

1.3. Caratteristiche quali-quantitative delle risorse idriche

1.3.1. Qualità delle acque superficiali

Estratto da PTCP Provincia di Bergamo

PREMESSA

Nel presente capitolo vengono raccolti, comparati e commentati i dati salienti che emergono dalle varie attività di ricerca svolte nel tempo dalla Provincia di Bergamo nell'ambito dell'analisi della qualità delle acque superficiali; in particolare si sono considerate le seguenti fonti di dati:

- Indagine annuale (1994, 1995, 1996, 1997, 1998 e 1999) sulla qualità delle acque superficiali (fiumi, torrenti, rogge e laghi) della Provincia di Bergamo.
- Rapporto sullo stato dell'ambiente in Lombardia, a cura della Regione Lombardia (2000).
- Censimento delle concessioni di derivazione attive (Genio Civile di Bergamo - 2001, Provincia di Bergamo - 2000, Intendenza di Finanza di Bergamo - 1994; capitolo 3).
- Catasto degli scarichi industriali della Provincia di Bergamo (aggiornato al 1999 - capitolo 4).
- Stato attuale del collettamento e depurazione dei comuni della Provincia di Bergamo (aggiornato al 2001 - capitolo 4).
- Censimento dei consumi idrici a carattere civile ed industriale (dal P.R.R.A. - capitolo 4).

Le date di aggiornamento delle diverse fonti dei dati si discostano di poco tra loro, per cui è possibile incrociarle senza commettere errori rilevanti: ad esempio le informazioni desumibili dal catasto degli scarichi degli insediamenti industriali, aggiornate al 1999, possono essere analizzate insieme alle informazioni deducibili dallo stato attuale di collettamento e depurazione comunale aggiornate al 2001, in quanto nel passo temporale di due anni si ritiene che la situazione delle industrie censite non sia variata in modo sostanziale.

Riportare tutte le informazioni ad un medesimo anno comporterebbe estrapolazioni di difficile realizzazione e affidabilità o la perdita di informazioni più aggiornate.

Come descritto nel capitolo relativo al Censimento delle Concessioni di derivazione d'acqua da corpi idrici superficiali (fiumi, laghi, sorgenti) la risorsa idrica della Provincia di Bergamo è soggetta ad un notevole grado di utilizzo che, in conseguenza, implica una riduzione dei deflussi superficiali nei corsi d'acqua in special modo durante i periodi di magra estiva ed invernale.

Tali utilizzi si distinguono, dal punto di vista qualitativo, in tre categorie:

- usi che producono una sottrazione di portata senza restituzione ai corsi d'acqua (es. irriguo);
- usi che producono una sottrazione di portata con restituzione in sezioni diverse del corso d'acqua ma senza alterazione della qualità dell'acqua (es. idroelettrico);

- usi che producono una sottrazione di portata con restituzione parziale e alterazione delle qualità chimico-fisiche dell'acqua (es. potabile ed industriale).

E' evidente che tutti gli usi sopra menzionati inducono, in maniera diretta od indiretta, una variazione nelle caratteristiche qualitative delle acque superficiali. Infatti se gli usi industriali e civili producono un'alterazione delle qualità delle acque, gli usi irrigui o idroelettrici, riducendo la portata defluente, producono maggiori concentrazioni degli inquinanti immessi.

Il censimento dei consumi idrici, abbinato all'informazione della localizzazione degli scarichi (civili ed industriali), permette di individuare quali siano i corsi d'acqua ed i tratti degli stessi che sono oggetto delle maggiori quantità di reflui sversati.

ANALISI QUALITATIVA DEI CORSI D'ACQUA

Sin dal 1987 l'Amministrazione Provinciale di Bergamo, in ottemperanza alle leggi regionali 32/80 e 58/84, ha avviato operativamente l'indagine di qualità sui corsi d'acqua.

