoro *ad hoc* sui diversi punti delle sue Direttive che ne prevedono l’utilizzo. Così è stato fatto anche nel caso degli indicatori utilizzati per stabilire la qualità ambientale delle acque secondo gli obiettivi della WFD, con i risultati che cercheremo di illustrare.

Il passaggio analitico dai dati agli indicatori specifici è sempre incompleto e parziale perché qualunque processo di semplificazione comporta la perdita di una parte di

informazione; ciò è ancora più evidente quando si trattano dati molto complessi per i quali bisogna ricorrere a più indicatori. Se l'indicatore può essere considerato come una variabile statistica oggettiva (sia quantitativa che qualitativa) la scelta è soggettiva e spesso relativa all'interesse per la rappresentazione di un particolare fattore. In particolare, nel settore ecologico esistono numerosi studi e critiche riguardo l'utilizzo di taluni indicatori (Landres et al. 2005, Dauvin 2010); considerando anche che la scelta di per se stessa difficile degli indicatori è aggravata dalla complessità degli ecosistemi.

Situazioni: “Data-rich” e “information-poor”

A partire dagli anni settanta si è assistito ad un crescente sforzo per l'avvio di sistemi di monitoraggio dello stato dell'ambiente con la concomitante elaborazione di sofisticati indicatori, spesso non completa. In pratica, la raccolta e l'elaborazione dei dati ambientali sono stati un passaggio fondamentale per individuare situazioni di insostenibilità e di rischio ambientale. Tuttavia, alla raccolta routinaria spesso non è seguita una vera elaborazione dei dati.

Adesso, in alcuni casi di verifica la situazione paradossale di *data-rich and information-poor* (Ward et al 1986, Timmerman et al 2010, Ward 1996), ovvero alla disponibilità di una mole sostanziosa di dati, di cui però è problematico valutare la qualità analitica, la credibilità e la confrontabilità. In questo senso, gli indicatori diventano invece un utile strumento per selezionare le variabili più interessanti e capaci di descrivere i cambiamenti ambientali e le risposte in modo rappresentativo e sintetico.

Situazioni: “Data-poor”

Un'altra criticità è costituita di contro dalla difficoltà di ottenere valori numerici rappresentativi, nei casi in cui si hanno a disposizione poche informazioni o dati. Per dare un'interpretazione corretta a questo tipo di risultati sarebbe quindi necessario specificare se sono stati ottenuti attraverso una misura, attraverso ipotesi e supposizioni, nel cui caso il risultato è più una stima. Il caso dell'assenza di informazioni, e dati in particolare, è alquanto diffuso. A tal proposito Rogers e Biggs (1999) studiando il caso dei corsi d'acqua del Kruger Park (Sud Africa) suggerivano l'approccio della scelta di *threshold or probable concerns* (TPCs) ovvero di specifiche soglie o range di valori legati allo stato ecologico e il cui superamento fungeva da indicatore di una situazione di pericolo per l'ambiente.

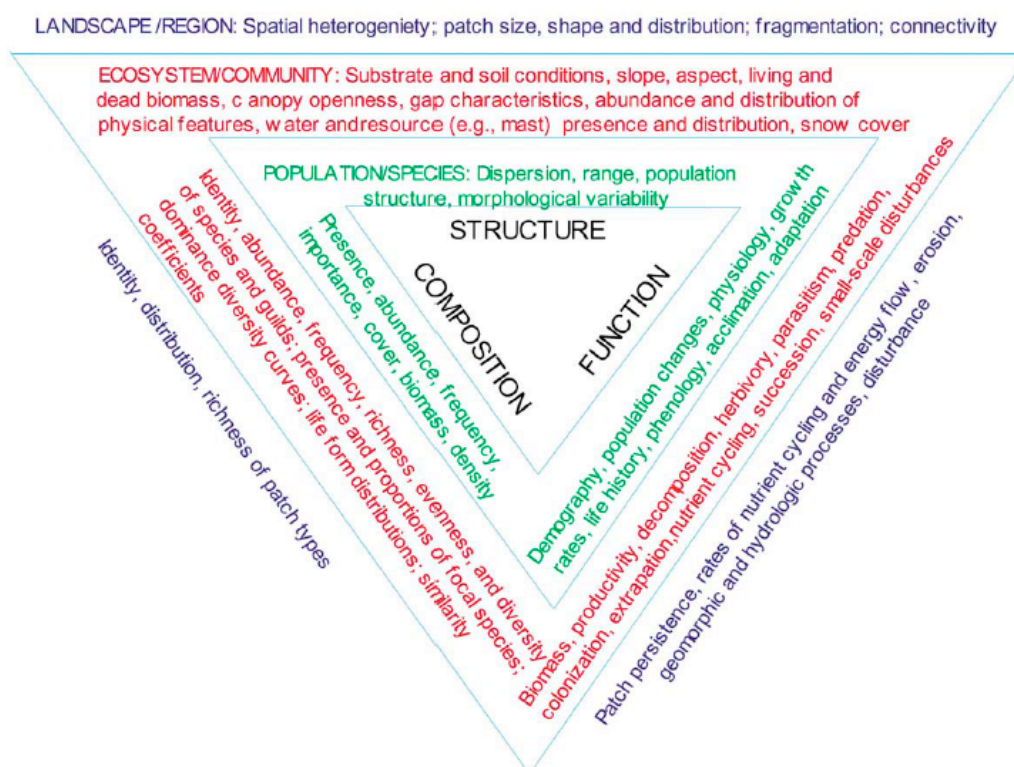
Criteri per la scelta: il caso degli indicatori ecologici

Quanto finora detto è solo un accenno alle difficoltà che si riscontrano nella scelta degli indicatori e legato alla loro molteplicità, soggettività, grado di semplificazione o in alcuni casi quasi all'impossibilità di applicarli. Il caso degli indicatori ecologici è emblematico di questa situazione (Dale & Beyeler 2001).

Nell'applicazione di indicatori ecologici bisogna tenere certamente conto delle loro funzioni precedentemente illustrate, vale a dire: i) valutare le condizioni ambientali, ii) fornire un segnale di preallarme di cambiamenti ambientali, iii) monitorare le tendenze evolutive di un sistema ambientale, iv) aiutare nella individuazione delle cause dei problemi ambientali.

In pratica, gli indicatori ecologici servono a esaminare e sintetizzare la composizione, la struttura e la funzione di sistemi ecologici complessi. In **Figura 4**, queste tre componenti dell'ecosistema sono rappresentate da una serie di triangoli inseriti l'uno dentro l'altro, proprio per indicare la stretta dipendenza e la conseguente complessità delle informazioni associate a esse. Per esempio, lo studio delle specie e dei livelli trofici, all'interno della componente "Composizione" è strettamente dipendente dalle dimensioni dell'habitat in studio, all'interno della componente "Struttura – Landscape" (**Fig. 4**).

Figura 4. Rappresentazione triangolare della gerarchia ecologica, con le più importanti caratteristiche dei concetti di composizione, struttura e funzione (Fonte Dale & Beyeler: da Franklin 1988 e Noss 1990).



È necessario quindi scegliere opportunamente i diversi indicatori ecologici non limitandosi ad un singolo indicatore quanto piuttosto a un set, tenendo da una parte presente la complessità dell'ecosistema, dall'altra la funzione stessa dell'indicatore, ovvero la semplicità. Banalmente, la domanda alla quale spesso è necessario dare una risposta è: “Quale tra i numerosi indicatori ecologici è capace di caratterizzare l'intero ecosistema, rimanendo tuttavia abbastanza semplice da essere effettivamente ed efficacemente monitorato e preso a modello?”

Esistono numerosissimi studi sui criteri da adottare nella scelta degli indicatori. La maggior parte di questi studi concorda sulle caratteristiche generali che gli indicatori dovrebbero avere per essere tali, e che sono illustrate in **tabella 7**.

Tabella 7: Caratteristiche generali degli indicatori ecologici comuni in diversi studi di settore.

Criteri per gli indicatori ecologici

Facilmente misurabili

Sensibili agli stress sul sistema/ecosistema

La risposta allo stress è prevedibile

La risposta è poco variabile o all'interno di un pattern stabilito

La risposta a stress naturali o antropogenici e il cambiamento nella scala temporale sono noti- ben documentati e possibilmente diversi o distinguibili

Allarmi precoci: indicano in anticipo cambiamenti nel sistema

Sono integrativi e integrabili: usando un set di indicatori è possibile valutare diversi gradienti nel sistema

Nei paragrafi successivi verranno illustrati solo alcuni tra gli indicatori e gli indici più utilizzati, scelti tra una grande varietà. È importante precisare che, secondo la US National Commission on Science for Sustainable Forestry³²: “*The bottleneck in effective selection and use of indicators is not a lack of good indicators or good science, but rather the lack of [...] a clear process for selection indicators [...]*”, cioè esiste una mancanza, a volte compromettente per le scelte di gestione ambientale, nei criteri di scelta degli indicatori stessi.

Per operare una scelta corretta bisogna utilizzare un modello concettuale (Niemeijer et al. 2008). Di fatto e nella pratica, infatti, gli indicatori vengono selezionati soprattutto sulla base di procedure stabilite e consolidate dal tempo o ancora sulla base di “valutazioni di esperti” (“*intuitive assessment of experts*”) (Bossel, H. 2001). Un'altra pratica comune è quella di valutare il grado di risposta di singoli indicatori alle caratteristiche illustrate

³² NCSSF 2005 <http://ncseonline.org/ncssf/>

precedentemente (**Tabella 7**), senza considerare altri indicatori e senza operare una vera e propria integrazione per elaborare set di indicatori (Swart et al. 1995) Quest'ultima considerazione risulta chiaramente evidente dallo studio di Niemeijer e de Groot (2008) che rielaborando e approfondendo i criteri di selezione degli indicatori, sottolinearono come solo 3 su un totale di 34 criteri fossero esplicitamente basati sull' integrazione o su un effettivo legame con le pratiche di management (**Tabella 8**).

Tabella 8: Criteri di selezione per gli indicatori ecologici (Niemeijer e de Groot 2008)

Criteria	Description/ explanation
<u>Scientific dimension</u> <ul style="list-style-type: none"> - Analytically soundness - Credible - Integrative - General Importance 	Strong scientific and conceptual basis Scientifically credible The full suit of indicators should cover key aspects/components/gradients Bear on fundamental process or widespread change
<u>Historical dimension</u> <ul style="list-style-type: none"> - Historical records - Reliability 	Existing historical record of comparative data Proven trash record
<u>Systemic dimension</u> <ul style="list-style-type: none"> - Anticipatory - Predictable - Robustness - Sensitive to stresses - Space-bound - Time-bound - Uncertainty about level 	Signify and impending change in key characteristics of the system Respond in a predictable manner to changes and stresses Be relatively insensitive to expected source of interference Sensitive to stresses on the system Sensitive to changes in space Sensitive to changes within policy time frames High uncertainty about the level of the indicator means we can really gain something from studying it
<u>Intrinsic Dimension</u> <ul style="list-style-type: none"> - Measurability - Portability - Specificity - Statistical properties - Universality 	Measurable in qualitative or quantitative terms Be repeatable and reproducible in different contexts Clearly and unambiguously defined Have excellent statistical properties that allow unambiguous interpretation Applicable to many areas, situations and scales
<u>Financial and practical dimensions</u> <ul style="list-style-type: none"> - Costs, benefits and cost-effectiveness - Data requirement and availability - Necessary skills - Operationally simplicity - Resource demand - Time demand 	Benefits of the information provided by the indicator should outweigh the costs of usage Manageable data requirements (collection) or good availability of existing data Not require excessive data collection skills Simple to measure, manage and analyse Achievable in terms of the available resources Achievable in the available time
<u>Policy and management dimensions</u> <ul style="list-style-type: none"> - Comprehensible - International 	Simply and easily understood by target audience Be compatible with indicators developed and used in

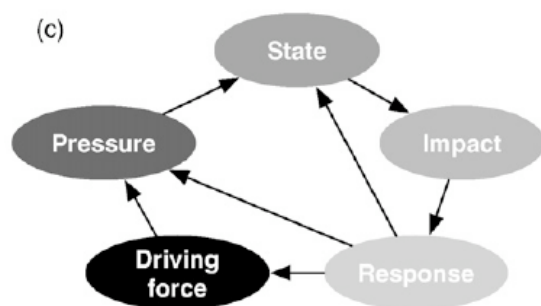
<ul style="list-style-type: none"> - compatibility - Linkable to societal dimension - Links with management - Progress towards targets - Quantified - Relevance - Spatial and temporal scale of applicability - Thresholds - User-driven 	<p>other regions Linkable to socio-economic developments and societal indicators</p> <p>Well established links with the specific managements practise or interventions</p> <p>Links to quantitative or qualitative targets set in policy documents</p> <p>Information should be quantified in such a way that its significance is apparent</p> <p>Relevance for the issue and target audience at hand</p> <p>Provide information at the right spatial and temporal scale</p> <p>Thresholds that can be used to determine when to take action</p> <p>User-driven to be relevant to target-audience</p>
---	---

Diretta conseguenza della scelta di concentrarsi su singoli indicatori è il fatto che spesso i report ambientali contengono moltissime informazioni, o spesso giustificazioni, sulla scelta dell'indicatore a scapito di una effettiva analisi dei dati ambientali; in pratica l'indicatore diventa l'oggetto stesso del report, perdendo di fatto la sua funzione di "indicatore" di fenomeni complessi.

Il modello concettuale DPSIR per la scelta degli indicatori ecologici

La necessità di applicare un criterio più rigoroso per la scelta degli indicatori ha trovato una utile risposta nel modello DPSIR (*Driving forces, Pressures, Status, Impacts and Responses*), precedentemente illustrato ed utilizzato nella descrizione ed elaborazione dei dati rappresenta. Ad oggi rappresenta il modello concettuale più idoneo e meglio adattabile alla scelta degli indicatori poiché è costruito su relazioni di **causalità**, cioè su un sistema logico di nessi causali (Causal Network Process).

In maniera molto semplicistica il modello DPSIR scaturisce dalla formulazione di



domande che descrivono lo stato e le forze che agiscono su un sistema, insieme alle pressioni e agli impatti e alle possibili risposte dell'ambiente stesso ad esse o ai possibili interventi e misure da adottare. La figura 5 mostra lo schema del modello concettuale DPSIR.

Figura 5. Rappresentazione schematica del modello concettuale DPSIR.

Gli indicatori scelti sono quelli che meglio rispondono alle suddette domande e che meglio descrivono stato, forze, impatti, pressioni e registrano le risposte dell'ambiente.

Un chiaro esempio di utilizzo del metodo DPSIR è presente nel Primo Rapporto SINanet sulle acque³³, nel quale i diversi “elementi” e indicatori scelti per l'applicazione del modello alle acque rispondono anche alle specifiche della European Environment Agency (EEA, Kirsten 2004)³⁴. In particolare, come **drivers** (forze) vengono considerate per esempio popolazione residente e densità, agricoltura e turismo; come **pressioni** consumo di acqua, scarichi e carichi in acqua, attività produttive; come i **impatti** l'eutrofizzazione e per descrivere lo **stato** sono utilizzati diversi indici, LIM SECA e TRIX ; infine le **risposte** considerate riguardano la definizione di aree protette, tariffe, controlli e sanzioni. Gli indici utilizzati nel rapporto sono di fatto riconducibili al decreto legislativo 152/99 che come più volte sottolineato ha anticipato la Direttiva e la parte III del DLgs 152/2006 che la recepisce formalmente.

Considerazioni sui fattori economici

Una considerazione estremamente importante nella scelta degli indicatori ecologici riguarda il fattore economico, purtroppo poco considerato nella fase iniziale di pianificazione. Il fattore economico è invece determinante nella pratica di monitoraggio e gestione ambientale e di fatto nella scelta degli indicatori. Il costo per l'utilizzo di uno o più indicatori dipende da una molteplicità di fattori tra i quali possiamo banalmente ricordare:

- tipologia di campionamento, in relazione alla scala temporale, spaziale, al numero di campioni e repliche;
- tipologia di analisi e di strumentazione scientifica, costo del materiale di consumo;
- tipologia di personale coinvolto nelle operazioni (esperti, tecnici);
- tipologia di elaborazione dei dati (software, calcoli, modelli);

Le spese analitiche dell'utilizzo degli indicatori possono essere stimate (esempio: tariffario

³³ Primo rapporto SINanet sulle Acque. Stato dell'Ambiente 3/2001. ANPA- dipartimento Stato dell'Ambiente, Controlli e Sistemi Informativi

³⁴ Kirstensen P. 2004. The DPSIR framework. Workshop on a comprehensive/detailed assessment of the vulnerability of water resources to environmental change in Africa using river basin approach. UNEP headquarters, Nairobi, Kenya

ARPA)³⁵ e generalmente sono anche contenute date le scarse risorse economiche a disposizione, il che in un certo senso ha limitato la fase “conoscitiva” di applicazione della Direttiva , ovvero la caratterizzazione dei corpi idrici.

Il problema di fondo è quello di dare un valore economico seppur minimo alla “qualità dell’acqua” (Morris 2004); qual è la corrispondenza tra l’optimum sociale di uno standard di qualità delle acque e il prezzo sul mercato dell’acqua intesa come risorsa economica? Quanto costa un’acqua buona e quanto una allo stato elevato? Quanto costa “conservare” un’acqua allo stato elevato? Il valore economico dell’ “acqua”, nella definizione della Direttiva è il tema centrale di studi approfonditi e ricerche e di diverse iniziative ad operara, per esempio, del gruppo “WATECO” (WATER Framework Directive & ECONomics) lanciato nel Dicembre 2000 all’interno delle Strategie Comuni di implementazione della WGD, o del gruppo noto come TEEB (The Economics of Ecosystem and Biodiversity). La *task-force* internazionale TEEB³⁶ ha lo scopo di valutare i benefici economici a livello globale della biodiversità, i costi crescenti della graduale perdita di biodiversità e di impoverimento degli ecosistemi, al fine di proporre azione integrate in diversi campi scientifici economici e politici.

