

DIPARTIMENTO DI SCIENZE
DELL'AMBIENTE
E DEL TERRITORIO E DI SCIENZE
DELLA TERRA



L'evoluzione del concetto di Qualità delle Acque

*Dalle origini alla Direttiva Quadro sulle Acque
Europea (WFD - Water Framework Directive)*

Marco Vighi

*Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e di
Scienze della Terra – DISAT
Università di Milano Bicocca*

Cosa significa qualità delle acque (o di qualunque risorsa o bene ambientale)?

Non è possibile definire la qualità senza prima chiarire a cosa ci riferiamo esattamente e a che cosa (a che uso) è destinata la risorsa.

- **Acqua di un acquedotto**
- **Acqua sotterranea**
- **Acqua naturale superficiale (fiumi, laghi, mare, ecc.)**



Due diverse visioni relative alla necessità di protezione dell'ambiente

- 1. Gli ecosistemi sono fonte di importanti risorse naturali. E' necessario definire criteri di qualità ambientale che consentano l'adeguato sfruttamento di queste risorse.**
- 2. Gli ecosistemi sono entità da tutelare come tali, indipendentemente da un'eventuale possibilità di sfruttamento da parte dell'uomo**

CRITERIO O OBIETTIVO DI QUALITA' AMBIENTALE

L'approccio tradizionale

Indica il livello o la concentrazione di un parametro fisico o chimico o di un potenziale contaminante entro il quale, in un determinato comparto ambientale (acqua, aria, suolo, biota), dovrebbero essere garantiti e protetti i diversi possibili usi del comparto stesso.

Esempio di possibili usi di una risorsa naturale: l'acqua

- *Potabile*
- *Agricolo*
- *Industriale*
- *Estetico, paesaggistico, ricreativo*
- *Mantenimento della vita acquatica*

Per ogni singola sostanza o parametro dovrebbero essere formulati criteri per i vari comparti (acqua, aria, suolo, biota) e per i diversi usi cui possono essere adibiti.

La storia dei Criteri e Obiettivi di Qualità per le acque (Water Quality Criteria)

1974 U.S. Environmental Protection Agency

Quality Criteria for Water (Red Book)

Criteri di Qualità (livelli di parametri chimici o fisici)
adeguati per proteggere diversi usi delle acque

- ◆ Potabile
- ◆ Balneazione
- ◆ Agricoltura
- ◆ Pesca e acquacoltura
- ◆ Industria

La storia dei Criteri e Obiettivi di Qualità per le acque

1978 EIFAC-FAO (Alabaster and Lloyd)

Water Quality Criteria for freshwater fish

Introduzione del concetto di protezione dell'ecosistema acquatico

“Un WQC deve idealmente permettere che tutte le fasi del ciclo vitale dei pesci si possano completare con successo, non deve produrre condizioni che alterino le caratteristiche organolettiche dei pesci o determinino la perdita di parti dell'habitat nelle quali sarebbero presenti in condizioni naturali. Non deve produrre bioaccumulo di sostanze potenzialmente nocive a livelli che potrebbero essere pericolosi se consumati. Devono essere prese in considerazione anche le conseguenze indirette, quali i danni a organismi che potrebbero rappresentare alimento per i pesci.”

La storia dei Criteri e Obiettivi di Qualità per le acque

1994 CSTE/EEC

“Un Obiettivo di Qualità Ambientale è un livello o una concentrazione di un parametro chimico o fisico o di un potenziale contaminante che deve garantire la protezione delle comunità biologiche degli ecosistemi naturali. In particolare, un Obiettivo di Qualità per le Acque :

- ◆ *deve permettere che tutti gli stadi dei diversi organismi acquatici si possano completare con successo;*
- ◆ *non deve produrre condizioni che determinino la perdita di parti degli habitat in cui questi organismi sarebbero presenti in condizioni naturali*
- ◆ *non deve produrre bioaccumulo di sostanze che potrebbero essere pericolose per il biota (incluso l'uomo) per trasferimento nella catena trofica o per altre vie;*
- ◆ *non deve produrre condizioni che possano alterare la struttura e il funzionamento degli ecosistemi acquatici.”*

Tra i diversi usi dell'acqua (inclusa la protezione della vita acquatica) qual è quello che richiede i criteri più restrittivi?