Di seguito sono indicati i punti di prelievo, 37 in totale, di cui la Provincia ha fornito le analisi di qualità negli anni dal '94 al '99; tali stazioni sono distribuite nel territorio provinciale come indicato nella tavola relativa alla qualità dei corsi d'acqua, e riportati nell'elenco seguente:

- Bacino del fiume Brembo: 12 stazioni, localizzate sui seguenti corsi d'acqua: F. Brembo, T. Ambria, T. Brembilla, T. Imagna, T. Dordo, T. Morletta, R. Brembilla, R. Moschetta e R. Vignola;
- Bacino del fiume Serio: 11 stazioni, localizzate sui seguenti corsi d'acqua: F. Serio, T. Riso, T. Vertova, T. Romna, T. Carso, T. Morla, R. Morlana, R. Borgogna;
- Bacino del fiume Oglio: 8 stazioni, localizzate sui seguenti corsi d'acqua: F. Oglio, T. Borlezza, T. Guerna, T. Uria, R. Antegnata, R. Sale e Naviglio Civico Cremonese;
- Bacino del fiume Cherio: 4 stazioni, localizzate sui seguenti corsi d'acqua: F. Cherio, T. Drione e R. Bolgare;
- Bacino del fiume Adda: 2 stazioni, localizzate sui seguenti corsi d'acqua: T. Sonna e R. Vailata.

A partire dal 2000 le analisi qualitative sono a carico dell'ARPA.

Le stazioni di controllo per i corsi d'acqua naturali sono poste prevalentemente in chiusura dei bacini ed integrate, per i corsi d'acqua di maggiori dimensioni, da altri punti di misura posti anche a "controllo" dei principali impianti di depurazione esistenti.

Per i corsi d'acqua artificiali le stazioni di controllo sono invece localizzate prevalentemente in corrispondenza dell'opera di presa e per quelle rogge interessate da particolari fenomeni di contaminazione, a valle degli scarichi responsabili.

In ogni punto di monitoraggio, per i corsi d'acqua naturali sono stati effettuati quattro campionamenti con cadenza stagionale al fine di disporre di due campionamenti riferiti al regime di magra e due riferiti alle condizioni di portata media. Per i corsi d'acqua artificiali sono stati eseguiti due controlli riferiti alle condizioni di massima e minima portata.

Esclusivamente per i fiumi Serio e Brembo i controlli hanno cadenza mensile, in base alle disposizioni del Decreto Legislativo 130/92 relativo alla verifica della qualità delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci. In verità soltanto il fiume Serio, nel tratto compreso tra Ponte Nossola e Seriate, è stato designato "ciprinicolo" (idoneo alla vita di specie quali alborella, cavedano, barbo, scardola, lasca oltre che ai lucci, pesci persici ed anguille) dalla Regione Lombardia, ma si è ritenuto opportuno procedere ad un controllo mensile anche dell'altro importante fiume bergamasco (Brembo).

Per ogni corso d'acqua, oltre alla portata, sono stati determinati i seguenti parametri:

temperatura acqua, pH, ossigeno disciolto e % di saturazione, COD, BOD5, conducibilità, solidi sedimentabili e sospesi, tensioattivi anionici e non ionici, nitrati, nitriti, azoto ammoniacale, azoto Kjeldahl, fosforo totale, fosforo ortofosfato, solfati, cloruri, calcio, magnesio, sodio, bicarbonati, coliformi totali e fecali, streptococchi fecali, salmonelle, I.B.E (Indice Biotico Esteso, indice di sensibilità all'inquinamento da parte della comunità di organismi macroinvertebrati), cadmio, cromo totale, rame, mercurio, piombo e zinco. Inoltre soltanto per il fiume Serio si è provveduto a determinare: ammoniaca non ionizzata, azoto totale, arsenico, nichel, fenoli, idrocarburi di origine petrolifera.

I dati sono stati elaborati utilizzando i criteri introdotti dalla più recente normativa sulle acque (D.Lgs 152/99 e successive modificazioni D.Lgs 258/00) e destinati quindi a costituire la metodologia di riferimento per la classificazione dei corsi d'acqua italiani.

I risultati delle analisi di qualità, relativi alle campagne di monitoraggio condotte dal 1994 al 1999 e raggruppate per bienni (1994/95, 1996/97, 1998/99) sono riportati nella tavola delle qualità delle acque, dove compaiono anche i punti di scarico nei corsi d'acqua superficiali, sia delle fognature pubbliche sia di reti private. Per quanto concerne tale tipo di informazione l'Amministrazione Provinciale di Bergamo - Settore Ambiente e Territorio - ha provveduto nel periodo giugno 1992 - dicembre 1993 ad una prima fase di attuazione del *Catasto degli Scarichi della Provincia di Bergamo* ai sensi della legge 319/76 (e successive modifiche introdotte dalla legge 650/79), aggiornato nel 1999.