³⁵ <http://www.arpa.fvg.it/index.php?id=39#c101>

³⁶ TEEB, The Economics of Ecosystem and Biodiversity, <http://www.teebweb.org/>

CAPITOLO IV: TIPOLOGIA DI INDICATORI

Focus su indicatori di qualità delle acque per la classificazione dello stato ecologico

Ambienti terrestri e acquatici: diversità e indicatori

Parlando della funzione di indicatori e indici è stato precedentemente sottolineato come essa sia strettamente correlata al contesto in cui essi vengono utilizzati: di conseguenza la scelta degli indicatori dipende dall'ambiente da analizzare. È logico quindi pensare che per l'ambiente terrestre e quello acquatico si utilizzino indicatori specifici, in tutte le categorie, fisico-chimiche, biologiche, economiche etc...

Le maggiori differenze tra l'ambiente terrestre e quello acquatico risiedono in:

- l'influenza di fattori quali luce e ossigeno che possono facilmente diventare limitanti negli ambienti acquatici rispetto a quelli terrestri;
- la possibile assenza di acqua e l'elevato consumo che avviene solo negli ambienti terrestri;
- l'elevata biomassa vegetale terrestre rispetto a quella acquatica (peso secco in gr/m^2);
- la velocità di *turnover*, ovvero del flusso di energia produttiva, che è molto più elevata negli ecosistemi acquatici rispetto a quelli terrestri, così come il metabolismo per unità di volume o peso.

Gli ambienti terrestri e acquatici, tuttavia, hanno la stessa struttura fondamentale e le stesse funzioni; per esse è quindi possibile usare gli stessi indici e indicatori. Ricordiamo, per esempio, che ambienti terrestri e acquatici sono entrambi costituiti da una grande varietà di specie (alcune maggiormente "sensibili" ai cambiamenti e quindi "indicatori"); in entrambi si possono differenziare diversi livelli trofici e numerose relazioni di interdipendenza tra fattori abiotici e biotici, per i quali si utilizzano indici di diversità, indicatori di produttività primaria e secondaria etc... Infine gli ambienti terrestri e acquatici, pur nel loro differente grado di stabilità, hanno una generale tendenza all'equilibrio pur sempre dinamico, misurabile per esempio tramite flussi e budget di energia.

In questa sede verranno analizzati esclusivamente le tipologie di indicatori e indici utilizzati per valutare la "qualità delle acque" e "lo stato ecologico" dei sistemi acquatici poiché strettamente legati alla Direttiva 2000/60. Verrà presa in considerazione solo una selezione di indicatori e indici e i loro aspetti essenziali più importanti.

Indicatori chimico-fisici

La categoria degli indicatori chimico- fisici è molto vasta poiché nell'acqua si trovano disciolte molte sostanze per l'azione di dilavamento dei suoli, l'erosione delle rocce, gli scambi con l'atmosfera e per l'azione delle acque di pioggia. La natura chimica delle acque naturali è estremamente complessa³⁷ (Hem 1984), tuttavia sono riscontrabili diversi parametri comuni alle diverse categorie di acque e sufficienti a descriverne la qualità. I parametri maggiormente utilizzati sono illustrati in tabella 9.

Tabella 9. Elenco dei parametri di natura chimico-fisica maggiormente utilizzati nell'analisi delle acque, con particolare riferimento ai criteri chimico-fisici da utilizzare per la classificazione di laghi e fiumi in Italia, secondo il DM 8 novembre 2010, n. 260. "Altro" = criterio utilizzato per una migliore interpretazione del dato biologico oltre ai criteri da utilizzare indicati nella rispettiva colonna laghi o fiumi. ⁱ = integrati in *LTLeco*, Livello Trofico Laghi per lo stato Ecologico; ⁱⁱ = integrati in *LIMeco*, Livello di Inquinamento da Macrodescrittori per lo stato Ecologico.

Parametro	Funzione e indicazione	Fiumi (DM 260/2010)	Laghi (DM 260/2010)
pH (pondus Hydrogenii) e stato di acidificazione	Concentrazione di ioni H ⁺ in acqua, determinazione dell'acidità	Altro	Altro
Temperatura	Stato e scambio termico	Altro	
Conducibilità elettrica	Misura della capacità elettrica, contenuto di sali	Altro	Altro
Durezza	Misura delle concentrazioni di Ca e Mg	Altro	
Residuo fisso Alcalinità	Misura dei sali disciolti Misura di sali con proprietà alcali	Altro	Altro
Trasparenza	Misura delle proprietà ottiche delle acque e di attraversamento della radiazione luminosa; stima indiretta della quantità di fitoplancton e clorofilla-a (eutrofizzazione)		Trasparenza ⁱ
Materiale sospeso (SM, mg/l)	Misura del contenuto di materiale solido e particolato		
Ossigeno disciolto e saturazione di ossigeno	Misura della quantità di ossigeno disciolto in acqua	Ossigeno disciolto ⁱⁱ	Ossigeno ipolimnico ⁱ
Contenuto di materia organica	Misura della quantità di sostanza proveniente da organismi e dal loro metabolismo	Nutrienti ⁱⁱ (fosforo totale)	Nutrienti - fosforo totale ⁱ
Sostanze azotate	Misura dei composti inorganici/organici e alcuni xenobiotici contenenti azoto	Nutrienti ⁱⁱ (N-NH ₄ , N-NO ₃ ,	Altro (azoto ammoniacale)
Domanda biologica di ossigeno	Misura della quantità di ossigeno richiesto per la degradazione della sostanza organica contenuta in acqua		

³⁷ <http://pubs.usgs.gov/wsp/wsp2254/html/pdf.html>

Non tutti i singoli parametri chimico-fisici possono essere considerati di per sé degli indicatori (Wamelink 2002) e in ogni caso il loro utilizzo è “limitato” alla definizione della qualità delle acque e deve essere integrato con numerosi altri elementi (idromorfologici e biologici) per la valutazione dello stato ecologico. La Direttiva 2000/60/CE e le legislazioni nazionali in materia di acque nei diversi Stati Membri, hanno superato la convinzione che la determinazione di questi parametri (il cosiddetto *chimismo*) fosse sufficiente a stabilire un giudizio di qualità. Esistono tuttavia ambienti in cui questi parametri potrebbero da soli definire la tipologia di acque in analisi e la qualità delle stesse, come ad esempio i corpi idrici di acque dolci carsiche (Reisenhofer 1998). Lunghe serie temporali di dati chimico-fisici, inoltre, sono spesso l’unico strumento a disposizione degli esperti per valutare gli equilibri dinamici dei corpi idrici e formulare ipotesi sui possibili meccanismi evolutivi.

La definizione dello stato chimico delle acque secondo la Direttiva 2000/60/CE e successive modifiche e integrazioni, prevede l’analisi della presenza di sostanze chimiche appartenenti all’elenco di priorità, divise in: a) sostanze prioritarie, b) sostanze pericolose prioritarie, c) sostanze rimanenti. Esse vengono definite da elenchi specifici nelle direttive e nelle norme nazionali di attuazione delle direttive, periodicamente aggiornate sulla base di studi epidemiologici e di ricerche sulla tossicità e cancerogenicità delle specie e per esse vengono stabiliti precisi valori tabellari e concentrazioni standard da rispettare per l’identificazione del buono stato chimico delle acque.

Nella **tabella 9** sono riportati gli elementi di qualità chimico-fisica da utilizzare per la classificazione dello stato dei corpi idrici fluviali secondo il recente DM 260/2010, che modifica l’allegato 1 del DLgs 152/2006 e successive modifiche. Senza entrare troppo nei dettagli, risulta evidente che nella fase di classificazione vengono scelti solo alcuni dei numerosi parametri disponibili e taluni (detti “*altri*”) entrano in causa solo per una migliore interpretazione dei dati. Nei laghi, ad esempio, i parametri *trasparenza*, *ossigeno lipolimnico*, e il *fosforo totale* come *nutrienti* vengono integrati nell’indice LTLeco, per il livello trofico dei laghi; parallelamente, nei fiumi, si utilizza l’indice LIMeco (livello di Inquinamento da Macrodescrittori per lo stato ecologico). Quest’ultimo si ottiene integrando i dati dei parametri *nutrienti* e *ossigeno disciolto* vengono integrati nell’indice LIMeco, che sostituisce l’indice LIM (DLgs 152/99), che prendeva in considerazione anche i parametri BOD₅, COD e i dati microbiologici *Escherichia coli*. La valutazione

preliminare, per esempio, degli indici, effettuata dall'ARPA-Piemonte³⁸ mette in evidenza che in linea generale il LIMeco restituisce uno stato migliore rispetto al LIM per le classi Elevato e Buono, mentre per i casi nei quali lo stato risulta più compromesso si ha una sostanziale coerenza tra i due indici.

Indicatori idromorfologici

Gli indicatori idromorfologici servono a valutare i processi di natura idrologica e morfologica che condizionano l'aspetto e il funzionamento di corpi e corsi d'acqua. A questa categoria appartengono numerosi indicatori, tra i quali i più noti sono illustrati in tabella 10.

Tabella 10. Sintesi delle categorie di parametri idromorfologici maggiormente utilizzati nell'analisi dei corpi idrici di acqua dolce, con particolare riferimento alla classificazione di laghi e fiumi in Italia, secondo il DM 8 novembre 2010, n. 260

Categorie	Parametri	Fiumi (DM 260/2010)	Laghi (DM 260/2010)
Regime idrologico	Quantità e variazione delle portate, dinamica e connessioni di falda	Volume e dinamica del flusso idrico, connessioni col corpo idrico sotterraneo	escursioni di livello, tempo di residenza, connessioni col corpo idrico sotterraneo
Continuità fluviale	Entità ed estensione degli impatti di opere artificiali su flusso di acqua, sedimenti e biota	Continuità fluviale, longitudinale e laterale	
Condizioni morfologiche	variazioni profondità, larghezza, struttura e substrato, configurazione delle sezioni fluviali, portate solide, vegetazione fascia perifluviale	variazioni profondità e larghezza, ovvero planimetrica e assetto altimetrico, struttura e substrato dell'alveo, struttura della zona ripariale, vegetazione fascia perifluviale, entità ed estensione degli impatti di opere artificiali	struttura della zona ripariale, linea di costa, variazione della profondità e evoluzione (interrimento) del fondo del corpo idrico (exp delta alluvionali) struttura e tessitura del sedimento della zona litorale e della zona pelagica

Nella Direttiva 2000/60 sulle acque i parametri idromorfologici sembrano presi in considerazione solo nel caso di condizioni di qualità biologica elevata, il che li rende apparentemente non rilevanti per la determinazione della qualità di corpi idrici alterati. Tuttavia è proprio in questi ultimi casi che la conoscenza dei parametri idromorfologici, primi veri descrittori, a nostro parere, delle attività umane e del loro impatto, devono essere presi in considerazione. L'utilizzo, apparentemente limitato, dei parametri idromorfologici è probabilmente collegato alla complessità dei processi idromorfologici e quindi

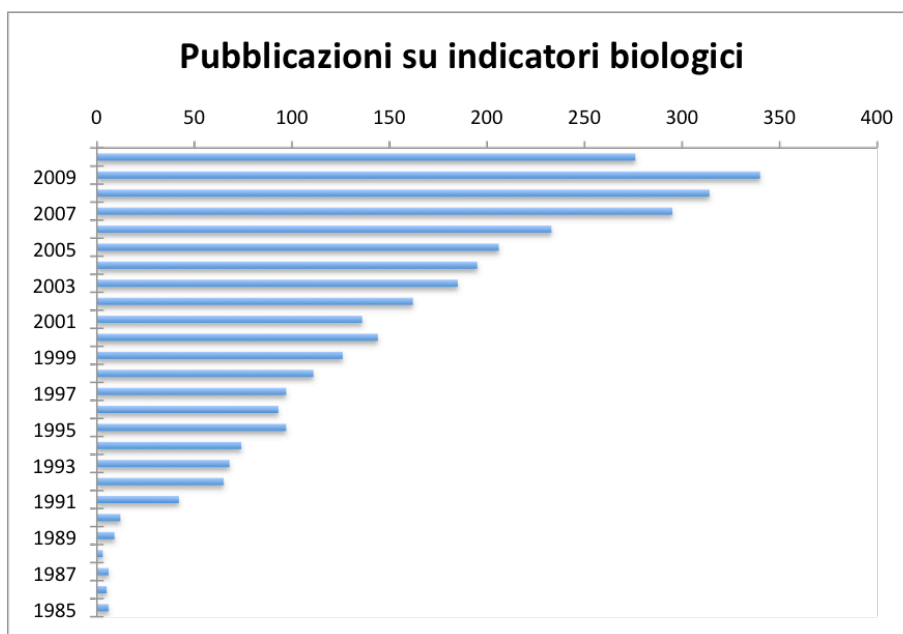
³⁸ http://www.regione.piemonte.it/ambiente/sezione_navigabile/rapporto_2010/

all'assenza di un'appropriata metodologia di indagine idromorfologica che operasse alle diverse scale spazio-temporali anche collegando le forme fluviali ai processi, piuttosto che una mera contabilizzazione delle forme attraverso il consueto utilizzo di singoli parametri. Il recente lavoro di ISPRA (Bussetтини et al 2010, Rinaldi et al 2010) ha stabilito i criteri e le linee guida per l'analisi combinata degli aspetti idrologici e morfologici, disponibili sul portale web dell'istituto, e ha definito la metodologia di elaborazione dei parametri scelti (tabella 10) in opportuni indici: IARI (Indice di Alterazione del Regime Idrologico) e IQM (Indice di Qualità Morfologica), da utilizzare *in primis* per la classificazione dei corpi idrici fluviali e lacustri (DM 260/2010).

Incremento delle pubblicazioni sugli indicatori biologici: esempio delle acque dolci

Negli anni precedenti l'entrata in vigore della Direttiva sulle Acque si è assistito a un aumento significativo dell'utilizzo degli indicatori biologici a livello sistematico e in ottemperanza alle normative che da tempo ne prevedevano l'utilizzo. La **figura 6** evidenzia l'incremento esponenziale delle pubblicazioni scientifiche (articoli e atti) sugli indicatori biologici dal 1988 al 2010 per un totale di 3330 ottenuto dal database ISI Web of Science. Esistono inoltre studi di settore sull'incremento del numero di pubblicazioni su specifici indicatori, quali ad esempio quello di Doledec e Statzner (2010) sui macroinvertebrati.

Figura 6. Risultati dell'analisi delle pubblicazioni scientifiche (articoli e atti) sugli indicatori biologici dal 1988 al 2010 (ISI Web of Science; parole chiave: "Biological & Indicators")



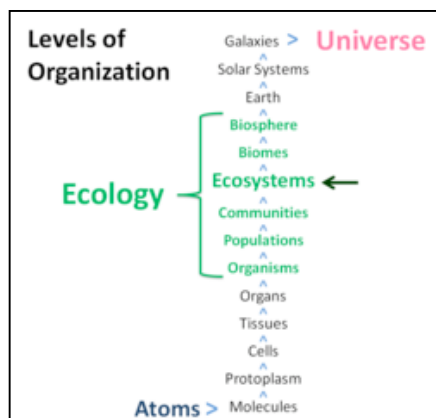
La definizione base di "indicatore biologico" è: una specie vegetale, animale, o batterica o

fungina la cui presenza o assenza sia utile per definire la qualità dell'ambiente, ovvero lo stato di degrado o la tipologia di alterazione, e dalla quale sia possibile ottenere quindi "indicazioni" sullo stato di salute di un determinato ecosistema. Esistono tuttavia indicatori biologici che non sono legati a singole specie, o gruppi tassonomici, quanto piuttosto a comunità, processi, attività etc...

L'uso di indicatori biologici risale allo studio di Wilhelmi (1916) sui policheti e di Clements (1920) sulle piante o ancor prima all'elaborato "indice saprobico" (Kolkwitz & Marrson, 1909) basato su organismi planctonici e bentonici. L'incremento della conoscenza sulla diversità biologica ha contribuito a un migliore utilizzo di questi indici e alla loro diffusione. Sugli indicatori biologici inoltre si operano spesso test tossicologici e di mutagenesi di determinati inquinanti (Yoder & Rankin 1998).

Specie indicatori, specie bersaglio e specie chiave

L'utilizzo di specie "indicatori" risiede nella semplice osservazione che alcune specie sono presenti esclusivamente in ambienti naturali, mentre altre sono più o meno tolleranti e capaci di vivere in ambienti fortemente alterati (Ghetti 2001). Di fatto, qualunque specie può essere utilizzata come "indicatore" di uno stato o un processo. In realtà, il termine "specie indicatori" viene sempre più utilizzato impropriamente e come sinonimo di "specie bersaglio" (*target species*) e "specie chiave" (*keystone species*). Le definizioni corrette sono infatti: a) "specie indicatrice", la cui presenza è ristretta ad habitat particolari e che sono presenti in numero elevato in situazioni per loro ottimali; b) "specie bersaglio", da proteggere o eliminare e la cui crescita, riduzione o controllo deve essere gestita direttamente; c) "specie chiave" la cui funzione è estremamente rilevante indipendentemente dalla presenza numerica.



Nel caso della classificazione e della qualità dei corpi idrici, le specie indicatori prese in considerazione sono principalmente: fitoplancton e piante acquatiche per quanto riguarda i produttori primari di corpi d'acqua stagnanti e mobili; organismi del macrozooplancton come eterotrofi produttori secondari e pesci come consumatori.