Criterio di qualità Europeo per i prodotti fitosanitari nelle acque potabili

0.1 $\mu\text{g/L}$

Indipendentemente dal tipo di prodotto e dalla sua tossicità per l'uomo. Si tratta di un criterio molto protettivo basato sul principio di precauzione.



Criteri di qualità Europei per la protezione della vita acquatica per alcuni prodotti fitosanitari

	$\mu\text{g/L}$
cypermethrin	0.0001
dichlorvos	0.001
endosulfan	0.001
fenitrothion	0.01
parathion	0.01

Criteri obiettivi e standard di qualità

Il criterio o l'obiettivo di qualità sono indicazioni di tipo tecnico-scientifico e non hanno valore normativo.

Lo standard di qualità ha valore di suggerimento ufficiale o anche preciso valore legale.

Viene formulato sulla base del criterio di qualità ma non necessariamente coincide con esso perché può essere influenzato da considerazioni di tipo sociale, economico, politico.

Quando assume valore legale deve essere associato a norme di controllo, sanzioni o restrizioni all'uso della risorsa.

Storicamente, l'uso antropico delle risorse (esempio uso potabile delle acque) ha sempre richiesto degli "standards", per la protezione degli ecosistemi sono stati sviluppati "criteri".

Come si definisce un criterio di qualità

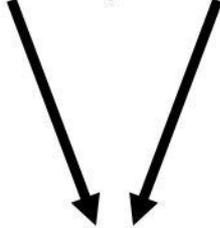
Le procedure per la definizione di un criterio di qualità ambientale (e in particolare per le acque) si basano sulla sperimentazione ecotossicologica.

A partire da un determinato set di dati, considerato necessario e sufficiente, vengono applicati fattori di sicurezza per raggiungere il necessario livello di protezione.

Concettualmente la procedura non è diversa da quella usata in tossicologia umana per la definizione delle dosi giornaliere ammissibili di sostanze potenzialmente ytossiche (ADI: Admissible daily intake).

MA....

...esistono profonde differenze concettuali tra tossicologia umana e ecotossicologia

		Tossicologia	Ecotossicologia
Metodi	<i>Test su un numero ridotto di organismi indicatori</i> <i>Estrapolazione a</i>	Ratti, conigli, cavie, etc.  Una sola specie (uomo)	Acquatici (alghe, Daphnia, pesci) Terrestri (piante, api lombrichi, uccelli)  Tutte le specie esistenti di tutte le comunità biologiche e gli ecosistemi del pianeta
Obiettivi		Protezione dei singoli individui	Mantenimento della struttura e del funzionamento degli ecosistemi

Un esempio

Il calcolo delle PNEC (Predicted No Effect Concentrations) Per gli Ecosistemi acquatici

Secondo il Technical Guidance Document on Risk Assessment (TGD) della Commissione Europea

I più protettivi tra i dati ecotossicologici disponibili vengono divisi per un fattore di sicurezza decrescente in funzione della quantità e qualità dell'informazione disponibile.

Table 16 Assessment factors to derive a $PNEC_{aquatic}$

Available data	Assessment factor
At least one short-term L(E)C50 from each of three trophic levels of the base-set (fish, Daphnia and algae)	1000 ^{a)}
One long-term NOEC (either fish or Daphnia)	100 ^{b)}
Two long-term NOECs from species representing two trophic levels (fish and/or Daphnia and/or algae)	50 ^{c)}
Long-term NOECs from at least three species (normally fish, Daphnia and algae) representing three trophic levels	10 ^{d)}
Species sensitivity distribution (SSD) method	5-1 (to be fully justified case by case) ^{e)}
Field data or model ecosystems	Reviewed on a case by case basis ^{f)}