Altra informazione presente in tale tavola è l'entità dei volumi scaricati (civili ed industriali, secondo determinate classi di volumi) dai vari comuni. L'informazione è abbinata ai comuni in cui si ha l'effettiva presenza dello scarico nel corso d'acqua; nel caso invece di reti di collettamento consortile l'entità dello scarico è abbinata al comune dove ha sede l'impianto di depurazione.

Inoltre viene fornita l'informazione se le acque scaricate nei corsi d'acqua sono soggette a trattamento depurativo.

I dati completi dei volumi scaricati, nonché la presenza o meno di impianti di depurazione, sono presentati nel capitolo 4 dove sono inoltre riportate, sempre per ogni comune, anche le informazioni legate alla tipologia di collettamento (comunale o consortile) e al principale corpo idrico ricettore.

Il Decreto Legislativo n.152/99

Nel maggio 1999 il Decreto Legislativo 152, successivamente corretto ed integrato dal D.Lgs 258/00, ha innovato sostanzialmente la disciplina in materia di tutela delle acque, fornendo strumenti più adeguati per la tutela ed il risanamento dei corpi d'acqua ed abrogando contestualmente la precedente normativa.

La nuova disciplina, ai fini della tutela e del risanamento delle acque superficiali e sotterranee, fissa obiettivi minimi di *qualità ambientale* per i corpi idrici significativi ovvero obiettivi di *qualità per specifica destinazione* (acque potabili, balneazione, idoneità alla vita dei pesci e dei molluschi).

L'obiettivo di *qualità ambientale* è definito in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e diversificate.

L'obiettivo di *qualità per specifica destinazione* individua lo stato dei corpi idrici idoneo ad una particolare utilizzazione da parte dell'uomo, alla vita di pesci e molluschi.

Lo strumento attraverso cui raggiungere gli obiettivi di qualità ambientale è il Piano di Tutela delle Acque che deve conseguire i seguenti obiettivi per quanto riguarda le acque superficiali:

- entro il 30.04.2003 procedere alla classificazione della qualità dei corpi idrici superficiali;
- entro il 31.12.2008 raggiungere l'obiettivo di qualità corrispondente allo stato "SUFFICIENTE";
- entro il 31.12.2016 raggiungere l'obiettivo di qualità corrispondente allo stato "BUONO".

Per una migliore comprensione del significato associato ai diversi stati ambientali si rinvia alla tabella 1

Tabella 1 – Definizione dello stato ambientale per i corpi idrici superficiali

ELEVATO	Non si rilevano alterazioni dei valori di qualità degli elementi chimico-fisici ed idromorfologici per quel dato tipo di corpo idrico in dipendenza degli impatti antropici o sono minime rispetto ai valori normalmente associati allo stesso ecotipo in condizioni indisturbate. La qualità biologica sarà caratterizzata da una composizione e un'abbondanza di specie corrispondente totalmente o quasi alle condizioni normalmente associate allo stesso ecotipo. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è paragonabile alle concentrazioni di fondo rilevabili nei corpi idrici non influenzati da alcuna pressione antropica
BUONO	I valori degli elementi della qualità biologica per quel tipo di corpo idrico mostrano bassi livelli di alterazione derivati dall'attività umana e si discostano solo leggermente da quelli normalmente associati allo stesso ecotipo in condizioni non disturbate. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da non comportare effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.
SUFFICIENTE	I valori degli elementi della qualità biologica per quel tipo di corpo idrico si discostano moderatamente da quelli di norma associati allo stesso ecotipo in condizioni non disturbate. I valori mostrano segni di

	alterazione derivati dall'attività umana e sono sensibilmente più disturbati che nella condizione di "buono stato". La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da non comportare effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.
SCADENTE	Si rilevano alterazioni considerevoli dei valori degli elementi di qualità biologica del tipo di corpo idrico superficiale, e le comunità biologiche interessate si discostano sostanzialmente da quelle di norma associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da comportare effetti a medio e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.
PESSIMO	I valori degli elementi di qualità biologica del tipo di corpo idrico superficiale presentano alterazioni gravi e mancano di ampie porzioni delle comunità biologiche di norma associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da comportare gravi effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.