Figura 7. Livelli di organizzazione

Di fatto, queste categorie non sono propriamente "specie", quanto livelli di organizzazione

superiori alle specie di natura propriamente ecologica (**figura 7**). **Popolazioni**, gruppi di organismi della stessa specie presenti in una data area, e **comunità**, insieme di popolazioni che funziona come unità integrata grazie a interazioni metaboliche anche con l'habitat, fattori biotici e abiotici, sono di fatto le unità di base degli indicatori biologici. In particolare la **comunità biologica** è il livello di organizzazione più utilizzato come indicatore dello stato delle acque (Best and Haeck 1982). Una corretta valutazione impone lo studio della “struttura” dalle comunità biologiche, cioè la composizione, la presenza di specie indicatrici, “bersaglio” o “chiave” e l'analisi del diverso ruolo di ciascuna specie nella comunità.

Indici biochimici

In generale, si intende come indice biochimico nel senso più stretto un parametro il cui valore subisce modifiche in relazione alla concentrazione di un inquinante (Della Croce 1997), con capacità di risposta veloce ma limitata al breve termine. Gli indici biochimici possono essere analizzati in particolare nelle specie considerate indicatrici (ad es. per gli organismi marini gli enzimi branchiali ed epatici), oppure anche a livello di comunità biologica, come ad esempio l'attività delle chitinasi per gli artropodi (Conley et al 2009). Anche le varie attività enzimatiche misurate nel suolo o nelle acque possono essere considerate degli indici biochimici, tuttavia le misure di attività sono piuttosto complesse da interpretare e difficilmente applicabili su larga scala.

Indicatori energetici

Gli indicatori energetici si basano sui concetti chiave di fisica e termodinamica e quindi sui principi di conservazione e del trasferimento di energia. Di fatto la maggior parte degli organismi sono immersi nella radiazione luminosa o nella radiazione termica o in gradienti di ossidoriduzione grazie ai quali possono “lavorare” e produrre sostanza organica.

Produzione primaria netta e lorda, respirazione autotrofa e eterotrofa, produzione di biomassa, radiazioni termiche e potenziali redox sono tutti indicatori energetici degli ecosistemi. Il loro grande valore per la classificazione dello stato degli ecosistemi è indiscutibile (Odum 1971), come tuttavia la grande complessità di calcolo e la necessità di fare assunzioni. Di fatto, indici e indicatori energetici vengono elaborati ed espressi mediante modelli. Tra tutti gli indicatori energetici, uno dei più diffusi è l'exergia (*exergy*) ovvero la quantità di “lavoro” che un (eco)sistema può fornire in condizioni di equilibrio termodinamico con il suo ambiente. L'exergia è stata definita un buon indicatore ecologico, per esempio, per caratterizzare la risposta di ecosistemi lacustri allo stress

chimico e stimare il grado dell'eventuale danno antropico (Silow & Mokry 2010, Xu et al 2002 e 1999).

Di fatto un ecosistema è in buono stato quando si raggiunge l'equilibrio (Fig. 8) tra il consumo di exergia e la produzione di entropia, il che generalmente avviene a temperature superiori allo zero °C e in ecosistemi con elevati livelli di auto-organizzazione (Gunther 2006).

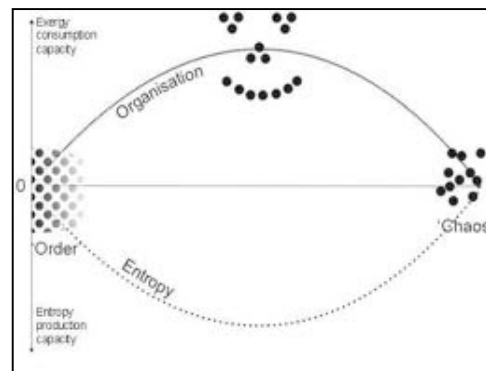


Figura 8. Equilibri energetici di un ecosistema in salute

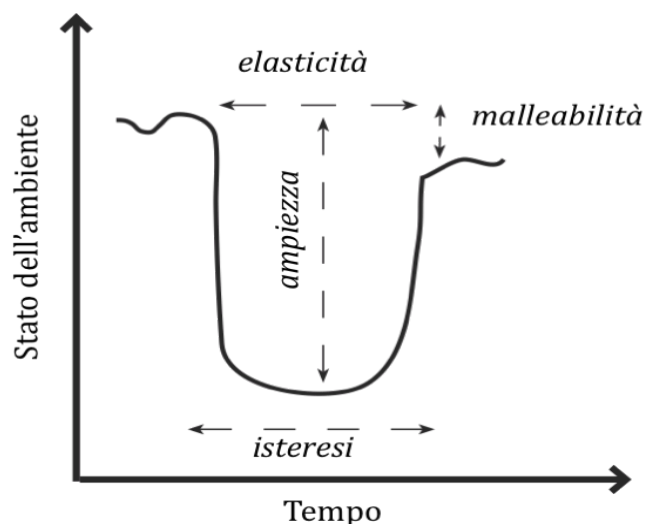
Modelli ecologici

Nel linguaggio scientifico i modelli sono per definizione le versioni semplificate della realtà, costruiti in base ai dati disponibili e ai processi naturali noti (Provini et al 1998). La struttura e le funzioni degli ecosistemi sono così tanto complesse da necessitare spesso una semplificazione in modelli che li “imitino” e grazie ai quali sia possibile fare previsioni. Il corretto funzionamento di un modello dipende fortemente dalla bontà dei dati utilizzati, ma l'elaborazione ha spesso una base “rigida” che non riesce a tenere conto della variabilità dei processi biologici (van Eeten & Roy 2002).

Nella Direttiva 2000/60/CE (punto iv) l'utilizzo dei modelli è previsto nell'elaborazione, per esempio, delle condizioni biologiche di riferimento tipiche specifiche; si legge anche che “i metodi utilizzano i dati storici, paleologici o di altro tipo disponibili e garantiscono un livello di attendibilità circa i valori delle condizioni di riferimento sufficiente ad assicurare che le condizioni così determinate siano coerenti e valide per ciascun tipo di corpo idrico superficiale”. Tuttavia, al di là di queste poche righe, sia nella Direttiva che nelle norme di attuazione a livello nazionale, si avverte una certa carenza dell'utilizzo di modelli. Dal punto di vista ecologico emerge da tempo la necessità di elaborare modelli che includano misure di resistenza e resilienza ecologica degli ambienti ovvero la capacità di resistere e di recuperare rispettivamente da parte di un ecosistema (Odum 1983) e che consentano quindi di realizzare previsioni. In particolare, la resilienza deve essere considerata nelle sue principali caratteristiche: l'“elasticità”, ovvero la velocità con cui il sistema è in grado di ripristinare il suo stato iniziale dopo una perturbazione, l'“ampiezza della risposta”, ovvero il livello di modificazione rispetto alla condizione iniziale, l'“isteresi” ovvero la simmetria della risposta di ripristino e la “malleabilità”, ovvero

l'ampiezza con cui il sistema può assumere, dopo un disturbo, stati differenti da quello iniziale.

Figura 9. Modello grafico delle modalità di risposta di un sistema a una perturbazione per il concetto di resilienza (ispirato da Westman 1985)



Queste caratteristiche dovrebbero essere maggiormente considerate nei sistemi di valutazione dello stato dei corpi idrici, ma soprattutto nei piani di gestione degli stessi. Tra gli obiettivi della Direttiva di fatto vi è il recupero dei corpi idrici e il raggiungimento per tutti di uno stato almeno “buono” entro il 2015. Solo

una corretta valutazione dei sistemi dai punti di vista ecologici e dell'ampiezza della risposta consente di stabilire obiettivi concreti e raggiungibili.

Indicatori batteriologici e microbiologici

Gli indicatori microbiologici sono utilizzati a livello nazionale e internazionale per valutare, monitorare e spesso fare previsioni sulla qualità dell'acqua per il diverso utilizzo (potabile, per uso ricreativo, etc...) ma sono in pratica scelti solo come indicatori di contaminazione, secondo il principio sanitario, più che ecologico, di qualità delle acque. Storicamente si utilizzano i batteri coliformi fecali e totali (indicatori batteriologici), la cui presenza nelle acque è indice di contaminazione fecale. Gli indicatori coliformi tuttavia escludono il rilevamento di protozoi e virus patogeni e di altri microorganismi patogeni non coliformi, tra i quali i più noti sono *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria* (flu-like symptoms) e *Campylobacter* (gastroenteritis) e per alcuni aspetti anche *Shigella* e *Salmonella*. Inoltre, la continua antropizzazione (Olfa et al. 2010) dei sistemi naturali comporta forti cambiamenti nelle comunità microbiche a livello di specie, popolazioni e comunità (Coci et al 2008, Cebron et al 2004). In particolare, anche alcune specie di microorganismi coliformi si sono adattati agli ambienti acquatici diventandone indigeni (Schnabel et al 2010), il che rende sempre meno efficace il loro ruolo di indicatori. Inoltre, l'indicazione di contaminazione dovrebbe poter essere facilmente correlata a informazioni sulla sorgente di contaminazione; l'accresciuta complessità delle attività umane attorno

alle risorse idriche non consente più la semplice conclusione che la presenza di coliformi corrisponda all'immissione di acque reflue, poiché esistono molti altri meccanismi di contaminazione primo fra tutti il *run-off* di acque dai campi e dalle attività zootecniche.

Negli ultimi anni, inoltre, la conoscenza del mondo microbico è incredibilmente migliorata grazie all'introduzione delle tecniche molecolari indipendenti dalla coltivazione dei microorganismi in laboratorio e combinate a tecniche di microscopia che consentono di individuare specie e gruppi microbici direttamente dai campioni. L'incremento di queste conoscenze dovrebbe essere utilizzato per elaborare nuovi e più moderni indicatori microbiologici di qualità delle acque e più in generale degli ecosistemi, superando definitivamente l'utilizzo degli indicatori *batteriologici*.

Indicatori biologici della Direttiva Quadro sulle Acque

Nonostante la grande varietà di indicatori biologici, la Direttiva Quadro sulle Acque suggerisce l'utilizzo di alcuni indicatori chiave, a livello di comunità piuttosto che di specie, demandando a tavoli tecnici e alle operazioni di intercalibrazione i dettagli specifiche per il loro utilizzo (Simboura et al 2005). La tabella 11 in particolare riassume gli indicatori biologici utilizzati per la "classificazione" dello stato di qualità ecologica dei corpi idrici superficiali, laghi e fiumi in Italia secondo il DM 8 novembre 2010, allegato 1. Tuttavia le informazioni seguenti hanno un carattere generale che mira essenzialmente a giustificare la scelta di questi parametri e non entra nel dettaglio dei calcoli e delle assunzioni da fare né tanto meno dei valori e limiti di classe, necessari a livello operativo per la classificazione e il monitoraggio.

Tabella 11. Sintesi degli elementi di qualità biologica dei corpi idrici fluviali e lacustri in riferimento alla classificazione dello stato di qualità ecologica secondo il DM 260/2010.

Elementi biologici	Laghi	Fiumi
Fitoplancton	X	
Diatomee		X
Macrofite	X	X
Macroinvertebrati		X
Pesci	X	X

Fitoplancton

La comunità fitoplanctonica è costituita dagli organismi unicellulari fototrofi presenti nella colonna d'acqua di laghi, fiumi, mari e oceani. Essa è alla base della catena alimentare del

mondo acquatico ed è costituita da numerosissime specie molto diverse tra loro per morfologia, fisiologia e ecologia. È da sempre considerato uno dei primi indicatori di qualità biologica e di presenza di pressioni sulle acque. La Direttiva 2000/60 sottolinea tre aspetti del fitoplancton da controllare: 1) composizione, ovvero tipologia di specie presenti; 2) abbondanza e conseguente trasparenza delle acque; 3) presenza, frequenza e intensità di fioriture algali. In generale, l'aumento della presenza di fitoplancton è indice di deterioramento ambientale, o più specificatamente dell'aumento del carico di nutrienti (da qui la scelta dei nutrienti come indicatori chimici di supporto). Inoltre la comunità fitoplanctonica risponde a diversi altri stress idrologici e climatici, secondo dinamiche di popolazione consolidate (Domingues et al 2008).

L'utilizzo della comunità fitoplanctonica come indicatore ha una lunga storia che continua ad essere arricchita da interessanti ricerche condotte con metodi sempre più avanzati. Si pensi ad esempio ai sistemi di specie indicatori per i sistemi lacustri (Rawson 1956, Kummerlin 1990) o, ancora prima, agli indici basati su rapporti di dominanza tra grandi gruppi tassonomici. Essi vennero poi superati dagli studi di Hutchinson (1976) sulle associazioni di specie e dalla formulazione del principio del “paradosso del plancton” in forte contraddizione con il consolidato principio dell'esclusione competitiva delle specie (principio di Gause) ed infine dagli indici quantitativi fino ai recenti indici IPI (Integrate Phytoplankton Index (Devlin 2007), PTI (**Phytoplankton** Trophic Index) e per i bacini artificiali del Mediterraneo MedPTI (Salmaso 2006). A questa selezione vanno poi aggiunti tutti gli studi e le ricerche condotte a livello europeo e gli interi progetti dedicati alla formulazione di indici e modelli basati sul fitoplancton (tabella 1 e 2).

Il significato del fitoplancton nell'ecosistema è di fatto indiscutibile, e di conseguenza la funzione di indicatore; per tale funzione, tuttavia, dovrebbero essere considerate anche i limiti applicativi, legati alla “variabilità intrinseca della comunità fitoplanctonica associata alle stagioni, al regime idrodinamico alla predazione e alla frammentazione degli ambienti acquatici (Karydis 1996) o ancora ai processi stocastici (Moullot e Leprete 2000). La variabilità intrinseca della comunità fitoplanctonica influenza fortemente il calcolo degli indici che ha generalmente una base annuale. D'altra parte, come già sottolineato più volte, l'utilizzo combinato di altri indicatori e indici ha il compito di sopperire alle limitazioni e possibili distorsioni interpretative insite nell'utilizzo di singoli indicatori.

Diatomee bentoniche

Le diatomee bentoniche, spesso indicate come le maggiori componenti del fitobentos (organismi fotoautotrofi del sedimento) hanno un ruolo di primaria importanza della produzione primaria dei laghi, in relazione alla profondità degli stessi. Il loro utilizzo come indicatori di qualità delle acque è piuttosto recente rispetto all'utilizzo del fitoplancton ed è giustificato dalla loro capacità di risposta graduale alle concentrazioni di nutrienti e alla maggiore resistenza alle dinamiche ambientali. Le maggiori difficoltà di utilizzo delle diatomee bentoniche come indicatori sono legate alle difficoltà di campionamento e alle forti assunzioni necessarie per il calcolo dell'abbondanza (concentrazione di clorofilla a per unità di superficie). Storicamente sono state utilizzate come indicatori della presenza di nutrienti (Kelly, 1995; Rott et al., 1997, 1999; Coring, 1999; Tornes et al 2007), di salinità (Ziemann 1999) o acidità (van Dam 1994). In Italia, l'unico indice messo a punto utilizzando la comunità delle diatomee calcolato l'indice diatomico di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) che si basa sulla sensibilità (affinità/tolleranza) delle diatomee ai nutrienti, alla sostanza organica ed al grado di mineralizzazione del corpo idrico, con particolare riferimento ai cloruri (Dell'Uomo, febbraio 2004). Esso però non è ancora standardizzato per l'intero territorio nazionale e non risulta essere conforme alle richieste della Direttiva 2000/60/CE (Mancini e Sollazzo 2009). In attesa di un maggiori dati e ricerche sulle diatomee, così come per i macroinvertebrati, esse vengono considerate attraverso l'Indice Multimetrico di Intercalibrazione (ICMi) secondo il DM 260/2010, a sua volta legato all'Indice di Sensibilità agli inquinanti (IPS) e Indice trofico (IT) (CEMAGREF, 1982) e l'Indice Trofico TI (Rott et al., 1999) che si basano sull'identificazione degli organismi a livello di specie, alle quali viene attribuito un valore di sensibilità (affinità/tolleranza) all'inquinamento e un valore di affidabilità come indicatore.

Macrofite

Con il termine macrofite si indica una vasta categoria di specie vegetali che hanno in comune le dimensioni macroscopiche e l'essere rinvenibili sia in prossimità sia all'interno di acque dolci superficiali (macrofite emerse o sommerse, rispettivamente). Sono da considerarsi macrofite sia le specie appartenenti alla vegetazione acquatica sia quelle che costituiscono il raggruppamento delle erbacee pioniere di greto. In massima parte sono Fanerogame ma anche alcune Pteridofite (felci ed equiseti), numerose Briofite (muschi ed epatiche) e alghe macroscopiche filamentose e coloniali. Esse svolgono un ruolo essenziale

negli ecosistemi acquatici poiché strutturano gli habitat per altri organismi, quali pesci, macroinvertebrati e uccelli, per le quali sono rifugio, zona di riproduzione o cibo (Jeppesen 1997). Le macrofite contribuiscono alla stabilizzazione meccanica delle rive riducendone l'erosione e la velocità della corrente ed sono quindi una comunità “edificatrice” dal punto di vista funzionale e strutturale. La Direttiva 2000/60 stabilisce di controllare soprattutto due parametri associati macrofite: a) composizione della comunità, b) abbondanza

Le macrofite acquatiche sono da tempo ritenute degli ottimi indicatori grazie alla loro spiccata sensibilità nei confronti dell'inquinamento di natura organica e all'eccesso di nutrienti (eutrofizzazione), unitamente alla relativa facilità di identificazione e alla scarsa mobilità e alla loro stretta dipendenza dalla radiazione luminosa ($PAR = photosynthetically\ active\ radiation$). I primi indici macrofitici sono stati ideati e ampiamente utilizzati, già a partire degli anni '70, in Irlanda, Inghilterra, Francia, Austria, Regno Unito (Haury & Peltre, 1993; Hering et al 2006)

Il DM 260/2010 decreta l'utilizzo delle macrofite come elementi di qualità biologica per la valutazione dello stato ecologico per il calcolo dell'indice *IBMR (Indice Biologique Macrophytique en Rivière)*. L'indice si fonda su un cospicuo numero di taxa di macrofite ampiamente rinvenibili nel territorio ad esclusione dei corsi d'acqua temporanei nel Mediterraneo.