Come conseguire un criterio di qualità ambientale

1. I limiti di accettabilità agli effluenti

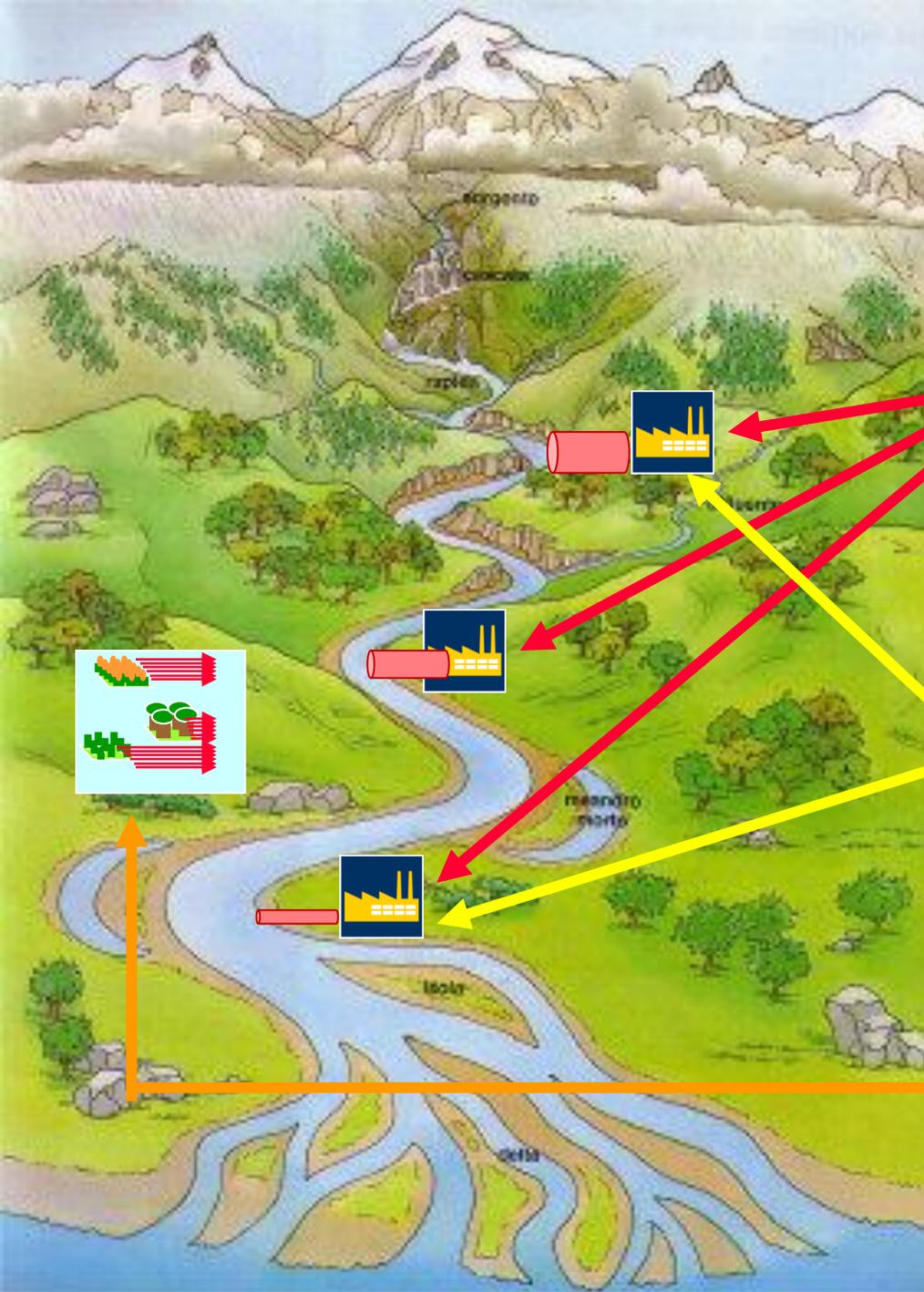
Rappresentano la strategia adottata in tutti i paesi del mondo a partire dagli anni 1960/70

Impongono standard legali alle emissioni puntiformi in acqua o in aria.

Rappresentano la strategia più semplice, assolutamente necessaria ma, nella maggior parte dei casi, non sufficiente

Non tengono conto delle emissioni diffuse.