Lo *stato ambientale* di un corpo idrico superficiale è definito sulla base dello *stato ecologico* e dello *stato chimico* del corpo idrico.

Lo *stato ecologico* prende in esame gli elementi biotici dell'ecosistema acquatico ed i parametri chimici e fisici di base relativi al bilancio dell'ossigeno ed allo stato trofico.

Prevede l'utilizzo dell'I.B.E. (indice biotico esteso).

Lo *stato chimico* prende in esame i microinquinanti (organici ed inorganici). Si tratta di parametri addizionali e non obbligatori, da determinare quando ne esistono i presupposti.

La classificazione procede attraverso il monitoraggio dei corpi idrici che deve articolarsi in una "fase conoscitiva" della durata di 24 mesi.

Le determinazioni sulle matrici acquose riguardano due gruppi di parametri, quelli di *base* e quelli *addizionali*. I parametri di base riflettono le pressioni antropiche tramite la misura del carico organico (BOD, COD), del bilancio dell'ossigeno (ossigeno disciolto), dell'acidità (pH), del grado di salinità (conducibilità, durezza, ecc.), del carico microbiologico (escherichia coli), nonché le caratteristiche idrologiche del trasporto solido. Non tutti i parametri di base vengono utilizzati per la classificazione ma solo i macrodescrittori (vedi successiva tabella 6.2), gli altri servono a fornire informazioni di supporto. La determinazione dei parametri di base è obbligatoria. I parametri addizionali sono relativi ai microinquinanti organici ed inorganici (metalli pesanti, pesticidi, sostanze organiche clorate), la loro scelta eventuale è definita caso per caso in relazione alle criticità conseguenti agli usi del territorio.

Le determinazioni sul biota hanno lo scopo di verificare gli impatti antropici sulle comunità animali dei corsi d'acqua e vengono valutati attraverso l'I.B.E.. Analisi supplementari possono essere attivate per una conoscenza più approfondita (test di tossicità, di mutagenicità, di teratogenesi, crescita algale ecc.).

La frequenza dei campionamenti stabilita dal Decreto prevede campionamenti mensili per i parametri chimico-fisici e microbiologici e trimestrali per l'I.B.E..

La classificazione viene effettuata incrociando il dato risultante dai macrodescrittori (tabella 2) con il risultato dell'I.B.E. attribuendo al corpo d'acqua il risultato peggiore tra i due.

Questa procedura porta alla classificazione dello *stato ecologico* espresso in classi da 1 a 5 (tabella 3).

Ai fini dell'attribuzione dello *stato ambientale* i dati relativi allo *stato ecologico* vanno rapportati con quelli relativi allo *stato chimico* secondo lo schema della tabella 4.

Tabella 2 - Livello di inquinamento espresso dai macrodescrittori

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
100 - (%sat.)(*)	≤ 10 (#)	≤ 20	≤ 30	≤ 50	> 50
BOD5 (02 mg/l)	< 2,5	≤ 4	≤ 8	≤ 15	> 15
COD (02 mg/l)	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
NH4 (N mg/l)	< 0,03	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1,5	> 1,5
NO3 (N mg/l)	< 0,30	≤ 1,5	≤ 5	≤ 10	> 10
Fosforo totale (P mg/l)	< 0,07	≤ 0,15	≤ 0,30	≤ 0,6	> 0,6
Escherichia coli (UFC/100 mL)	< 100	≤ 1.000	≤ 5.000	≤ 20.000	> 20.000
Punteggio da attribuire per ogni parametro analizzato (75° percentile del periodo di rilevamento)	80	40	20	10	5
LIVELLO DI INQUINAMENTO DAI MARODESCRITTORI	480 - 560	240 - 475	120 - 235	60 - 115	< 60

(*) la misura deve essere effettuata in assenza di vortici; il dato relativo al deficit o al surplus deve essere considerato in valore assoluto;

(#) in assenza di fenomeni di eutrofia.