La comunità delle macrofite e le comunità planctoniche sono produttori primari degli ecosistemi acquatici nei quali convivono in equilibrio dinamico, più tecnicamente in uno stato alternato di stabilità, *alternative stable state* (Scheffer et al 1993). Proprio questa dinamicità, intrinseca variabilità e relazione tra le due comunità, se da una parte ne conferma la loro funzione di indicatori, d'altra parte rende complessa l'interpretazione dei dati e la valutazione dello stato degli ecosistemi.

Macroinvertebrati

Con il termine Macroinvertebrati si intendono tutti gli invertebrati che vivono negli ambienti di acque correnti e la cui taglia è raramente inferiore al millimetro e che per questo sono facilmente visibili e osservabili a occhio nudo (Ghetti 1997). Ai macroinvertebrati appartengono i seguenti gruppi: Insetti, Crostacei, Molluschi, Irudinei, Tricladi, Oligocheti. Il loro uso come indicatori risale ai primi del '900 (Kolkwitz & Marson 1909) ed è giustificato dalla diversa sensibilità dei gruppi tassonomici alle alterazioni dell'ambiente e dalla loro distribuzione nei diversi livelli trofici, adeguatamente campionabili e classificabili, dal loro legame fisico e funzionale al substrato. Le loro

condizioni sono quindi rappresentativi della "qualità ecologica" dell'ambiente fluviale. Sono stati utilizzati come indicatori di stress da inquinamento organico (Zelinka & Marvan, 1961; Statzner et al., 2001), di deterioramento idromorfologico (Statzner et al., 2001; Buffagni et al., 2004) e in diverse azioni di biomonitoraggio (Doledec, et al. 1999). Sull'analisi delle comunità di macroinvertebrati di acque dolci è stato determinato l'Indice Biotico Esteso (Ghetti 1997, D. Lgs. 152/99) applicato con successo in Italia per lo stato di qualità delle acque correnti. Tuttavia, le comunità di macroinvertebrati sono molto variabili e i taxa considerati nell'applicazione dell'indice non tengono conto degli organismi di "drift" (trasportati). Il riconoscimento tassonomico inoltre è a volte troppo complesso e necessita di specializzazione tecnica; a questo si aggiungono diversi compromessi e assunzioni nella fase di campionamento. Le limitazioni pratiche all'utilizzo dei macroinvertebrati come indicatori sono emerse anche dagli esercizi di intercalibrazione; per tanto il DM 260/2010 indica per i macroinvertebrati il sistema di classificazione MacrOper basato sul calcolo dell'indice denominato Indice multimetrico STAR-ICMi (Buffagni et al 2009 e 2010).

Fauna Ittica

La fauna ittica è costituita dai pesci, tradizionalmente utilizzati come indicatori " di degradazione dell'habitat" (Gorman & Karr 1978) o di "regolamentazione del flusso" (*flow regulation*, Bain 1988) ma anche come indicatori di inquinamento e di impatto dell'uso del suolo. Essendo tuttavia organismi mobili e spesso migratori, i pesci sono utilizzati soprattutto come indicatori per la "*continuum disruption*" (Northcode 1984). Nel valutare lo stato della fauna ittica per la classificazione di un corpo idrico (DM 260/152) si utilizza l'ISECI (Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche, Zerunian 2004) che prende in considerazione due aspetti principali: la naturalità della comunità, intesa come la normale ricchezza di specie indigene attese in relazione al quadro zoogeografico ed ecologico e l'assenza di specie aliene. La popolazione indigena si considera in buona condizione se dimostra capacità di autoriprodursi e di avere normali dinamiche ecologico-evolutive. Secondo lo stesso autore l'indice ISECI ha una forte componente naturalistica e una conservazionista (Zerunian 2007) e un forte carattere regionale (regioni zoogeografiche: Padana, Italo peninsulare e delle Isole), il che rende piuttosto complessi gli esercizi di intercalibrazione.

Traduzione dei dati biologici

La rassegna fin qui operata riguarda solamente una minima parte dei possibili indicatori utilizzati per la classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici, la maggior parte dei quali è stata inoltre sottoposta alle operazioni di intercalibrazione, con esito non sempre positivo. Un aspetto estremamente critico nell'uso delle comunità biologiche, sia esse vegetali che animali, come indicatori per l'analisi di qualità ecologica degli ecosistemi, riguarda certamente la “trasposizione delle osservazioni ecologiche in valori numerici e indici sintetici”. Esiste infatti un'altrettanto ricca produzione di metriche più o meno complesse, di indici di diversità legati a singoli elementi biologici o multiparametrici, di integrità ecologica, di funzionalità (per esempio IFF), che andrebbero analizzate. Infatti anche se il loro utilizzo non è esplicitamente previsto dalla normativa dovrebbe essere comunque considerato sia nella fase di pianificazione delle operazioni che nella fase finale di redazione dello stato di un corpo idrico, al fine di rendere più veritieri gli stessi dati.

Rapporto di Qualità Ecologica (RQE)

L'analisi degli elementi biologici e la definizione delle condizioni di riferimento (vedi capitolo V) consente di calcolare il Rapporto di qualità ecologica (RQE). Esso è espresso da un valore numerico tra 0 e 1, rispettivamente per lo stato pessimo ed elevato. Per definizione l'RQE mette in relazione i valori dei parametri biologici osservati in un dato corpo idrico e con il valore degli stessi nelle condizioni di riferimento applicate al corrispondente corpo idrico. Il rapporto RQE in pratica misura lo scostamento dei valori degli elementi di qualità biologica nel sito in studio rispetto alle condizioni di riferimento; l'entità di questo scostamento è alla base della classificazione.

Dimensione strumentale della Direttiva

Le procedure, i metodi, gli strumenti e gli indici suggeriti nella Direttiva 2000/60/CE fanno parte della così detta dimensione “strumentale” della direttiva stessa, che viene distinta dalla dimensione “cognitiva”, basata sulla comprensione delle fenomeni che avvengono in natura e dalla dimensione “normativa” che fa direttamente riferimento a norme e procedure giuridiche. Le tre dimensioni sono definite dallo studio semantico della WFD ad opera di Steyaert & Ollivier (2007).

Di fatto le tre dimensioni si strutturano in maniera circolare, arricchendosi e perfezionandosi l'una con l'altra, secondo lo schema della “epistemologia del possesso della conoscenza” (Cook and Brown 1999), il che rende il processo lungo e complesso, ma

con una struttura in evoluzione e quindi intrinsecamente adeguata al miglioramento delle conoscenze.

CAPITOLO V: INTERCALIBRAZIONE E CONDIZIONI DI RIFERIMENTO

La classificazione dello stato ecologico secondo la Direttiva 2000/60/CE, per la quale il monitoraggio della parte biologica è considerato centrale, prevede che tutti gli Stati Membri siano provvisti di sistemi di monitoraggio e di classificazione e che essi siano tra loro confrontabili e “intercalibrati”. Di fatto, uno dei maggiori problemi riscontrati nell’applicazione dei criteri di caratterizzazione, classificazione e monitoraggio risulta da sempre essere quello di utilizzare metodi di campionamento, analisi e elaborazione dei dati tra loro confrontabili.

Nella Direttiva 2000/60 il compito di coordinare e promuovere l’operazione di intercalibrazione è esplicitamente affidato alla Commissione Europea (Allegato V, punto 1.4 “classificazione e presentazione dello stato ecologico) che è quindi garante dello scambio di informazioni e della creazione della rete/registro dei siti comunitari dei “siti per l’intercalibrazione”, istituito poi con la Decisione 2005/646/CE³⁹.

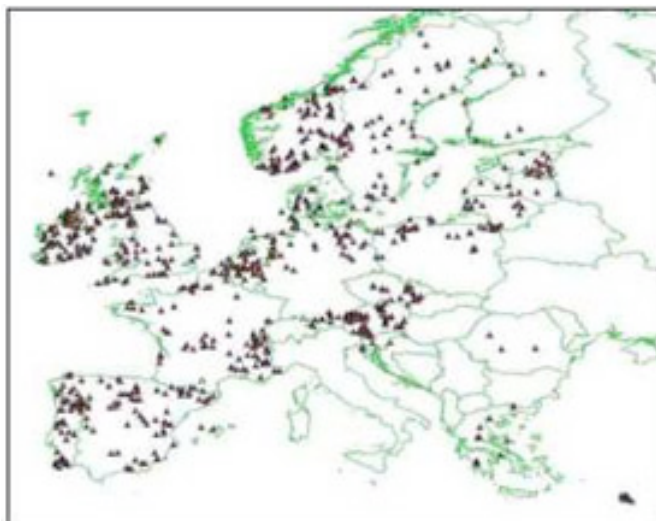
In pratica, le iniziative promosse a livello Europeo per la realizzazione dell’intercalibrazione sono suddivisibili in tre diverse fasi:

- Creazione del network di intercalibrazione
- Raccolta ed elaborazione di dati disponibili per le operazioni di intercalibrazione
- Esercizio di intercalibrazione

La Rete (network) di Intercalibrazione è composta da “siti selezionati all’interno della gamma dei tipi di corso idrico superficiale presente in ciascuna ecoregione” (Allegato V punto 1.4.1, iv, Dir 2000/60/CE). Per ogni corpo idrico superficiale selezionato, la rete deve comprendere almeno due siti corrispondenti al valore di delimitazione fra le condizioni normative di stato “elevato” e “buono” e almeno due siti corrispondenti a quello tra “buono” e “sufficiente”. La direttiva inoltre ha stabilito che la selezione dei siti fosse curata da esperti del settore. Le Decisioni 2005/3140 e 2008/6016 hanno reso ufficiali rispettivamente la rete di intercalibrazione e i valori per i sistemi di classificazione e monitoraggio come risultato degli esercizi di intercalibrazione. In figura 10 è possibile visualizzare i corpi idrici e siti scelti per le operazioni di intercalibrazione

³⁹ Commission Decision 17 august 2005 on the establishment of a register of sites to form the intercalibration network in accordance with Dir 2000/60/EC of the European Parliament and of the council (C2005/3140).

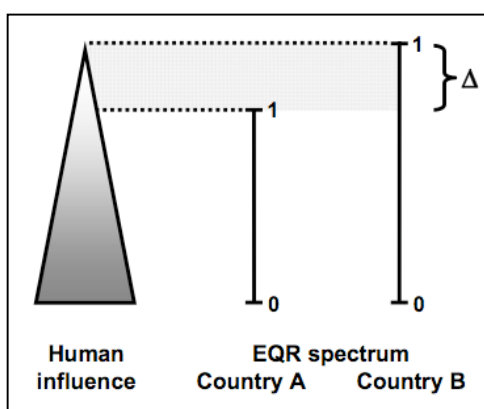
Figura 10. Mappa dei siti per l'intercalibrazione. 883 fiumi, 385 laghi, 190 siti costieri⁴⁰



Intercalibrazione per la qualità ecologica e “*Benchmarking*”

L'intercalibrazione di metodiche, tecniche e strumenti di analisi dei dati è assolutamente necessaria per la classificazione dello stato ecologico e soprattutto gli elementi biologici. Di fatto, nella direttiva viene esplicitamente richiesto di definire i range di qualità buona e elevata, all'interno dei quali classificare i corpi idrici in maniera consistente tra i vari Stati Membri. Questi stessi range tuttavia risultano inadeguati per i corpi idrici fortemente modificati (HMWB) per i quali si parla di “potenziale ecologico”.

Uno dei problemi ricorrenti che sorge mettendo, per esempio, a confronto due sistemi di valutazione nazionale di due diversi paesi è che lo stesso rapporto di qualità ecologica



(EQR Ecologica Quality Ratio) può rappresentare due diversi livelli, perché viene dato un diverso valore all'impatto delle attività umane (**Figura 11**); in pratica i range sui quali viene calcolato l'EQR non coincidono. Da qui la necessità di definire i range in maniera consistente.

Figura 11. Problemi di classificazione del EQR in due ipotetici paesi A e B (Birk & Hering 2009)

Una parola ricorrente nelle operazioni di intercalibrazione, effettuate e tuttora ancora in

⁴⁰ Institute For Environment and Sustainability <http://ies.jrc.ec.europa.eu/intercalibration-for-the-wfd>

corso, è “*benchmark*”⁴¹, ovvero standard, punto di riferimento. In generale uno “standard” ambientale può essere considerato come un termine di paragone o una sorta di obiettivo o ancora di linea guida per la qualità di un ambiente. Tuttavia, anche sul significato di “*benchmark*” sono state fatte numerose precisazioni. Una delle più interessanti è stata portata avanti da Lynch-Stewart (2002) che distingue tra “*environmental and ecological benchmarks*”, ossia “standard ambientali e standard ecologici”. I primi corrispondono a standard di qualità ambientale quindi a standard di diversi parametri (fattori chimico fisici, nutrienti, concentrazione di inquinanti, etc...) mentre gli standard ecologici corrispondono ad interi ecosistemi. L’autore sostiene inoltre che lo standard ecologico è una sorta di “ideale”, non direttamente misurabile, e inoltre è “sito-specifico”. Molti altri autori sottolineano l’opportunità di usare dei “modelli di ecosistemi” come standard piuttosto che delle situazioni reali e degli ecosistemi di fatto⁴². Se per “*ecological benchmark*” si intende un ecosistema allo stato “naturale”, si arriva quindi alla definizione delle condizioni di riferimento.

Nei documenti guida per l’intercalibrazione si sottolinea la stretta relazione tra *reference conditions* and *benchmark*⁴³, con un distinguo che sembra emergere quando negli stessi documenti si legge che in assenza di condizioni di riferimento, debbono essere forniti dei benchmark alternativi, redatti per esempio secondo i criteri della Common Implementation Strategy (CIS) per le condizioni di riferimento (REFCOND⁴⁴).

Le definizioni più utilizzate di intercalibrazione, benchmark e di altri termini sono riassunte in **Tabella 12**.

⁴¹ Standard ovvero punto di riferimento usato per la comparazione e la valutazione

⁴² BMW Benchmark models for the Water framework Directive <http://www.rbm-toolbox.net/>

⁴³ Common implementation strategy for the WFD (2000/60/CE). Guidance document n.14. The intercalibration process 2008-2011

⁴⁴Guidance Document No.10 Rivers and Lakes – Typology, Reference Conditions and Classification Systems – REFCOND (2003). *If natural or near-natural reference conditions are not available or cannot be derived for a certain type (for example, for large rivers) intercalibration needs to be carried out against an alternative benchmark (e.g. good ecological status for that surface water type). To enhance the transparency of the intercalibration process defining reference or benchmark conditions shall be done using the common dataset.*

Tabella 12. Definizione in lingua inglese di alcuni termini frequenti nel processo di intercalibrazione (modificata da Birk & Hering 2009)

Main term/ Parola chiave	Definition/Definizione
1. Intercalibration	Process by which European countries compare and harmonize the quality class boundaries of their biological assessment methods (high–good and good–moderate boundary)
Intercalibrazione	Processo attraverso il quale i Paesi della comunità europea paragonano e armonizzano i limiti estremi delle classi di qualità dei metodi biologici di valutazione (elevato-buono e buono-moderato)
2. Harmonisation	The process by which class boundaries should be adjusted to be consistent with the normative definitions. If the comparison of biological assessment methods reveals differences between national class boundaries, these differences are harmonized. This is done by adjusting the national boundaries with reference to biological benchmarks.
Armonizzazione	Se il paragone tra i metodi biologici di valutazione mostra differenze tra i sistemi nazionali di classificazione, queste differenze devono essere armonizzate. L'armonizzazione è operata aggiustando i diversi range sulla base di standard biologici
3. Biological benchmark	Condition of the biological community that represents the trans-national reference point for harmonization. The biological benchmark is defined for selected aspects of the biological community measured by common metrics.
Standard biologici	Condizione della comunità biologica che rappresenta il punto di riferimento per l'armonizzazione transnazionale. Lo standard biologico è definito per aspetti selezionati della comunità biologica misurati con una metrica comune e concordata
4. Common metric	A biological metric widely applicable within a GIG or across GIGs, which can be used to derive comparable understanding of reference conditions/alternative <i>benchmark</i> and boundary setting procedure among different countries/water body types
Metrica comune	Una metrica biologica altamente applicabile all'interno e tra i gruppi di intercalibrazione geografica che possa essere utilizzata per derivare informazioni confrontabili tra differenti paesi e tipi
5. Standardization	Normalization of metric values via transformation to unit-less scores. Metrics are divided by the values representing the near-natural condition or the biological benchmark condition.
Standardizzazione	Normalizzazione dei valori metrici attraverso la trasformazione in valori senza unità di misura. Le metriche sono divise da i valori che rappresentano le condizioni vicine alla naturalità (<i>reference conditions</i>) o gli standard biologici
6. Threshold value	Value of selected environmental parameters/common metrics that influence/indicate the biological condition at the stream site. Threshold values were used to screen for stream sites of at least good environmental status.
Valori soglia	Valori di parametri ambientali selezionati/metriche comuni che influenzano/indicano le condizioni biologici nel sito. I valori soglia sono usati per trovare siti in condizioni ambientali di stato almeno buono.