Non tengono conto delle portate degli effluenti e quindi dei carichi



I limiti di accettabilità agli effluenti

**Non considerano scarichi
successivi**

**Valutano allo stesso modo
grandi emissioni in piccole
portate e piccole emissioni
in grandi portate**

**Non permettono di
valutare i carichi diffusi
(es. agricoltura)**

Come conseguire un criterio di qualità ambientale

2. Il controllo complessivo dei carichi

Si basa sul concetto di “carico ammissibile” al fine di conseguire un determinato obiettivo.

Si applica alle emissioni puntiformi e diffuse.

Comporta interventi a livello di:

- **gestione dei sistemi produttivi**
- **gestione delle emissioni**
- **gestione delle molecole**
- **gestione del territorio**

**E' un sistema di controllo molto più complesso che richiede conoscenza del territorio e capacità di agire a livelli diversi.
E' però l'unico veramente risolutivo.**

La direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro sulle Acque – Water Framework Directive WFD)

Introduce concetti profondamente innovativi nella legislazione europea e mondiale sull'ambiente.

Persegue obiettivi ambiziosi:
prevenire il deterioramento qualitativo e quantitativo, migliorare lo stato delle acque e assicurarne un utilizzo sostenibile.

La Direttiva Quadro sulle Acque (Water Framework Directive WFD)

Si propone di raggiungere i seguenti obiettivi specifici:

- **ampliare la protezione delle acque, sia superficiali che sotterranee**
- **raggiungere lo stato di “buono” per tutte le acque entro il 2015**
- **gestire le risorse idriche sulla base di bacini idrografici indipendentemente dalle strutture amministrative**
- **procedere attraverso un’azione che unisca limiti delle emissioni e standard di qualità**
- **riconoscere a tutti i servizi idrici il giusto prezzo che tenga conto del loro costo economico reale**
- **rendere partecipi i cittadini delle scelte adottate in materia.**

Il concetto di Qualità Ambientale secondo la Direttiva Quadro sulle Acque dell'Unione Europea

La qualità di ogni corpo idrico deve essere valutata in funzione dei seguenti aspetti, considerati in ordine gerarchico (decrescente) di importanza

- Qualità ecologica**
- Qualità chimica**
- Qualità idromorfologica**

Interventi sulle condizioni chimiche o idromorfologiche si rendono necessari qualora la qualità ecologica non corrisponda agli obiettivi.

Un nuovo concetto di qualità ambientale

La Water Framework Directive supera il concetto tradizionale di Criterio di Qualità per le acque, assumendo gli effetti ecologici come base per il controllo, piuttosto che focalizzare l'attenzione su possibili fattori di stress (chimici o fisici).

Quindi, la valutazione della qualità deve essere definita in termini di

struttura e funzione dei sistemi ecologici

piuttosto che essere basata prevalentemente sulla contaminazione chimica

Un corpo idrico è

un bene ambientale da proteggere

e non

una risorsa da sfruttare.

Dalla sostanza chimica all'ecosistema

I criteri di qualità tradizionali hanno lo scopo di caratterizzare le sostanze chimiche in funzione del potenziale rischio per un ambiente “generico” (più o meno “realistico”, non “reale”).

La valutazione della qualità, per la WFD, è una procedura

sito-specifica

finalizzata a caratterizzare

l'ecosistema

in funzione dei cambiamenti che possono essere prodotti dalle sostanze chimiche (o da altri fattori di stress).

La definizione di Stato Ecologico

EQR (Ecological Quality Ratio)

$EQR = \text{Valore biologico osservato} / \text{valore biologico di riferimento}$



Tutti i corpi idrici dell'Unione Europea dovranno rispondere ai requisiti di "Buone condizioni" entro il 2015.

Classificazione delle acque secondo la Direttiva Quadro

Condizioni ecologiche naturali (Natural ecological status)

Rappresentano le condizioni teoriche nelle quali si dovrebbe trovare un corpo idrico in assenza di attività antropiche.

Condizioni ecologiche elevate (High ecological status)

Rappresentano le condizioni di un corpo idrico non influenzato significativamente da attività antropiche.