Tabella 3 - Stato ecologico dei corsi d'acqua

	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 5
I.B.E.	> 10	8 - 9	6 - 7	4 - 5	1, 2, 3
LIVELLO DI INQUINAMENTO DAI MARODESCRITTORI	480 - 560	240 - 475	120 - 235	60 - 115	< 60

Tabella 4 - Stato ambientale dei corsi d'acqua

Stato Ecologico	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 5
Concentrazione inquinanti di cui alla tabella 3.5					
< valore soglia	ELEVATO	BUONO	SUFFICIENTE	SCADENTE	PESSIMO
> valore soglia	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	PESSIMO

I parametri chimici che intervengono nella determinazione dello stato ambientale sono riportati nella seguente tabella 5:

Tabella 5 - Principali inquinanti chimici da controllare nelle acque dolci superficiali

INORGANICI (disciolti) *	Valore di riferimento mg/l	ORGANICI (sul tal quale)
Cadmio	0,0025	Aldrin
Cromo totale	0,02	Dieldrin
Mercurio	0,0005	Endrin
Nichel	0,075	Isodrin
Piombo	0,01	DDT
Rame	0,04	Esaclorobenzene
Zinco	0,3	Esaclorocicloesano
		Esaclorobutadiene
		1,2 dicloroetano
		Tricloroetilene
		Triclorobenzene
		Cloroformio
		Tetracloruro di carbonio
		Percloroetilene
		Pentaclorofenolo

(*) se è accertata l'origine naturale di sostanze inorganiche, la loro presenza non compromette l'attribuzione di una classe di qualità definita dagli altri parametri.

I valori di riferimento indicati in tabella 1 si riferiscono al limite più restrittivo tra i valori imperativi individuati dall'allegato 2 del Decreto 152/99, che riporta i valori imperativi e guida che devono essere rispettati, dai corsi d'acqua, per la produzione di acqua potabile e per essere idonei alla vita dei pesci (ciprinidi e salmonidi). Nel caso specifico il valore guida più restrittivo riguarda la qualità necessaria a consentire la vita dei salmonidi. Il limite considerato si riferisce in modo standardizzato ad acque con una durezza di 100 mg/l come CaCO₃.

Il parametro chimico e microbiologico si individuerà calcolando su base biennale il 75° percentile dei valori ottenuti dal monitoraggio mensile, mentre per quanto riguarda l'I.B.E. si considererà il valore medio ottenuto dalle analisi eseguite trimestralmente durante il periodo di misura per la classificazione.

In base al Decreto Legislativo 152/99 e seguenti modifiche e alla definizione dei *corpi idrici significativi* oggetto del monitoraggio, i punti di controllo sono stati ridotti; a partire dall'anno 2000 la rete di monitoraggio prevede le seguenti stazioni:

- per il bacino del fiume Brembo: F. Brembo a Brembate Sopra e Brembate di Sotto, T. Ambria a Zogno, T. Imagna a Ubiale Clanezzo, T. Dordo a Filago, R. Masnada a Bonate Sotto, R. Brembilla a Osio Sopra, R. Moschetta a Treviglio, R. Vignola a Treviglio.
- Per il bacino del fiume Serio: F. Serio a Ponte Nossana e Seriate, T. Riso a Ponte Nossana, T. Romna a Casnigo, R. Morlana ad Albino, R. Borgogna a Villa di Serio.
- Per il bacino del fiume Oglio: F. Oglio a Costa Volpino, F. Cherio a Palosco, T. Borlezza a Castro, R. Sale a Palosco.
- Torrente Morla a Bergamo e Roggia Vailata ad Arzago d'Adda.

Risultati analisi qualitativa

L'elaborazione dei dati dei bienni 1994/95, 1996/97 e 1998/99 è stata condotta utilizzando il sistema di classificazione sopra descritto, nonostante vengano gestiti ed elaborati dati provenienti da osservazioni precedenti il Decreto 152 e quindi realizzate con criteri di frequenza diversi da quelli introdotti con la nuova normativa. La classificazione risultante non può pertanto avere carattere "ufficiale", anche se è comunque indicativa dello stato qualitativo dei corsi d'acqua monitorati.