Le definizioni sopra elencate sono a nostra opinione piuttosto difficili da comprendere per

coloro che non operano nel settore e di conseguenza le questioni aperte sui limiti delle classi di qualità sono ancora molto numerose

Le condizioni di riferimento

Nell'allegato II della Direttiva quadro sulle acque, recepito dagli Allegati 1 e 3 del DLgs 152/2006 e modificati dal DM 16 giugno 2008 n 131 e dal DM 14 aprile 2009, n 56, viene introdotto il concetto di "reference conditions", in italiano "condizioni di riferimento".

Citando nello specifico l'allegato 2 del DM 14 aprile 2009, n 56:

- le condizioni di riferimento: "rappresentano uno stato corrispondente a pressioni molto basse [...] e con modificazioni molto lievi degli elementi di qualità biologica, idromorfologica e chimico-fisica;
- sono "tipo-specifiche";
- non coincidono necessariamente con le condizioni originarie indisturbate;
- servono per individuare i valore degli "elementi di qualità" biologica necessari per la classificazione dello stato ecologico;
- sono espresse come "intervalli di valore", in modo tale da rappresentare la variabilità naturale degli ecosistemi.

Le condizioni di riferimento servono a calcolare il Rapporto di Qualità ovvero un valore numerico da 0 a 1 rispettivamente corrispondente allo stato pessimo e di massima qualità del sistema in studio. È competenza delle Regioni, previa consultazione delle Autorità di Bacino, individuare i "potenziali siti di riferimento" per categorie e tipi di corpi idrici. Compito del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, di concerto con l'ISPRA, è stabilire le condizioni:

- 1) idromorfologiche e fisico chimiche "tipo-specifiche";
- 2) biologiche di riferimento tipo-specifiche.

Di fatto, in qualunque procedura di valutazione si ricorre all'utilizzo delle condizioni di riferimento, dalla cui osservazione e dal cui "scostamento" si possono ottenere indicazioni sulla qualità attuale di un sistema, attraverso un vero e proprio "confronto" (Hughes 1986). Ragion per cui la scelta o stima delle condizioni di riferimento è cruciale (Moss B 1996). Senza sistema di riferimento è praticamente impossibile stabilire l'entità di un cambiamento e la significatività dello stesso ed è impossibile anche monitorare eventuali miglioramenti o processi. Secondo il NRC 1992, lo stato di riferimento è un "*operational concept*", ossia un concetto operativo, basato su alcune caratteristiche di "stato naturale". Questa condizione è "la grandezza di controllo o la variabilità di riferimento" per ciò che

bisogna testare.

La definizione di condizione di riferimento si basa sull'idea di stato "primitivo" e indisturbato di un sistema. Tuttavia, basta osservare lo stato di laghi e fiumi italiani ed Europei per capire che, di fatto, non esistono corpi idrici non soggetti a "pressioni" antropiche. Questa sorta di "circolo vizioso" è uno dei punti cruciali e di acceso dibattito in merito al raggiungimento degli obiettivi della stessa.

Risultati degli esercizi di intercalibrazione

Gli esercizi di intercalibrazione hanno in un certo senso provato a uniformare le definizioni, ad appianare le differenze e superare gli eventuali ostacoli generati, per esempio, da diverse metodologie di campionamento e analisi. I risultati dell'intercalibrazione vanno analizzati in relazione ai gruppi geografici per i quali sono stati disegnati e ai rapporti pubblicati dalla Commissione stessa e dai Guidance Documents per l'implementazione o ancora sulla base dei progetti Europei che hanno finanziato l'operazione e creato la rete di esperti (ECOSTAT, BMW REBECCA, STR, EUROHAPR, HARMONQUA, EUROLIMPACS etc..) e dei quali è stato fornito un elenco nella Capitolo I del presente lavoro. La fase di raccolta dei dati disponibili nei diversi siti di riferimento è stata elaborata da Noges et al (2005) presso il Joint Research Council-EC.

Di fatto la prima fase del processo di Intercalibrazione , 2004-2006, riassumibile nel CIS Guidance Document No. 14 "Guidance on the Intercalibration Process 2004-2006", pubblicato nel 2005, conteneva i principi chiave del processo e una serie di regole per impostare determinare le aree geografiche di intercalibrazione (GIG, Geographical Intercalibration group).

Dalla prima fase scaturirono diversi aspetti da chiarire e problemi da risolvere, riassunti da Solimini (2005):

- Limitazione del processo di intercalibrazione alle combinazioni di GIG/tipi/pressioni/elementi supportate da dati di monitoraggio adeguati;
- assenza di una visione completa e comprensiva dello stato ecologico dei corpi idrici europei e disomogeneità di composizione dei GIG;
- necessità di revisione del network e dell'esercizio di intercalibrazione previsto nel 2007;
- bisogno di ricerche mirate allo sviluppo di specifici binomi indicatori-pressioni per quasi tutte le tipologie di corpi idrici ed elementi di qualità.

Seguirono quindi numerosi documenti (Bund van de W 2008) e un grande sforzo per rispondere e chiarire i punti di incertezza dell'intercalibrazione. Nel 2008 è stata infine

pubblicata la decisione 2008/915/CEE che contiene i risultati finali della prima fase di lavoro di intercalibrazione ottenuti dai diversi gruppi di intercalibrazione geografica (GIG) per i singoli elementi di qualità biologica, ovvero fitoplancton, fitobentos, macrofite, macroinvertebrati e fauna ittica.

Dalla Moltitudine all'uniformazione

I risultati definitivi della fase di intercalibrazione per gli elementi biologici arriveranno alla fase finale il prossimo aprile 2011. Oggi possiamo dire che non tutte le difficoltà e i problemi emersi sono stati risolti, ma sono state proposte e create valide alternative. Lo sforzo prestato è stato comunque frutto della nuova politica ecologica europea, degli investimenti sul capitale umano, scientifico e tecnologico, di potenziamento dello scambio di informazioni attraverso la costruzione di piattaforme di rete e di una comune volontà.

CONCLUSIONI

CAPITOLO VI: CONSIDERAZIONI FINALI

Lo studio e le indagini critiche condotte sulla Direttiva Quadro sulle Acque e, in particolare, sulla tipologia e sull'utilizzo degli indicatori e indici di stato degli ecosistemi da essa previsto, ci ha consentito di maturare una serie di interrogativi aperti. Ad essi non pretendiamo di poter dare una risposta; piuttosto riteniamo interessante utilizzare tali interrogativi come spunto di riflessione per la formulazione di nuove proposte di ricerca e di progetti di studio.

Alla base di tutti gli interrogativi vi è certamente la definizione di salute di un ecosistema e il nostro grado di percezione di questo concetto.

Che cosa si intende per salute di un ecosistema? Numerosi sono gli studi e le discussioni al riguardo (review Norris & Thoms 1999). Essi spesso non concordano sulla definizione ultima di salute, ma certamente anche in assenza di una vera comune definizione, tutti sottolineano l'importanza e il valore intrinseco della salute degli ecosistemi. L'importanza della salute di un ecosistema è in pratica un assioma, un'affermazione palesemente vera che rende superflua la sua dimostrazione. Nel modo più banale, del resto, la salute è interpretabile come "assenza di malattie" e quindi come uno stato generale non misurabile direttamente, ma quantificato dall'assenza/presenza di certi sintomi. In un ecosistema acquatico, ad esempio, l'eccessiva presenza di certe specie di Cianobatteri, o la totale assenza di ossigeno, sono "sintomi" di degrado. In pratica, la misura della salute di un ecosistema può avvenire paragonando un sistema "malato" a un ecosistema "sano" di riferimento.

*Cosa significa
"ecosistema in*

Gli ecosistemi "sani" sono apparentemente gli ecosistemi "naturali", intatti, dove non c'è impatto dell'attività umana. Se in linea teorica, con le analisi di dati storici, di dati ambientali presenti e di modelli, è possibile descrivere un ecosistema in

*"Sano" vuol dire
"naturale"? Che
cosa si intende per*

salute, è molto più complesso immaginare o addirittura trovare un ecosistema allo stato "naturale" (*pristine*) (Gillson & Willis 2004), considerando la *naturalità* come "lo stato al quale il sistema cambierebbe, se l'uomo fosse rimosso" (Anderson 1991). Naturale quindi

sembra sinonimo di “privo di influenza umana”.

Di fatto, queste considerazioni tradiscono una visione ancora “romantica” della natura, come se la Natura stessa raggiunto il suo “stato massimo di salute”, lo riconoscesse e interrompesse la sua evoluzione. Questa visione romantica nasce probabilmente dall’erronea idea di una natura statica e della erronea tendenza a dimenticare che la “naturalità” non è una qualità binaria (naturale e non naturale) quanto piuttosto un “continuum” di stati, di equilibri dinamici e di continua evoluzione. A questo proposito la ricerca scientifica ha elaborato concetti molto chiari, tra cui ad esempio il “River Continuum Concept” (Vannote et al 1980) o la teoria degli “Alternative Stable States” (Scheffer 2010). Questi concetti dovrebbero rimanere alla base delle decisioni e dovrebbero anche diventare patrimonio culturale dell’umanità, il che si potrebbe ottenere curando la formazione delle nuove generazioni e incrementando la diffusione della conoscenza nel presente. L’osservazione di un corso o di uno specchio d’acqua, ovvero di un fiume o di un lago, non dovrebbe più dare l’impressione di omogeneità neanche ad occhi inesperti. Essi piuttosto dovrebbero essere riconosciuti come ambienti in perpetuo riaggiustamento spaziale e temporale, come veri e propri sistemi dotati di equilibrio dinamico, ricchi di biodiversità e ai quali bisogna avvicinarsi con la “conoscenza”.

Erronee tendenze portano a idealizzare, per esempio, anche il concetto di condizioni di riferimento. Ci piace ricordare le parole raccolte durante il Workshop della “Royal Swedish Academy of

E per “condizioni di riferimento”?

Agricultural and Forestry” proprio riguardo alle condizioni di riferimento: *“From a scientific point of view, the reference conditions seems to be like the Holy Grail: you can search for it forever but you will never find it. Politically, on the other hand, it seems like the reference conditions and the good ecological status are more like rubber bands that can be extended as much or little as you like”*. Ovvero:

“Da un punto di vista scientifico le condizioni di riferimento sembrano come il Santo Graal: si può cercare per sempre ma non trovarlo mai. D’altra parte, dal punto di vista politico le condizioni di riferimento e il buono stato ecologico sembrano quasi una elastico che si può estendere a proprio piacimento”.

È importante definire le condizioni di riferimento e le classi di qualità in maniera rigida ma anche “concreta”, fattibile o ancor meglio raggiungibile. Esse devono essere riscontrabili e di conseguenza coerenti in tutti i Paesi che le utilizzano. Utilizzare come “condizione di riferimento” un solo sito con condizioni non riscontrabili o troppo specifiche, potrebbe

compromettere la corretta implementazione della Direttiva.

D'altro canto, gli anni che intercorrono tra l'approvazione della Direttiva e le scadenze da essa imposte per la sua attuazione, *Work in progress* hanno dimostrato un notevole miglioramento delle conoscenze sulle acque nei Paesi Europei. La creazione di database quali WISE⁴⁵ (Water information System for Europe) all'interno del Portale della Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA⁴⁶, European Environmental Agency) e del database LTER⁴⁷ (long-Term Experimental Research) consentono a tutti l'accesso a informazioni aggiornate in tempo reale sullo stato di salute delle acque, e di conseguenza l'utilizzo di queste informazioni per ipotizzare nuove condizioni di riferimento e per confrontarsi con altri Paesi. Certamente si tratta di un'opera in corso e in continuo miglioramento. A tal proposito, riteniamo importante il monito del direttore dell'Agenzia Europea che incita a sforzarsi di utilizzare un approccio *ecosistemico* per lo studio e nella gestione della risorsa acqua e di superare definitivamente la filosofia del controllo e della sanzione, come unici deterrenti per il mantenimento della sua salute. E ancora, l'integrazione tra ecologia ed economia e, in generale, tra scienza e politica, è una sfida ancora aperta che richiede soluzioni elaborate e complesse, per le quali è necessario un grande sforzo: della comunità scientifica di semplificazione delle informazioni e della comunità politica di maggiore ascolto e coraggio. Le cosiddette "spese" sul capitale umano e sulla ricerca devono essere viste nell'ottica di "investimento", anche durante i periodi di emergenze per l'economia, dal quale infine è possibile trarre un vantaggio economico.

Per la valutazione dello stato di salute la Direttiva stessa suggerisce l'utilizzo di Indicatori e Indici di qualità ecologica. In pratica però, cosa devono indicare gli "indicatori" o "indici"? Certamente essi devono individuare precocemente i segnali di "malattia" di un sistema, ma devono anche poter indicare inequivocabilmente e con opportuni gradienti lo stato o il processo di un ecosistema in salute. Per questo non è sufficiente utilizzare come si faceva prima "specie indicatori"; esse generalmente danno

*Cosa devono
indicare gli
"indicatori"?*

⁴⁵ <http://water.europa.eu/en/welcome>

⁴⁶ <http://www.eea.europa.eu/themes/water>

⁴⁷ <http://www.lter-europe.net/sites-platforms/maps>

una risposta limitata alla loro sensibilità e non sono spesso in grado di cogliere dinamiche e processi in atto né tanto meno eventuali miglioramenti. L'utilizzo dei soli indicatori biologici fa spesso cadere nell'errore “*one out-all out*” (Borja 2005), secondo il quale il cattivo stato di un indicatore potrebbe compromettere lo stato di un intero ecosistema, spesso sottostimando la classificazione di un dato corpo idrico. Al contrario una sovrastima dello stato di un corpo idrico potrebbe verificarsi valutando la presenza in un dato ecosistema di una specie rara ma protetta; fermandosi all'osservazione della presenza, senza approfondire il dato temporale della presenza o addirittura la casualità dell'evento, si rischia di sovrastimare lo stato di un corpo idrico.

Una considerazione chiave riguardo all'utilizzo degli indicatori e in particolare delle “specie indicatrici” riguarda il loro ruolo di “segnali precoci”, ovvero di sistemi grazie ai quali è possibile prevedere e generale modelli sull'evoluzione degli ecosistemi. Per definizione stessa, infatti, un indicatore deve essere in grado di prevedere. Molti progetti europei, tra quelli elencati nel primo capitolo di questo lavoro, hanno avuto lo scopo di creare database e sistemi di indicatori e indici con questa funzione. È il caso ad esempio del “*River Invertebrate Prediction and Classification System (RIVPACS)*”, un database dei popolamenti di invertebrati nei fiumi nato proprio nell'ottica di superare l'eterogeneità degli ambienti fluviali da classificare. Grazie ad esso è possibile operare previsioni in base alla presenza/assenza di determinati taxa, proprio perché essa è ritenuta dipendente dalle caratteristiche chimico/fisiche degli ambienti ospitanti. Un corretto utilizzo di questa tipologia di database consentirebbe sicuramente una classificazione più corretta dello stato di salute delle acque.

Indicatori e previsioni

Inoltre la Direttiva Quadro suggerisce l'utilizzo di modelli di previsione, specificando però che essi devono essere legittimati e supportati da dati empirici. È logico pensare che l'aumento delle informazioni e la loro maggiore reperibilità dovuta alla creazione di database a largo accesso, genereranno un miglioramento continuo dei modelli finora utilizzati e una loro, conseguentemente maggiore, efficacia.

Esistono indicatori più o meno efficaci? Nessun indicatore ad oggi risulta infallibile o più importante e soprattutto “sufficiente”. Nella Direttiva Quadro sulle Acque sembra che gli elementi biologici abbiano un peso maggiore nella determinazione finale della qualità ecologica. Riteniamo tuttavia che sia necessario fare chiarezza in proposito. La Direttiva di

Ci sono indicatori infallibili o più importanti?

fatto identifica elementi biologici, fisici, chimici e idromorfologici di qualità, per classificare lo stato ecologico. Nella versione inglese i valori chimico-fisici e idromorfologici sono definiti come “*supporting*”, la cui corretta traduzione è “che sostengono”, piuttosto che “di supporto”. A nostro avviso la seconda traduzione desta confusione e sembra quasi stabilire una gerarchia tra gli indicatori. Di fatto gli elementi biotici in ambiente acquatici sono il “prodotto dell’ambiente chimico-fisico e idromorfologico”. Non esiste una classificazione completa di un corpo idrico, né tanto meno un indice di qualità ecologica degno di chiamarsi tale, se calcolato senza l’utilizzo di tutti gli elementi ovvero del set completo di indicatori.

Una nota di particolare interesse riguarda gli indicatori microbiologici. Ad oggi, essi sono usati e concepiti come indicatori di contaminazione, verificata la quale il loro ruolo è del tutto trascurato. Tuttavia negli ultimi anni lo sbalorditivo aumento delle conoscenze nel campo dell’ecologia microbica hanno dimostrato la funzione essenziale dei microrganismi negli ecosistemi come anello di congiunzione tra le trasformazioni e i processi geochimici da un lato e le attività biologiche. I microorganismi sono riconosciuti come i maggiore responsabili e drivers dei processi biogeochimici, le vere e propri driving forces degli ecosistemi. Urge abbandonare definitivamente l’approccio sanitario e formulare un concetto nuovo e moderno di indicatore microbiologici secondo un approccio ecosistemico (Philippot L et al. 2010).