Condizioni ecologiche buone (Good ecological status)

Rappresentano le condizioni di un corpo idrico significativamente influenzato da attività antropiche, nel quale tuttavia permanga un ecosistema ricco, equilibrato e sostenibile.

Condizioni ecologiche mediocri (Fair ecological status)

Rappresentano le condizioni di un corpo idrico che non risponde ai requisiti precedenti.

La necessità di considerare fattori di stress in modo combinato

Lo “stato ecologico”, secondo la WFD, non è mai la consguenza degli effetti di singoli fattori di stress, ma dipende dalla combinazione degli effetti di tutti gli agenti chimici e fisici capaci di alterare la qualità ambientale.

Quindi, se si considerano le sostanze chimiche, sarà necessario considerare i complessi effetti determinati dalle miscele di sostanze che possono essere presenti in un determinato ambiente.

Dal controllo degli effluenti alla gestione del bacino idrografico

Il superamento del concetto di protezione delle acque attraverso il controllo degli effluenti (necessario ma non sufficiente) rappresenta un altro aspetto di grande innovazione della WFD

Gli obiettivi della WFD e il rispetto dei WQS potranno essere raggiunti soltanto attraverso la gestione complessiva dei bacini idrografici

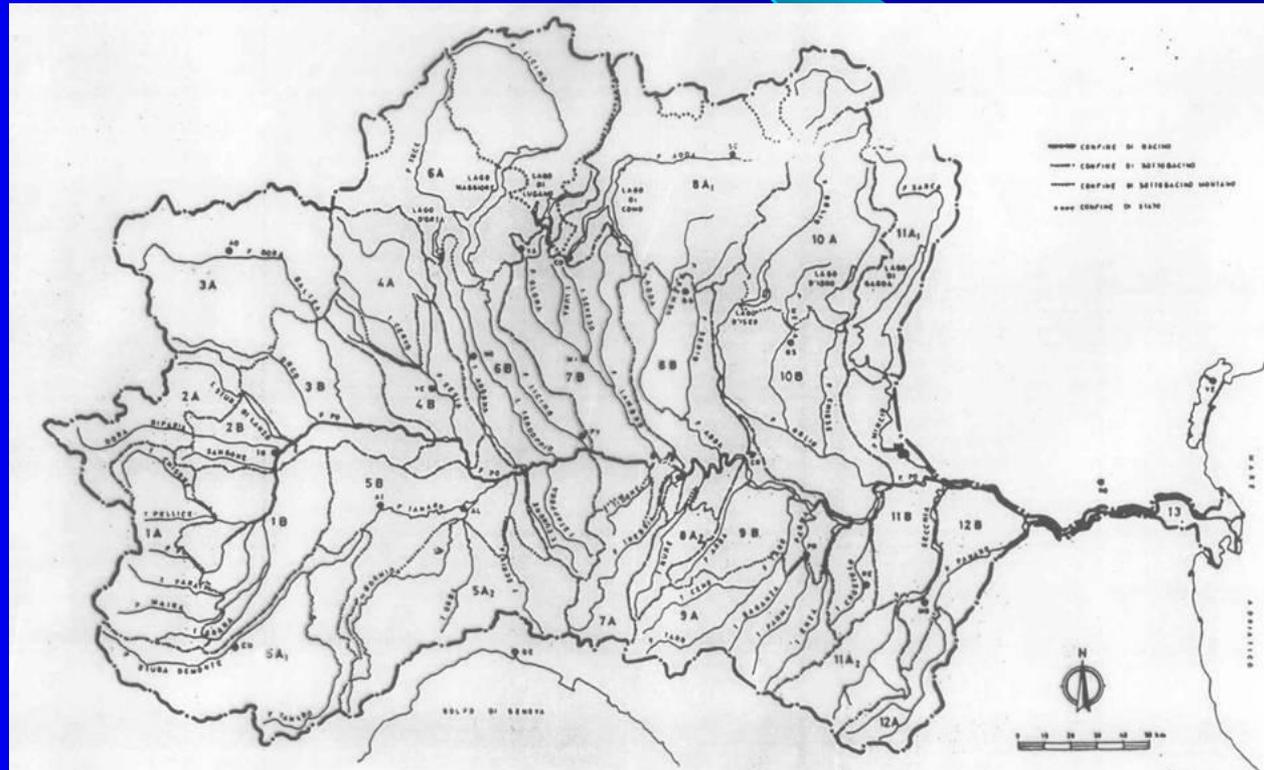


Fig. 3.1. - Bacino del Po suddiviso nei 13 sottobacini secondo la carta dei confini del compartimento e dei limiti di bacino principale e secondario del Ministero dei Lavori Pubblici. Servizio Idrografico (Ufficio Idrografico del Po). Per le caratteristiche dei singoli sottobacini cfr. tabella 3.2.