Nel corso delle campagne di misura prese in esame, non è stato determinato il parametro *Escherichia coli* (figurante tra i macrodescrittori) ma si sono rilevati i Coliformi fecali. Si rileva comunque che gli *Escherichia coli* sono una frazione consistente e prioritaria dei Coliformi fecali presenti nei campioni analizzati, e che soprattutto da esperienze di laboratorio si può ragionevolmente affermare che l'utilizzo del parametro Coliformi fecali, in alternativa agli *Escherichia coli* previsti dal Decreto 152, non incida in maniera sostanziale sul risultato dell'elaborazione e quindi della classificazione.

Per i *macrodescrittori* ed i *parametri chimici inquinanti* si è reso necessario, al fine di consentire l'utilizzo di tutti i dati rilevati, attribuire ai valori di concentrazione risultati inferiori al limite di sensibilità della metodologia di analisi il valore limite stesso (per il fosforo totale ad esempio il limite d'analisi si spinge sino a valori non inferiori a $< 0,05$ mg/l, in questo specifico caso è stato attribuito un valore di 0,05 mg/l ai rilevamenti che si collocano al di sotto della soglia di rilevabilità).

L'individuazione del valore medio per il parametro biologico (I.B.E.) è stato ottenuto attraverso la media aritmetica dei valori arrotondando il risultato (in eccesso o in difetto) al fine di ottenere l'individuazione della classe di qualità con numero intero, confrontabile con i valori indicati in tabella 6.3. E' necessario sottolineare alcuni aspetti della procedura derivante dal D.Lgs 152/99:

- lo stato ecologico dei corsi d'acqua deriva, come precedentemente specificato, dal risultato più limitativo tra quello dei macrodescrittori e l'indice I.B.E., per cui cercando di individuare un andamento qualitativo utilizzando i risultati di analisi successive è possibile che gli stati ecologici oggetto del confronto derivino da parametri qualitativi differenti (macrodescrittori o I.B.E.);
- ogni classe di qualità racchiude in sé un'alta variabilità di valori dei parametri, mentre il passaggio da una classe a quelle adiacenti è netto, per cui è possibile, confrontando due stazioni diverse o una medesima stazione in tempi diversi, avere parametri molto differenti a parità di classe qualitativa, oppure ridotte differenze dei parametri ma classi di qualità diverse. Di seguito vengono riportate, per i diversi bacini in esame, le tabelle rappresentanti l'analisi condotta secondo il D.Lgs 152/99, per i tre bienni di analisi; tra i valori dei parametri macrodescrittori e dell'indice I.B.E. è evidenziato, per ogni stazione di campionamento, quale tra i due parametri sia stato adottato per la definizione di stato ecologico.

Bacino fiume Brembo

Tabella 6 – Punteggi e giudizi di qualità assegnati in base al D.Lgs 152/99 in funzione delle analisi di qualità del biennio 1994/95

	F. BREMBO Brembate Sopra	F. BREMBO Treviolo	F. BREMBO Brembate	T. AMBRIA Zogno	T. BREMBILLA Brembilla	T. IMAGNA Ubiate
Ossigeno disciolto (%)	80	20	10	40	80	80
BOD5 (mg/l)	40	10	40	40	40	40
COD (mg/l)	40	5	20	40	40	40
Azoto ammoniacale (mg/l)	20	5	20	40	20	20
Nitrati (mg/l)	20	20	20	20	40	20
Fosforo totale (mg/l)	80	20	80	20	40	40
Coliformi fecali	10	5	10	20	20	10
Totale macro-descriptori	290	85	200	220	280	250
I.B.E.	-	3.66	5.33	8	6	7
STATO ECOLOGICO	CLASSE 2	CLASSE 4	CLASSE 4	CLASSE 3	CLASSE 3	CLASSE 3
Inquinanti chimici	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno
STATO AMBIENTALE	BUONO	SCADENTE	SCADENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE

	T. DORDO Filago	T. MORLETTA Verdello	R. MASNADA Bonate Sotto	R. BREMBILLA Osio Sopra	R. MOSCHETT A Treviglio	R. VIGNOLA Treviglio
Ossigeno disciolto (%)	80	40	40	40	80	80
BOD5 (mg/l)	10	10	20	20	10	10
COD (mg/l)	5	10	10	10	5	5
Azoto ammoniacale (mg/l)	5	5	40	20	20	20
Nitrati (mg/l)	10	20	20	20	20	20
Fosforo totale (mg/l)	10	20	40	40	10	10
Coliformi fecali	5	5	10	10	5	5
Totale macro-descriptori	125	110	180	160	150	150
I.B.E.	3.66	-	-	-	6	-
STATO ECOLOGICO	CLASSE 4	CLASSE 4	CLASSE 3	CLASSE 3	CLASSE 3	CLASSE 3
Inquinanti chimici	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno
STATO AMBIENTALE	SCADENTE	SCADENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE

Tabella 7 – Punteggi e giudizi di qualità assegnati in base al D.Lgs 152/99 in funzione delle analisi di qualità del biennio 1996/97

	F. BREMBO Brembate Sopra	F. BREMBO Treviolo	F. BREMBO Brembate	T. AMBRIA Zogno	T. BREMBILLA Brembilla	T. IMAGNA Ubiate
Ossigeno disciolto (%)	40	40	80	40	40	20
BOD5 (mg/l)	40	5	20	80	80	80
COD (mg/l)	40	5	20	40	80	80
Azoto ammoniacale (mg/l)	20	5	20	40	80	40
Nitrati (mg/l)	20	40	20	40	40	20
Fosforo totale (mg/l)	80	10	80	80	80	80
Coliformi fecali	10	5	10	20	20	10
Totale macro-descriptori	250	110	250	340	420	330
I.B.E.	-	3	5.75	7.37	5	6
STATO ECOLOGICO	CLASSE 2	CLASSE 5	CLASSE 3	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 3
Inquinanti chimici	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno
STATO AMBIENTALE	BUONO	PESSIMO	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SCADENTE	SUFFICIENTE

	T. DORDO Filago	T. MORLETTA Verdello	R. MASNADA Bonate Sotto	R. BREMBILLA Osio Sopra	R. MOSCHETTA Treviglio	R. VIGNOLA Treviglio
Ossigeno disciolto (%)	80	20	40	40	80	40
BOD5 (mg/l)	5	10	40	80	80	10
COD (mg/l)	5	5	20	40	40	5
Azoto ammoniacale (mg/l)	5	10	40	20	40	10
Nitrati (mg/l)	10	20	40	40	40	40
Fosforo totale (mg/l)	10	20	40	80	40	40
Coliformi fecali	5	5	10	10	5	10
Totale macro-descriptori	120	90	230	310	325	155
I.B.E.	3.5	2.5	-	-	5.33	-
STATO ECOLOGICO	CLASSE 4	CLASSE 5	CLASSE 3	CLASSE 2	CLASSE 4	CLASSE 3
Inquinanti chimici	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno
STATO AMBIENTALE	SCADENTE	PESSIMO	SUFFICIENTE	BUONO	SCADENTE	SUFFICIENTE

Tabella 8 – Punteggi e giudizi di qualità assegnati in base al D.Lgs 152/99 in funzione delle analisi di qualità del biennio 1998/99

	F. BREMBO Brembate Sopra	F. BREMBO Treviolo	F. BREMBO Brembate	T. AMBRIA Zogno	T. BREMBILLA Brembilla	T. IMAGNA Ubiate
Ossigeno disciolto (%)	40	40	80	80	80	80
BOD5 (mg/l)	20	5	20	20	20	20
COD (mg/l)	40	5	40	40	40	40
Azoto ammoniacale (mg/l)	20	5	20	40	40	40
Nitrati (mg/l)	40	20	20	20	20	20
Fosforo totale (mg/l)	40	5	40	80	10	80
Coliformi fecali	10	5	10	20	10	10
Totale macro-descriptori	210	85	230	300	220	290
I.B.E.	-	3.75	5.87	7.25	5.12	5.6
STATO ECOLOGICO	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 3	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 3
Inquinanti chimici	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno
STATO AMBIENTALE	SUFFICIENTE	SCADENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SCADENTE	SUFFICIENTE