***Indicatori
microbiologici:
necessità di un
approccio
ecosistemico***

A quale scala spaziale e temporale devono riferirsi gli indicatori? È questo uno degli interrogativi più difficili. Di fatto i sistemi naturali variano continuamente nello spazio e nel tempo e le variazioni e la loro valutazione sono dipendenti dalle scale. In aggiunta esiste anche una forte interazione tra le variazioni spaziali e temporali (White

***Presente e
passato, locale e
globale***

& Walter 1997). La Direttiva sulle acque e tutti gli studi e le linee guida redatte prendono in considerazione il problema suggerendo dove possibile l’utilizzo di dati storici, che però sono spesso pochi e carenti in qualità e quantità (“*data rich and information poor*”). Questo problema complica anche l’individuazione di singoli siti di riferimento nei quali tutte le dimensioni ecologiche rilevanti siano in corrispondenza. Non esiste comunque alcuna soluzione al “problema della scala” temporale o spaziale che sia. La consapevolezza

dei possibili errori generati da un utilizzo poco corretto delle scale tuttavia potrebbe essere di per sé sufficiente: l'utilizzo di qualunque indicatore e indice deve essere corredato di un dato riguardante la sua dimensione spaziale e temporale. L'analisi di queste dimensioni dovrà essere accuratamente considerata per trarre conclusioni "ponderate".

La consapevolezza dell'importanza di una corretta definizione dei Siti di riferimento, delle scale utilizzate è alla base progetti delle attività di ECOSTAT e dell'intenso lavoro di Intercalibrazione promosso dalla comunità Europea. Intercalibrare, ovvero confrontare metodi, misure, dati, sistemi di analisi, di campionamento, condizioni di riferimento etc... è ad oggi lo sforzo da perseguire per raggiungere una quanto più corretta determinazione e armonizzazione della classificazione dei corpi idrici. Il processo di intercalibrazione è giunto ormai quasi alla fine della sua seconda fase e alla validazione dei dati sulle situazioni ambientali reali. È bene sottolineare che il processo si è dimostrato molto complesso e per alcuni aspetti quasi "irrealizzabile". Tuttavia, l'esperienza maturata in questi anni dagli addetti ai lavori e il proficuo clima di collaborazione osservato, indicano una forte volontà di raggiungimento dell'obiettivo di intercalibrazione, parallelamente alla realizzazione degli obiettivi imposti dalla Direttiva.

L'attuazione degli obiettivi imposti dalla Direttiva si scontra con le ben note difficoltà di integrazione tra le conoscenze tecnico-scientifiche e le politiche ambientali. È di fatto estremamente complesso costruire istituti giuridici capaci di integrare, gestire le questioni ambientali, per le quali occorrono scelte lungimiranti e politiche a lungo termine. Inoltre la velocità di evoluzione delle conoscenze tecnico scientifiche incide e contrasta profondamente la natura "stabilizzatrice e ordinamentale", propria del diritto. Come a dire: l'evoluzione scientifica spesso vanifica il processo di astrazione e generalizzazione normativa, con conseguentemente produzione spesso disordinata e a volte incoerente o ridondante di norme giuridiche che contemplino anche gli aspetti economici, sociali e amministrativi della gestione delle risorse ambientali.

Concludendo, la transizione tra la definizione di "parametri" e "livelli", da imporre e rispettare, e il concetto di "stato ecologico" è cominciata fin dalla tortuosa approvazione

della Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60. Per la prima volta nella Direttiva sono stati presi in considerazione diversi elementi: quelli chimico-fisici, quelli biologici e quelli idromorfologici. Arenarsi nella definizione di “priorità” o di una maggiore o minore importanza di questi elementi significa in un certo senso “tradire” lo spirito di integrazione della Direttiva.

Sono passati 10 anni dall’entrata in vigore della Direttiva e qualche anno in meno dal suo recepimento nella normativa Italiana. L’opinione di fondo sulla Direttiva è chiara per tutti i soggetti coinvolti: essa rappresenta una pietra miliare per una forma di politica volta al benessere dell’ambiente e delle sue risorse e sotto certi punti di vista è considerata “rivoluzionaria” per il rigore e gli obiettivi da perseguire. Tuttavia, e questa è comunque una impressione personale, la Direttiva sembra quasi doversi piegare di fronte ai compromessi della politica e alle difficoltà, che a volte sembrano volute, dei soggetti coinvolti nella gestione delle risorse idriche che rimangono ancorati a sistemi di conservazione e profitto nel senso classico. Certo è che alcune lacune di definizione presenti nella Direttiva possono rappresentare una sorta di “alibi” per questi soggetti. Tuttavia, è come se fossero di più gli sforzi per trovare difficoltà di attuazione e minimizzare gli effetti della Direttiva che gli sforzi tesi invece a migliorare le lacune e i limiti operativi della Stessa.

Occorre quindi ancora uno sforzo di coesione e integrazione che parta da presupposti positivi e che segua una visione e un ambizioso obiettivo, quello cioè che i corpi idrici raggiungano almeno un buono stato entro il 2015. Del resto la gestione dei corpi idrici è ad opera dell’uomo ed è l’Uomo che, nelle molteplici attività da svolgere e responsabilità alle quali far fronte, volendo veramente rispettare e curare l’ambiente e la natura di cui esso stesso fa parte, può raggiungere traguardi ambiziosi e strabilianti.

***“The objective of management of land, water and living resources
are a matter of social choice”***

Ecosystem Approach Convention on Biological Diversity (UNESCO 2000)

BIBLIOGRAFIA

- AFNOR 2003. Qualité de l'eau: détermination de l'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR). NF-T 90-395
- Anderson J.E. 1991 A conceptual framework for evaluating and quantifying naturalness. *Conservation Biology* 5:347-352
- APAT 2007. IFF 2007. Indice di funzionalità fluviale. Manuale ISBN 978-88448-0318-6
- APAT 2007. IFF 2007. Indice di funzionalità fluviale. Manuale ISBN 978-88448-0318-6
- Armsworth PP and Roughgarden JE 2001 An invitation to ecological economics. *Trends in Ecology & Evolution*. 16: 229-234
- Ayres RU 2004 On the life cycle metaphor: where ecology and economics diverge. *Ecological Economics*: 48: 125-138
- Bain et al. 1988 Streamflow regulation and fish community structure *Ecology* 69: 382-392
- Bain M.B et al 1988 Streamflow regulation and fish community structure. *Ecology*, 69:382-392
- Bakkes, J.A. et al.. 1994 An Overview of Environ Indicators: state of the art and perspectives. UNEP/EATR.94-01; RIVM/402001001. Environ Assessment Sub-Programme, UNEP, Nairobi
- Balleste E. et al 2010 Molecular Indicators Used in the Development of Predictive Models for Microbial Source Tracking. *Appl Environ Microbiol* 76:1789-1795
- Bennion H and Battarbee R. 2007 The European Union Water Framework Directive: opportunities for palaeolimnology. *J of Paleolimnology* 38: 283-295
- Best and Haeck 1982 Ecological indicators for the assessment of the quality of air, water, soil and ecosystems. D. Reidel Publishing Company, Boston
- Birk, S. & D. Hering, 2009. A new procedure for comparing class boundaries of biological assessment methods: A case study from the Danube Basin. *Ecological Indicators* 9: 528-539
- Borja A. 2005. The European water framework directive: a challenge for nearshore, coastal and continental shelf research. *Continental Shelf Research*, 25: 1768-1783
- Bossel H. 2001 Assessing viability and sustainability: a system-based approach for deriving comprehensive Indicator sets. *Cons. Ecol* 5, 12.
- Buffagni A., Armanini D.G. & Erba S., 2009. Does the lentic-lotic character of rivers affect invertebrate metrics used in the assessment of ecological quality? *J. Limnology*, 68: 92-105

Buffagni A., Erba S. & D.G. Armanini, 2010. The lentic-lotic character of Mediterranean rivers and its importance to aquatic invertebrate communities. *Aquatic Sciences*: 72: 45-60

Buffagni et al. 2004 The AQEM multimetric system for the southern Italian Apennines: assessing the impact of water quality and habitat degradation on pool macroinvertebrates in Mediterranean rivers. *Hydrobiologia*, 516: 313–329

Buffagni et al. Il rilevamento idromorfologia e degli habitat fluviali nel contesto della Direttiva europea sulle acque (WFD): principi e schede di applicazione del metodo Caravaggio. In IRSA Notiziario metodi analitici n. 2005

Bund van de W et al. 2008 Comparability of the results of the intercalibration exercise - summary of responses and way forward. Discussion document. January 2008

Bussetini M. et al. 2010 Implementazione della Direttiva 2000/60/CE: Analisi e valutazione degli aspetti idromorfologici. ISPRA

Carballo JL and Naranjo S 2002 Environ assessment of a large industrial marine complex based on a community of benthic filter-feeders. *Marine Poll Bull* 44, 605-610

Carignagn V and Villard MA 2002 Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. *Environ Monitor Assess* 78:45-61

Carlisle et al. 2009 Predicting the natural flow regime: models for assessing hydrological alteration in streams. *Riv Res and Appl* 26:118-136

Cebon, Coci et al 2004 Denaturing gradient gel electrophoresis analysis of ammonia-oxidizing bacterial community structure in the lower Seine river: impact of Paris waste water effluent. *Appl Environ Microbiol*, 70:672-6737

CEMAGREF, 1982 Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Rapport Cemagref Q.E. Lyon-A.F. Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, pp 1-128

CIS COMMON IMPLEMENTATION STRATEGY for the Water Framework Directive. Guidance doc n°7 2003

CIS COMMON IMPLEMENTATION STRATEGY for the Water Framework Directive 2000/60EC_strategic document 2 may 2001 Circa public library- CIS Common Integration Strategy- May 2001.

CIS COMMON IMPLEMENTATION STRATEGY for the Water Framework Directive 2000/60EC_pag 4

Clemens FC. 1920 Plant indicators. Washington DC: Carnegie Inst.

- Coci M et al 2008 Epiphyton as a niche for ammonia-oxidising bacteria: detailed comparison with benthic and pelagic compartments in freshwater shallow lakes. *Appl Environ Microbiol*, 74: 1963-1971
- Conley et al 2009 Is ambient chitinase activity a monitoring tool for impacts on secondary production in lotic systems? *Canadian J Fisheries Aquatic Sciences* 66: 1274-1281
- Cook, S. D. & Brown J. S., (1999). 'Bridging Epistemologies: The Generative Dance between Organizational Knowledge and Organizational Knowing', *Organization Science* 10(4): 381-400
- Coring E. 1999 Situation and developments of algal(diatom)-based techniques for monitoring rivers in Germany. In: *Use of Algae for Monitoring Rivers III* (Eds J. Prygiel, B.A. Whitton & J. Bukowska), pp. 122-127. Agence de l'Eau Artois-Picardie, Douai
- Cortner HJ. 2000 Making science relevant to environmental policy. *Environ Science & Policy* 3:21-30
- Costanza R 1987 The value of world ecosystem services and Natural Capital. *Nature* 387, 253 - 260
- Council Directive 91/692/EEC Direttiva per la Standardizzazione e a razionalizzazione delle relazioni relative all'attuazione di alcune direttive concernenti l'ambiente. *Gazzetta ufficiale* n L337 del 31/12/1991 pag 0048-0054
- D'Antoni et al. Sinergie tra la Direttiva quadro sulle Acque e le Direttiva "Habitat" e "Uccelli" per la tutela degli ecosistemi acquatici con particolare riferimento alle aree protette, siti natura 2000, zone Ramsar. Aspetti relativi alla pianificazione. Rapporto 107/2010 ISPRA
- Daily et al.. 2000 Ecology: the value of nature and the nature of value. 21 July *Science*. 289: 395-396.
- Dale & Beyeler 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecol Indicators*, 1: 3-10
- Dauvin J.C 2010 Benthic indicators: From subjectivity to objectivity - Where is the line? *Marine Poll Bull* 60:947-953
- Dell'Uomo 2004 Indice diatamico di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acque correnti. APAT 2004
- Della Croce, Cattaneo Vietti, Danovaro. 1997. *Ecologia e protezione dell'ambiente marino costiero*. Utet Università, Torino
- Delong 1996 Defining biodiversity. *Wildlife Society Bulletin* 24, 738-749

- Devlin et al 2007 Establishing boundary classes for the classification of UK marine waters using phytoplankton communities. *Marine Poll Bull* 55: 91-103
- Dolédéc and Statzner. 2010. Responses of freshwater biota to human disturbances: contribution of J-NABS to developments in ecological integrity assessments. *J.N Am. Benthol Soc.* 29:286-311
- Dudgeon et al. 2006 Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* 81:163-182
- ECOSTAT 2004 CIS WG 2.A Ecological Status, 2004. Overview of common intercalibration types. Final version for finalisation of the intercalibration network spring 2004. Version 5.1—23 April 2004. Joint Research Center, Ispra.
- EEA European Environ Agency 1998 Guidelines for Data Collection and Processing- EU state of the Environment Report. Annex 3
- Ellenbergm H. 1992 Zeigerwerte der Gefäßpflanzen. In: *Pflanzen in Mitteleuropa* 2nd, Verlag Erich Goltze, Göttingen. DE
- F. La Camera. Il valore dell'ambiente. 2009. Edizioni Ambiente
- Fiksdal L et al 1985 Survival and detection of bacteroides spp, prospective indicator bacteria. *Appl Environ Microbiol* 48:148-150
- Franklin J.F. 1988. Structural and temporal diversity in temperate forests. In: Wilson, E.O. Ed., *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, DC, pp. 166–175.
- für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 248 pp.
- Ghetti P.F Indice Biotico Esteso: i macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. ARPA-Trento 2001
- Gillson et al. 2004. “As Earth’s testimonies tell”: wilderness conservation in a changing world. *Ecology Letters* 7: 990-998
- Gillson L & Willis KJ, 2004. “As Earth’s testimonies tell: wilderness conservation in a changing world”. *Ecology letters*, 10: 990-998
- Gorman & Karr 1978 Habitat structure and stream fish communities. *Ecology*, 59, 507–515.
- Gorman O.T. & Karr 1978. Habitat structure and stream fish communities. *Ecology* 59:507-525
- Gunter. 2006. Ecosystem services: thermodynamics. <http://openlandscapes.zalf.de>
- Hammond A. et al. 1995. *Environ Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environ Policy Performance in the Context of Sustainable Development*. World Resources Institute, Washington D.C.

- Härdtle W 1995 On the theoretical concept of the potential natural vegetation and proposals for an up-to-date modification. *Folia Geob & Phytotax* 30, 263-276
- Haury J., Peltre M.C., Tremolieres M. et al. (2002) A method involving macrophytes to assess water trophy and organic pollution: the Macrophyte Biological Index for Rivers (IBMR) - application to different types of rivers and pollutions. In: *Proceedings 11th EWRS Internat. Symp. Aquatic Weeds* (Eds A. Dutartre & M.H. Montel), pp. 247–250. Moliets Et Maa, France
- Heink U. and Kowarik 2010 What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. *Ecol Indicators* 10: 584-593
- Heiskanen, A.-S., van de Bund, W., Cardoso, A.C., Nõges, P., 2004. Towards good ecological status of surface waters in Europe - interpretation and harmonisation of the concept. *Water Science and Technology* 49 7: 169-177.
- Hem JD 1984 Study and interpretation of chemical characteristics of natural water. US Geological Survey Printing Office
- Hering et al 2006 Assessment of European streams with diatoms, macrophytes, macroinvertebrates and fish: a comparative metric-based analysis of organisms responses to stress
- Hutchinson 1961 The paradox of the plankton. *American Naturalist* 95:137-145
- Hughes et al. 1986 Regional reference sites - a method for assessing stream potentials. *Environ Manag* 10: 629-635
- Jeppesen, E., Sondergaard, M., Sondergaard, M. and Christofferson, K. (Eds.) 1997 The Structuring Role of Submerged Macrophytes in Lakes. In *Ecological Studies*:131
- Kaika M. 2003 The WFD: a new directive for a Changing Social, Political and Economic European Framework. *European Planning Studies*, 11:199-316
- Kamenir Y & G. Morabito 2009 Lago Maggiore oligotrophication as seen from the long-term evolution of its phytoplankton taxonomic size structure. *J. Limnology*, 68: 64-70
- Karr J.R 1991 Biological integrity: a long-neglected aspect of water resource management. *Ecol Applications* 1:66-84
- Kelly M.G. et al 1995 Comparative performance of benthic diatom indices to assess river water quality. *Hydrobiol*: 302, 179–188
- Kirstensen P 2004 The DPSIR framework. Workshop on a comprehensive/detailed assessment of the vulnerability of water resources to environmental change in Africa using river basin approach. UNEP headquarters, Nairobi, Kenya