Una sfida per la comunità scientifica

La WFD pone una serie di problemi che devono essere affrontati e risolti dalla comunità scientifica

- Lo sviluppo di criteri qualitativi e quantitativi per la valutazione dello Stato Ecologico**
- Lo sviluppo di metodi sito-specifici per classificare lo Stato Ecologico in funzione della struttura e funzionamento delle comunità biologiche.**
- La definizione di sistemi di riferimenti per le diverse tipologie di corpi idrici.**

Problemi aperti

1. Come classificare le tipologie di corpi idrici?



La WFD prevede una classificazione delle diverse tipologie (fiumi, laghi, acque marine costiere) o sub-tipologia (laghi grandi o piccoli, profondi o poco profondi, con bacino carsico o cristallino, ecc) di corpo idrico.

Le diverse tipologie dovranno essere definite per le varie eco-regioni europee.

Sistemi di riferimento devono essere definiti per ciascuna tipologia di corpo idrico

Quante sono le diverse tipologie dei corpi idrici Europei?

Problemi aperti

2. Come valutare le Reference Conditions?

Idealmente, un sistema di riferimento è un corpo idrico esente da alterazione di origine antropica.

In Europa è praticamente impossibile individuare reali sistemi di riferimento per tutte le tipologie di corpo idrico.

In molti casi le condizioni di riferimento dovranno essere estrapolate per mezzo di modelli teorici

Problemi aperti

3. Come esprimere la Qualità Ecologica in termini quantitativi?

Il calcolo di EQR richiede di esprimere numericamente il “valore biologico”.

E' necessario sviluppare metodi che consentano di esprimere, in termini quantitativi, la qualità ambientale e la deviazione dalle condizioni di riferimento o dalle “buone” condizioni ecologiche.

Una possibilità è lo sviluppo di “indici ecologici”.

Un esempio è l'Indice Biotico Esteso (IBE) che ha però un valore molto specifico e limitato alle acque correnti e ad una sola forma di contaminazione (contaminazione organica).

Sono allo studio indici applicabili ad altri tipi di condizioni e di contaminazione (ad esempio sostanze tossiche).

Dal Criterio di Qualità allo Standard di Qualità per le sostanze chimiche

Anche se la WFD introduce un concetto totalmente nuovo di qualità ambientale, la valutazione di concentrazioni di non effetto per le sostanze pericolose è ancora fondamentale per la protezione dell'ambiente.

Una delle attività in corso per l'implementazione della WFD è la definizione di **Standard di Qualità delle Acque (WQS)** per sostanze prioritarie.

Anche questo rappresenta una profonda novità rispetto al passato. Il **Criterio di Qualità** rappresentava un'indicazione tecnico-scientifica, non un limite legale. I limiti di legge erano rappresentati dagli **Standard per gli effluenti**. I **WQS** rappresentano limiti di legge per i corpi idrici.

L'implementazione della WFD

La complessità del problema è documentata dal fatto che fino ad oggi sono stati prodotti oltre 30 rapporti tecnici

Guidance documents

**COMMON IMPLEMENTATION
STRATEGY FOR THE WATER
FRAMEWORK DIRECTIVE**

Gli adempimenti

Tutti i corpi idrici dell'Unione Europea dovranno rispondere ai requisiti di “Buone condizioni” entro il 2015.

Secondo un documento della Commissione Europea:

“In assenza di un intervento più deciso, il 47 % delle acque di superficie dell'UE non raggiungerà il buono stato ecologico entro la scadenza del 2015.”



Grazie per l'attenzione