- Kolkwitz & Marson 1909. Ökologie der tierischen saprobien. Internationale Revue der gesamten hydrobiologie: 2: 126-152
- Kowarik 1999 Natürlichkeit, naturnähe und Hemerobie als bewertungskriterien. In: Handbuch für Naturschutz und Landschaftspflege; McIsaac and Brün 1999, Natural environment and human culture: defining terms and understanding worldviews. J Environ quality 28, 1-10
- Kümmerlin, R., 1990. Plankton-Gemeinschaften als Bioindikatoren für Stehgewässer. Ökologie u. Naturschutz 3: 227–241
- Landres et al. 2005 Ecological Uses of Vertebrate Indicator Species: A Critique. Conserv Biology 2:316:328
- Leonard P. 2002 The role of biological research in supporting policy needs. Marine Environ Research 54: 200 - 213
- Lotter et al. 1997 Modern diatom, cladocera, chironomid and chrysophyte cyst assemblages as quantitative indicators for the reconstruction of past environmental conditions in the Alps. J of Paleolimnology, 4: 395-420
- Lynch-Stewart 2002. Using ecological standards, guidelines and objectives for determining significance. Canadian Environ Assessment Agency. Ottawa Canada. www.ceaa-acee.gc.ca
- Mancini L & Sollazzo C 2009 Metodo per la valutazione dello stato ecologico delle acque correnti: comunità diatomee. Rapporto Istisan 09/19, Istituto Superiore di Sanità, Roma
- Martinelli A. Relazione “Qualità dei corsi d’acqua” al workshop idromorfologia e Direttiva Acque. 22 e 23 aprile 2010. ISPRA –Roma
- Minciardi M.R. et al 2003 linee guida per il biomonitoraggio di corsi d’acqua in ambiente alpino. Enea, Provincia di Torino
- Moss, B et al. 1996 The monitoring of ecological quality and the classification of standing waters in temperate regions: A review and proposal based on a worked scheme for British waters. Biolog Rev. 71, 301-339
- Mouillot e Leprieux 2000. Introduction of relative abundance indices estimated from the rank-frequency diagrams, to assess changes in community species diversity. Environmental Monitoring and Assessment 63: 279-295
- Nardini et al. Problemi e limiti della Direttiva Quadro sulle Acque. Una proposta integrativa: FLEA fluvial Ecosystem assessment. Biol Ambientale 22.
- Niemeijer D et al. 2008 A conceptual framework for selecting environmental indicator sets. Ecol Indic 8:14-25

- Niemi GJ and McDonald 2004 Application of ecological indicators. *Ann Rev Ecol Evol*: 35:89-111
- Nõges P. et al 2006 Water Framework Directive. The way to water ecosystems sustainability in Europe. *Lakeline* 37: 36-43
- Nõges, P et al 2005 The Water Framework Directive Final Intercalibration Register for lakes, rivers, coastal and transitional waters: Overview and analysis of metadata, JRC, EC, ISPRA (VA), Italy. EUR 21671; EN
- Nõges, P et al. 2005 Setting ecological quality class boundaries for the Water Framework Directive: the lake intercalibration network. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 29 1: 265-267.
- Norris RH and Thoms MC 1999 What is river health. *FreshWater Biol* 41:197-209
- Northcod e 1998. Migratory behavior of fish and its significance to movement through riverine fish passage facilities. In *Fish migration and Fish bypasses*. Pp.3-18 University Press, Cambridge
- Northcodte 1998. Migratory behaviour of fish and its significance to movement through riverine fish passage facilities. In *Fish migration and Fish bypasses*. Pp.3-18 University Press, Cambridge
- Noss, R.F. 1990 Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biol.* 4, 355–364
- Nygaard 1949
- Odum 1983. *Basi di ecologia*. Piccin Nuova Libreria s.p.a., Padova
- Odum EP 1971 *Fundamentals of ecology*. Philadelphia, WB Saunders Company, pp 574
- Odum HT and Odum EP 2000 The energetic basis for valuation of ecosystem services. *Ecosystems* 3:21-23
- Olfa BS et al. 2010 Bacterial Community structure of sediments of the Bizerte lagoon Tunisia, a southern Mediterranean Coastal Anthropized Lagoon. *Microbial Ecology* 59: 445-456
- Ott W.R. 1978 *Environ Indices: Theory and Practice*. Ann Arbor Science, Michigan
- Pearson DL 1994 Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. *Philos Trans: Biol Sciences* 345: 75-79
- Poff. Et al. 2009 The ecological limits of hydrologic alteration ELOHA: a new frameowrk for developing regional environmental flow standards. *Fresh Biol*, 55:147-170
- Postiglione A 2008. Fondazione Corte Internazionale dell'Ambiente. Intervista Coldiretti

Potocnik J Social Science and Humanities in Europe: new Challenges, new Opportunities. Speech at the Conference on the Social Sciences and Humanities, European Parliament, Brussels, 12 Dec. 2005

Primo Rapporto SinaNEt sulle acque. ANPA 2001

Provini, A., Galassi, S e Marchetti R. 1998 Ecologia Applicata. Società italiana di Ecologia. Città Studi Edizioni, Utet libreria S.r.l Torino

Quevauviller et al., 2005 Science-policy integration needs in support of the implementation of the EU Water Framework Directive. *Env Science & Policy*, 8: 203-211

Rawson 1956 Algal indicator of trophic lake types. *Limnol & Oceanog*, 1: 18-25

Reisenhofer et al 1998. Using chemical and physical parameters to define the quality of karstic freshwaters Timavo river, North-Eastern Italy: a chemometric approach. *Wat Research* 32: 1193-1203

Reynolds K . 2003. Coliform bacteria: a failed indicator of water quality. *Water conditioning and purification magazine* 45, 9.

Richardson et al. 2000 Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diver & Distribution* 6: 93-107

Rinaldi et al. Elaborazione di una metodologia per la classificazione idromorfologica dei corsi di acqua italiani. Atti della conferenza “Studi e esperienze sull’uso sostenibile delle risorse idriche dell’Appennino”. Pennabilli 2-27 giugno 2009

Rinaldi M. et al. 2010 – Manuale tecnico-operativo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua.

Rogers K and Biggs H 1999 Integrating indicators, endpoints and value systems in strategic management of the rivers of the Kruger National Park. *Fresh Biol* 41:439-451

Rott et al. 1997 Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 1: Saprobielle Indikation. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 73 pp

Rott et al., 1999 Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation sowie geochemische Präferenz, taxonomische und toxikologische Anmerkungen. Bundesministerium

Salmaso et al 2006 Phytoplankton as an Indicator of the Water Quality of the Deep Lakes South of the Alps . *hydrobiol* 563:167-187

Scheffer et al 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. *Trend Ecol Evolution*, 8: 275-279.

Scheffer et al. 2010 Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature* 11-10-2001. 413: 591-596

- Schnabel et al 2010 Variability, Seasonability and Persistence of Fecal Coliform Bacteria in a Cold-Region, Urban Stream. *J Cold Regions Engineering* 24: 54-74
- SCOPE 1995 Environ Indicators: Systematic Approach to Measuring and Reporting on the Environment in the Context of Sustainable Development. Paper by the Project on Indicators of Sustainable Development of the Scientific Community on Problems of the Environment SCOPE presented at an International Workshop on Indicators of Sustainable Development for Decision-Making, 9-11 January, Ghent, Belgium. <http://www.icsu-scope.org/>
- Silow EA and Mokry AV 2010 Exergy as a tool for ecosystem health and assessment. *Entropy* 12: 902-925
- Simberloff and Dayan 1991 The guild concept and the structure of Ecological Communities. *Annual Review Ecol System* 22: 115-143
- Simberloff and Dayan 1991 The guild concept and the structure of Ecological Communities. *Annual Review Ecol System* 22: 115-143
- Simboura et al 2005. A synthesis of the biological quality elements for the implementation of the European Water Framework Directive in the Mediaterranean ecoregion: The case of the Saronikos Gulf. *Ecological Indicators* 5: 253-266
- Statzner B., Bis B., & Usseglio-Polatera P. 2001 Perspectives for biomonitoring at large spatial scales: a unified measure for the functional composition of invertebrate communities in European running waters. *Basic and Applied Ecology*, 1, 73–85
- Steyaert P & Ollivier G 2007. The European Water Framework Directive: how ecological assumptions frame technical and social change. *Ecol and Society* 12: 25
- Swart et al. 1995 Scanning the Global Environment: a framework and methodology for integrated environmental reporting and assessment. RIVM, Bilthoven, Report n. 402001002, 58 pp
- Timmerman JG et al. 2010 Analyzing the data-rich-but-information-poor syndrome in Dutch water management in historical perspective. *Environ Manag* 45:1231-1241
- Tison et al 2008. Evaluation the ecological status of rivers using and index of ecological distance: an application to diatom communities. *Ecol Indicators* 8: 285-291
- Tornés et al 2007 Indicator taxa of benthic diatom communities: a case study in Mediterranean streams. *Ann Limnol* 43: 1-11
- Trempe H. and Koheler A. 1995 The usefulness of macrophyte monitoring-systems, exemplified on eutrophication and acidification of running waters. *A. B.Gall*, 142: 541-550

- Tunstall 1979 Developing indicators of environmental quality: the experience of the council on environmental quality. *Social Indicators research*, 6: 301-347
- Urbani P 2004 Il recepimento della Direttiva Comunitaria sulle acque 2000/60: profili istituzionali di un nuovo governo delle acque. *Riv. Giur. Ambiente* 2004, pag 209
- US Clear Water Act, abbreviation of Federal Water Pollution Control Act, 1972, US.
- van Dam et al. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Neth J Aquatic ecology*, 28, 117 -133
- van Eeten & Roy 2002 Ecology, Engineering and management. Reconciling ecosystem rehabilitation and service reliability. Oxford UP Inc., New York
- Vannote et al 1980 The river continuum concept. *Can. J. Fish Aquat Sci*, vol 37: 130-137
- Wamelink GWW et al 2002 Validity of Ellenberg indicator values judged from physico-chemical measurements. *J vegetation Science* 13: 269-278
- Ward R.C et al. 1986. The “data-rich but information poor” syndrome in water quality monitoring. *Environ Manag* 10: 291-297
- Ward RC 1996. Water quality monitoring: Where's the beef? *Water Res bulletin* 32:673-680
- Westman W.E. 1985 Ecology, impact assessment and environmental planning. J. Wiley & Sons, New York
- White P.S & J.L. Walter. 1997 Approximating nature's variation: selection and using reference information in restoration ecology. *Restor Ecol* 5: 338-349
- Wilhelmi 1916. Übersicht über die biologische Beurteilung des Wassers. *Ges naturf Freunde Berlin*, pp. 297–306.
- Xu et al. 2002 System-level responses of lake ecosystems to chemical stresses using exergy and structural exergy as ecological indicators. *Chemosphere* 46: 173-185
- Xu FL et al 1999 Ecological indicators for assessing freshwater ecosystem health. *Ecol Model* 116: 77-106
- Yoder C.O and Rankin E.T. 1998 The role of Biological indicators in a State water Quality Managment Process. *Environ Monitoring* 51: 61-88
- Zelinka M. & Marvan P. (1961) Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Archiv für Hydrobiologie*, 57, 389–407
- Zerunian 2007 Primo aggiornamento dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche. *Biol Animale* 21: 43-47
- Ziemann H 1999 Bestimmung des Haobienindex. In *Biologische Gewässeruntersuchung*, 2:310-313

APPENDICE

Appendice 1

Direttiva 2000/60 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque

Articolo 1: Scopo

Articolo 2: Definizioni

Articolo 3: Coordinamento delle disposizioni amministrative all'interno dei distretti idrografici

Articolo 4: Obiettivi ambientali:

- a) Per le acque superficiali
- b) Per le acque sotterranee
- c) Per le aree protette

Articolo 5: Caratteristiche del distretto idrografico, esame dell'impatto ambientale delle attività umane e analisi economica dell'utilizzo idrico

Articolo 6: Registro delle aree protette

Articolo 7: Acque utilizzate per l'estrazione di acqua potabile

Articolo 8: Monitoraggio dello stato delle acque superficiali, dello stato delle acque sotterranee e delle aree protette

Articolo 9: Recupero dei costi relativi ai servizi idrici

Articolo 10: Approccio combinato per le fonti puntuali e diffuse

Articolo 11: Programma di misure

Articolo 12: Aspetti che non possono essere affrontati a livello di Stato membro

Articolo 13: Piani di gestione dei bacini idrografici

Articolo 14: Informazione e consultazione pubblica

Articolo 15: Relazioni

Articolo 16: Strategie per combattere l'inquinamento idrico

Articolo 17: Strategie per prevenire e controllare l'inquinamento delle acque sotterranee

Articolo 18: Relazione della Commissione

Articolo 19: Piani per future misure comunitarie

Articolo 20: Adeguamenti tecnici della direttiva

Articolo 21: Comitato di regolamentazione

Articolo 22: Abrogazioni e disposizioni provvisorie

Articolo 23: Sanzioni

Articolo 24: Attuazione

Articolo 25: Entrata in vigore

Articolo 26: Destinatari

Allegato I: Informazioni richieste per la compilazione dell'elenco delle autorità competenti

Allegato II

Acque superficiali

- Caratterizzazione dei tipi di corpi idrici superficiali
- Ecoregioni e tipi di corpi idrici superficiali
- Fissazione delle condizioni di riferimento tipiche specifiche per i tipi di corpo idrico superficiale
- Individuazione delle pressioni
- Valutazione dell'impatto

Acque sotterranee

- Prima caratterizzazione
- Caratterizzazione ulteriore
- Riesame dell'impatto delle attività umane sulle acque sotterranee
- Riesame dell'impatto delle variazioni dei livelli delle acque sotterranee
- Riesame dell'impatto dell'inquinamento sulla qualità delle acque sotterranee

Allegato III: Analisi economica

Allegato IV: Aree protette

Allegato V: Stato delle acque superficiali e Stato delle acque Sotterranee

Allegato VI: Elenchi degli elementi da inserire nel programma di misure

Allegato VII: Piani di gestione dei bacini idrografici

Allegato VIII: Elenco indicativo dei principali inquinanti

Allegato IX: Valori limite di emissione e standard di qualità ambientale

Allegato X: Elenco di sostanze prioritarie in materia di acque

Allegato XI: Ecoregioni

Appendice 2

www.waterframeworkdirective.wdd.moa.gov.cy/cis/html

Common Implementation Strategy Working Programme (CIS)

Totale: 5

[CIS - Common Implementation Strategy - May 2001](#)

[CIS - Work Programme 2003/2004](#)

[CIS - Work Programme 2005/2006](#)

[CIS - Work programme 2007-2009](#)

[CIS - Work Programme 2010 - 2012](#)

Published Guidance Documents

Totale: 33

[GD No 01 - WATECO - Policy Summary](#)

[GD No 03 - IMPRESS - Policy Summary](#)

[GD No 04 - HMWB - Policy Summary](#)

[GD No 06 - Intercalibration - Policy Summary](#)

[GD No 07 - Monitoring - Policy Summary](#)

[GD No 09 - GIS - Policy Summary](#)

[GD No 10 - REFCOND - Policy Summary](#)

[GD No 23 - Eutrophication - Policy Summary](#)

[Guidance No 01 - Economics - WATECO](#)

[Guidance No 02 - Identification of water bodies](#)

[Guidance No 03 - pressures and impacts - IMPRESS](#)

[Guidance No 04 - heavily modified water bodies - HMWB](#)

[Guidance No 05 - characterisation of coastal waters - COAST](#)

[Guidance No 06 - intercalibration](#)

[Guidance No 07 - Monitoring](#)

[Guidance No 08 - Public participation](#)

[Guidance No 09 - GIS](#)

[Guidance No 10 - references conditions inland waters](#)

[Guidance No 11 - Planning Process](#)

[Guidance No 12 - Wetlands \(WG B\)](#)

[Guidance No 13 - Classification of Ecological Status \(WG A\)](#)

[Guidance No 14 - Intercalibration Process 2004-2006 \(WG A\)](#)

[Guidance No 14 - Intercalibration Process 2008-2011 \(WG A\)](#)

[Guidance No 15 - Groundwater Monitoring \(WG C\)](#)

[Guidance No 16 - Groundwater in Drinking Water Protected Areas \(WG C\)](#)

[Guidance No 17 - Direct and indirect inputs in the light of the 2006/118/EC Directive](#)

[Guidance No 18 - Groundwater Status and Trend Assessment \(WG C\)](#)

[Guidance No 19 - Surface water chemical monitoring.pdf](#)

[Guidance No 20 - Exemptions to the environmental objectives](#)

[Guidance No 21 - Guidance for reporting under the WFD](#)

[Guidance No 22 - Updated WISE GIS guidance \(Nov'2008\)](#)

[Guidance No 23 - Eutrophication Assessment in the Context of European Water Policies](#)

[Guidance No 24 - River Basin Management in a Changing Climate](#)

Appendice 3

Schema del Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Norme in materia ambientale
(G.U. n. 88 del 14 aprile 2006)

Parte prima. Disposizioni comuni e principi generali

1. Ambito di applicazione.
2. Finalità.
3. Criteri per l'adozione dei provvedimenti successivi.
- 3-bis. Principi sulla produzione del diritto ambientale.
- 3-ter. Principio dell'azione ambientale.
- 3-quater. Principio dello sviluppo sostenibile.
- 3-quinquies. Principi di sussidiarietà e di leale collaborazione.
- 3-sexies. Diritto di accesso alle informazioni ambientali e di partecipazione a scopo collaborativo.

Parte seconda. Procedure per la valutazione ambientale strategica (VAS), per la valutazione d'impatto ambientale (VIA) e per l'autorizzazione ambientale integrata (IPPC)

Titolo I - Norme generali

4. Finalità.
5. Definizioni.
6. Oggetto della disciplina.
7. Competenze.
8. Norme di organizzazione.
9. Norme procedurali generali.
10. Norme per il coordinamento e la semplificazione dei procedimenti

Titolo II- Valutazione ambientale strategica - VAS

11. Modalità di svolgimento
12. Verifica di assoggettabilità
13. Redazione del rapporto ambientale

- 14. Consultazione
- 15. Valutazione del rapporto ambientale e degli esiti i risultati della consultazione
- 16. Decisione
- 17. Informazione sulla decisione
- 18. Monitoraggio

Titolo III - La Valutazione di impatto ambientale

- 19. Modalità di svolgimento
- 20. Verifica di assoggettabilità
- 21. Definizione dei contenuti dello studio di impatto ambientale
- 22. Studio di impatto ambientale
- 23. Presentazione dell'istanza
- 24. Consultazione
- 25. Valutazione dello studio di impatto ambientale e degli esiti della consultazione
- 26. Decisione
- 27. Informazione sulla decisione
- 28. Monitoraggio
- 29. Controlli e sanzioni

Titolo IV - Valutazioni ambientali interregionali e transfrontaliere

- 30. Impatti ambientali interregionali
- 31. Attribuzione competenze
- 32. Consultazioni transfrontaliere

Titolo V - Norme transitorie e finali

- 33. Oneri istruttori
- 34. Norme tecniche, organizzative e integrative
- 35. Disposizioni transitorie e finali
- 36. Abrogazioni e modifiche
- 37. 52. *(abrogati)*

Parte terza - Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche

Sezione I - Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione

Titolo I - Principi generali e competenze

Capo I - Principi generali

- 53. Finalità.
- 54. Definizioni.
- 55. Attività conoscitiva.
- 56. Attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione.

Capo II - Competenze

- 57. Presidente del Consiglio dei Ministri, Comitato dei Ministri per gli interventi nel settore della difesa del suolo.
- 58. Competenze del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio.
- 59. Competenze della conferenza Stato-regioni.
- 60. Competenze dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici - APAT.
- 61. Competenze delle regioni.
- 62. Competenze degli enti locali e di altri soggetti.
- 63. Autorità di bacino distrettuale.

Titolo II - I distretti idrografici, gli strumenti, gli interventi

Capo I - Distretti idrografici

- 64. Distretti idrografici.

Capo II - Gli strumenti

- 65. Valore, finalità e contenuti del piano di bacino distrettuale.
- 66. Adozione ed approvazione dei piani di bacino.
- 67. I piani stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico e le misure di prevenzione per le aree a rischio.
- 68. Procedura per l'adozione dei progetti di piani stralcio.

Capo III - Gli interventi

- 69. Programmi di intervento.
- 70. Adozione dei programmi.
- 71. Attuazione degli interventi.
- 72. Finanziamento.

Sezione II - Tutela delle acque dall'inquinamento

Titolo I - Principi generali e competenze

- 73. Finalità.
- 74. Definizioni.
- 75. Competenze.

Titolo II - Obiettivi di qualità

Capo I - Obiettivo di qualità ambientale e obiettivo di qualità per specifica destinazione

- 76. Disposizioni generali.
- 77. Individuazione e perseguimento dell'obiettivo di qualità ambientale.
- 78. Standard di qualità per l'ambiente acquatico.
- 79. Obiettivo di qualità per specifica destinazione.

Capo II - Acque a specifica destinazione

- 80. Acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile.
- 81. Derghe.
- 82. Acque utilizzate per l'estrazione di acqua potabile.
- 83. Acque di balneazione.
- 84. Acque dolci idonee alla vita dei pesci.
- 85. Accertamento della qualità delle acque idonee alla vita dei pesci.
- 86. Derghe.
- 87. Acque destinate alla vita dei molluschi.
- 88. Accertamento della qualità delle acque destinate alla vita dei molluschi.
- 89. Derghe.
- 90. Norme sanitarie.

Titolo III - Tutela dei corpi idrici e disciplina degli scarichi

Capo I - Aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento

91. Aree sensibili.

92. Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola.

93. Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari e zone vulnerabili alla desertificazione.

94. Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano.

Capo II - Tutela quantitativa della risorsa e risparmio idrico

95. Pianificazione del bilancio idrico.

96. Modifiche al regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775.

97. Acque minerali naturali e di sorgenti.

98. Risparmio idrico.

99. Riutilizzo dell'acqua.

Capo III - Tutela qualitativa della risorsa: disciplina degli scarichi

100. Reti fognarie.

101. Criteri generali della disciplina degli scarichi.

102. Scarichi di acque termali.

103. Scarichi sul suolo.

104. Scarichi nel sottosuolo e nelle acque sotterranee.

105. Scarichi in acque superficiali.

106. Scarichi di acque reflue urbane in corpi idrici ricadenti in aree sensibili.

107. Scarichi in reti fognarie.

108. Scarichi di sostanze pericolose.

Capo IV - Ulteriori misure per la tutela dei corpi idrici

109. Immersione in mare di materiale derivante da attività di escavo e attività di posa in mare di cavi e condotte.

110. Trattamento di rifiuti presso impianti di trattamento delle acque reflue urbane.

111. Impianti di acquacoltura e piscicoltura.

112. Utilizzazione agronomica.

113. Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia.

114. Dighe.

115. Tutela delle aree di pertinenza dei corpi idrici.

116. Programmi di misure.

Titolo IV - Strumenti di tutela

Capo I - Piani di gestione e piani di tutela delle acque

117. Piani di gestione e registro delle aree protette.

118. Rilevamento delle caratteristiche del bacino idrografico ed analisi dell'impatto esercitato dall'attività antropica.

119. Principio del recupero dei costi relativi ai servizi idrici.

120. Rilevamento dello stato di qualità dei corpi idrici.

121. Piani di tutela delle acque.

122. Informazione e consultazione pubblica.

123. Trasmissione delle informazioni e delle relazioni.

Capo II - Autorizzazione agli scarichi

124. Criteri generali.

125. Domanda di autorizzazione agli scarichi di acque reflue industriali.

126. Approvazione dei progetti degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane.

127. Fanghi derivanti dal trattamento delle acque reflue.

Capo III - Controllo degli scarichi

128. Soggetti tenuti al controllo.

129. Accessi ed ispezioni.

130. Inosservanza delle prescrizioni della autorizzazione allo scarico.

131. Controllo degli scarichi di sostanze pericolose.

132. Interventi sostitutivi.

Titolo V - Sanzioni

Capo I - Sanzioni amministrative

133. Sanzioni amministrative.

134. Sanzioni in materia di aree di salvaguardia.

135. Competenza e giurisdizione.

136. Proventi delle sanzioni amministrative pecuniarie.

Capo II - Sanzioni penali

- 137. Sanzioni penali.
- 138. Ulteriori provvedimenti sanzionatori per l'attività di molluschicoltura.
- 139. Obblighi del condannato.
- 140. Circostanza attenuante.

Sezione III - Gestione delle risorse idriche

Titolo I - I principi generali e competenze

- 141. Ambito di applicazione.
- 142. Competenze.
- 143. Proprietà delle infrastrutture.
- 144. Tutela e uso delle risorse idriche.
- 145. Equilibrio del bilancio idrico.
- 146. Risparmio idrico.

Titolo II - Servizio idrico integrato

- 147. Organizzazione territoriale del servizio idrico integrato.
- 148. Autorità d'ambito territoriale ottimale.
- 149. Piano d'ambito.
- 150. Scelta della forma di gestione e procedure di affidamento.
- 151. Rapporti tra autorità d'ambito e soggetti gestori del servizio idrico integrato.
- 152. Poteri di controllo e sostitutivi.
- 153. Dotazioni dei soggetti gestori del servizio idrico integrato.
- 154. Tariffa del servizio idrico integrato.
- 155. Tariffa del servizio di fognatura e depurazione.
- 156. Riscossione della tariffa.
- 157. Opere di adeguamento del servizio idrico.
- 158. Opere e interventi per il trasferimento di acqua.

Titolo III - Vigilanza, controlli e partecipazione

- 159. Autorità di vigilanza sulle risorse idriche e sui rifiuti.
- 160. Compiti e funzioni dell'Autorità di vigilanza.
- 161. Osservatorio sulle risorse idriche e sui rifiuti.
- 162. Partecipazione, garanzia e informazione degli utenti.
- 163. Gestione delle aree di salvaguardia.
- 164. Disciplina delle acque nelle aree protette.
- 165. Controlli.

Titolo IV - Usi produttivi delle risorse idriche

- 166. Usi delle acque irrigue e di bonifica.
- 167. Usi agricoli delle acque.
- 168. Utilizzazione delle acque destinate ad uso idroelettrico.
- 169. Piani, studi e ricerche.

Sezione IV - Disposizioni transitorie e finali

- 170. Norme transitorie.
- 171. Canoni per le utenze di acqua pubblica.
- 172. Gestioni esistenti.
- 173. Personale.
- 174. Disposizioni di attuazione e di esecuzione.
- 175. Abrogazione di norme.
- 176. Norma finale.

Parte quarta- Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati

Titolo I - Gestione dei rifiuti

Capo I - Disposizioni generali

- 177. Campo di applicazione.
- 178. Finalità.
- 179. Criteri di priorità nella gestione dei rifiuti.

- 180. Prevenzione della produzione di rifiuti.
- 181. Recupero dei rifiuti.
- 181-bis. Materie, sostanze e prodotti secondari.
- 182. Smaltimento dei rifiuti.
- 183. Definizioni.
- 184. Classificazione.
- 185. Limiti al campo di applicazione.
- 186. Terre e rocce da scavo.
- 187. Divieto di miscelazione di rifiuti pericolosi.
- 188. Oneri dei produttori e dei detentori.
- 189. Catasto dei rifiuti.
- 190. Registri di carico e scarico.
- 191. Ordinanze contingibili e urgenti e poteri sostitutivi.
- 192. Divieto di abbandono.
- 193. Trasporto dei rifiuti.
- 194. Spedizioni transfrontaliere.

Capo II - Competenze

- 195. Competenze dello stato.
- 196. Competenze delle regioni.
- 197. Competenze delle province.
- 198. Competenze dei comuni.

Capo III - Servizio di gestione integrata dei rifiuti

- 199. Piani regionali.
- 200. Organizzazione territoriale del servizio di gestione integrata dei rifiuti urbani.
- 201. Disciplina del servizio di gestione integrata dei rifiuti urbani.
- 202. Affidamento del servizio.
- 203. Schema tipo di contratto di servizio.
- 204. Gestioni esistenti.
- 205. Misure per incrementare la raccolta differenziata.
- 206. Accordi, contratti di programma, incentivi.
- 206-bis. Osservatorio nazionale sui rifiuti
- 207. Autorità di vigilanza sulle risorse idriche e sui rifiuti.

Capo IV - Autorizzazioni e iscrizioni

- 208. Autorizzazione unica per i nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti.
- 209. Rinnovo delle autorizzazioni alle imprese in possesso di certificazione ambientale.
- 210. Autorizzazioni in ipotesi particolari.
- 211. Autorizzazione di impianti di ricerca e di sperimentazione.
- 212. Albo nazionale gestori ambientali.
- 213. Autorizzazioni integrate ambientali.

Capo V - Procedure semplificate

- 214. Determinazione delle attività e delle caratteristiche dei rifiuti per l'ammissione alle procedure semplificate.
- 215. Autosmaltimento.
- 216. Operazioni di recupero.

Titolo II - Gestione degli imballaggi

- 217. Ambito di applicazione.
- 218. Definizioni.
- 219. Criteri informativi dell'attività di gestione dei rifiuti di imballaggio.
- 220. Obiettivi di recupero e di riciclaggio.
- 221. Obblighi dei produttori e degli utilizzatori.
- 222. Raccolta differenziata e obblighi della pubblica amministrazione.
- 223. Consorzi.
- 224. Consorzio nazionale imballaggi.
- 225. Programma generale di prevenzione e di gestione degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggio.
- 226. Divieti.

Titolo III - Gestione di particolari categorie di rifiuti

- 227. Rifiuti elettrici ed elettronici, rifiuti sanitari, veicoli fuori uso e prodotti contenenti amianto.
- 228. Pneumatici fuori uso.

- 229. Combustibile da rifiuti e combustibile da rifiuti di qualità elevata - cdr e cdr-q.
- 230. Rifiuti derivanti da attività di manutenzione delle infrastrutture.
- 231. Veicoli fuori uso non disciplinati dal decreto legislativo 24 giugno 2003, n. 209.
- 232. Rifiuti prodotti dalle navi e residui di carico.
- 233. Consorzio nazionale di raccolta e trattamento degli oli e dei grassi vegetali ed animali esausti.
- 234. Consorzio nazionale per il riciclaggio di rifiuti di beni in polietilene.
- 235. Consorzio nazionale per la raccolta e trattamento delle batterie al piombo esauste e dei rifiuti piombosi.
- 236. Consorzio nazionale per la gestione, raccolta e trattamento degli oli minerali usati.
- 237. Criteri direttivi dei sistemi di gestione.

Titolo IV - Tariffa per la gestione dei rifiuti urbani

- 238. Tariffa per la gestione dei rifiuti urbani.

Titolo V - Bonifica di siti contaminati

- 239. Principi e campo di applicazione.
- 240. Definizioni.
- 241. Regolamento aree agricole.
- 242. Procedure operative ed amministrative.
- 243. Acque di falda.
- 244. Ordinanze.
- 245. Obblighi di intervento e di notifica da parte dei soggetti non responsabili della potenziale contaminazione.
- 246. Accordi di programma.
- 247. Siti soggetti a sequestro.
- 248. Controlli.
- 249. Aree contaminate di ridotte dimensioni.
- 250. Bonifica da parte dell'amministrazione.
- 251. Censimento ed anagrafe dei siti da bonificare.
- 252. Siti di interesse nazionale.
- 252-bis. Siti di preminente interesse pubblico per la riconversione industriale
- 253. Oneri reali e privilegi speciali.

Titolo VI - Sistema sanzionatorio e disposizioni transitorie e finali

Capo I - Sanzioni

- 254. Norme speciali.
- 255. Abbandono di rifiuti.
- 256. Attività di gestione di rifiuti non autorizzata.
- 257. Bonifica dei siti.
- 258. Violazione degli obblighi di comunicazione, di tenuta dei registri obbligatori e dei formulari.
- 259. Traffico illecito di rifiuti.
- 260. Attività organizzate per il traffico illecito di rifiuti.
- 261. Imballaggi.
- 262. Competenza e giurisdizione.
- 263. Proventi delle sanzioni amministrative pecuniarie.

Capo II - Disposizioni transitorie e finali

- 264. Abrogazione di norme.
- 265. Disposizioni transitorie.
- 266. Disposizioni finali.

Parte quinta - Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera

Titolo I - Prevenzione e limitazione delle emissioni in atmosfera di impianti e attività

- 267. Campo di applicazione.
- 268. Definizioni.
- 269. Autorizzazione alle emissioni in atmosfera.
- 270. Convogliamento delle emissioni.
- 271. Valori limite di emissione e prescrizioni.
- 272. Impianti e attività in deroga.
- 273. Grandi impianti di combustione.
- 274. Raccolta e trasmissione dei dati sulle emissioni dei grandi impianti di combustione.
- 275. Emissioni di cov.

- 276. Controllo delle emissioni di cov derivanti dal deposito della benzina e dalla sua distribuzione dai terminali agli impianti di distribuzione.
- 277. Recupero di cov prodotti durante le operazioni di rifornimento degli autoveicoli presso gli impianti di distribuzione carburanti.
- 278. Poteri di ordinanza.
- 279. Sanzioni.
- 280. Abrogazioni.
- 281. Disposizioni transitorie e finali.

Titolo II - Impianti termici civili

- 282. Campo di applicazione.
- 283. Definizioni.
- 284. Denuncia di installazione o modifica.
- 285. Caratteristiche tecniche.
- 286. Valori limite di emissione.
- 287. Abilitazione alla conduzione.
- 288. Controlli esenzioni.
- 289. Abrogazioni.
- 290. Disposizioni transitorie e finali.

Titolo III - Combustibili

- 291. Campo di applicazione.
- 292. Definizioni.
- 293. Combustibili consentiti.
- 294. Prescrizioni per il rendimento di combustione.
- 295. Raccolta e trasmissione di dati relativi al tenore di zolfo di alcuni combustibili liquidi.
- 296. Sanzioni.
- 297. Abrogazioni.
- 298. Disposizioni transitorie e finali.

Parte sesta - Norme in materia di tutela risarcitoria contro i danni all'ambiente

Titolo I - Ambito di applicazione

- 299. Competenze ministeriali.
- 300. Danno ambientale.
- 301. Attuazione del principio di precauzione
- 302. Definizioni.
- 303. Esclusioni.

Titolo II - Prevenzione e ripristino ambientale

- 304. Azione di prevenzione.
- 305. Ripristino ambientale.
- 306. Determinazione delle misure per il ripristino ambientale.
- 307. Notificazione delle misure preventive e di ripristino.
- 308. Costi dell'attività di prevenzione e di ripristino.
- 309. Richiesta di intervento statale.
- 310. Ricorsi.

Titolo III - Risarcimento del danno ambientale

- 311. Azione risarcitoria in forma specifica e per equivalente patrimoniale.
- 312. Istruttoria per l'emanazione dell'ordinanza ministeriale.
- 313. Ordinanza.
- 314. Contenuto dell'ordinanza.
- 315. Effetti dell'ordinanza sull'azione giudiziaria.
- 316. Ricorso avverso l'ordinanza.
- 317. Riscossione dei crediti e fondo di rotazione.
- 318. Norme transitorie e finali

Allegati alla parte III

Allegato 1 – Monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale

Allegato 2 – Criteri per la classificazione dei corpi idrici a destinazione funzionale

Allegato 3 – Rilevamento delle caratteristiche dei bacini idrografici e analisi dell'impatto esercitato dall'attività antropica

Allegato 4 – Contenuti dei piani. Parte a. Piani di gestione dei bacini idrografici – Parte b. Piani di tutela delle acque

Allegato 5 – Limiti di emissione degli scarichi idrici

Allegato 6 – Criteri per la individuazione delle aree sensibili

Allegato 7 – Parte a – zone vulnerabili da nitrati di origine agricola – Parte b – zone vulnerabili da prodotto fitosanitari

Allegato 8 – Elenco indicativo dei principali inquinanti

Allegato 9 – Aree protette

Allegato 10 – Analisi economica

Allegato 11 – Elenco indicativo delle misure supplementari da inserire nei programmi di misure