	T. DORDO Filago	T. MORLETTA Verdello	R. MASNADA Bonate Sotto	R. BREMBILLA Osio Sopra	R. MOSCHETT A Treviglio	R. VIGNOLA Treviglio
Ossigeno disciolto (%)	40	10	80	80	80	40
BOD5 (mg/l)	5	20	20	20	20	5
COD (mg/l)	5	10	40	40	20	5
Azoto ammoniacale (mg/l)	5	5	20	20	20	5
Nitrati (mg/l)	10	20	40	40	20	20
Fosforo totale (mg/l)	10	20	40	80	40	5
Coliformi fecali	5	5	10	10	10	5
Totale macrodescriptori	80	90	250	290	210	85
I.B.E.	3.37	3.25	-	-	4.75	-
STATO ECOLOGICO	CLASSE 5	CLASSE 5	CLASSE 2	CLASSE 2	CLASSE 4	CLASSE 4
Inquinanti chimici	-	-	-	-	-	-
STATO AMBIENTALE	PESSIMO	PESSIMO	BUONO	BUONO	SCADENTE	SCADENTE

Nel determinare lo stato ecologico nel biennio 1998/99 si nota come solo per il fiume Brembo a Brembate e a Treviolo i valori macrodescrittori e I.B.E. si trovino nella stessa classe, mentre negli altri casi il parametro discriminante per la definizione dello stato ambientale è l'indice I.B.E. (ove è stato possibile determinarlo).

Lungo il corso del fiume Brembo si evidenzia un'alternanza qualitativa, riconducibile alla presenza, a monte di Treviolo, di una derivazione d'acqua ad uso irriguo ed idroelettrico, che priva il fiume di una grossa quantità d'acqua, che viene restituita nei pressi del comune di Filago, a monte della stazione di Brembate; nel tratto di fiume interessato da tale derivazione si ha una riduzione significativa del potere di diluizione degli scarichi immessi.

Risulta compromessa la qualità del T. Dordo e del T. Morletta, che risultano avere uno stato ambientale non sufficiente sin dal 1994; il T. Brembilla e la R. Moschetta risultano essere inquinati nei due bienni 1996/97 e 1998/99, mentre la R. Vignola ha uno stato ambientale scadente solo per l'ultimo biennio di analisi.

I restanti corpi idrici monitorati soddisfano i requisiti qualitativi posti come obiettivo da soddisfare entro la fine del 2008.

Analizzando il "trend" qualitativo nel corso dei 3 bienni si nota come i corpi idrici in fase di peggioramento qualitativo siano il F. Brembo (a Brembate Sopra), il T. Brembilla, il T. Dordo, il T. Morletta, la R. Moschetta e la R. Vignola, con riferimento alle rispettive sezioni di campionamento. I corsi d'acqua che invece presentano un andamento qualitativo in fase di miglioramento sono il F. Brembo a Brembate, la R. Masnada e la R. Brembilla. Infine risultano qualitativamente immutati il T. Ambria e il T. Imagna.

Nella successiva tabella 9 sono riassunti i valori utili per individuare l'andamento qualitativo delle varie stazioni presenti nel bacino del F. Brembo.

Tabella 9 – Sintesi analisi qualitativa bacino F. Brembo

		94-95	96-97	98-99	andamento
F. BREMBO/Brembate Sopra	stato ambientale	<i>BUONO</i>	<i>BUONO</i>	<i>SUFFICIENTE</i>	↓
	Macrodescrittori	290	250	210	
	I.B.E.	-	-	-	
F. BREMBO/Treviolo	stato ambientale	<i>SCADENTE</i>	<i>PESSIMO</i>	<i>SCADENTE</i>	↔
	Macrodescrittori	85	110	85	
	I.B.E.	3.7	3	3.7	
F. BREMBO/Brembate	stato ambientale	<i>SCADENTE</i>	<i>SUFFICIENTE</i>	<i>SUFFICIENTE</i>	↑
	Macrodescrittori	200	250	230	
	I.B.E.	5.3	5.7	5.9	
T. AMBRIA/Zogno	stato ambientale	<i>SUFFICIENTE</i>	<i>SUFFICIENTE</i>	<i>SUFFICIENTE</i>	↔
	Macrodescrittori	220	340	300	
	I.B.E.	8	7.4	7.2	
T. BREMBILLA/Brembilla	stato ambientale	<i>SUFFICIENTE</i>	<i>SCADENTE</i>	<i>SCADENTE</i>	↓
	Macrodescrittori	280	420	220	
	I.B.E.	6	5	5.1	
T. IMAGNA/Ubate	stato ambientale	<i>SUFFICIENTE</i>	<i>SUFFICIENTE</i>	<i>SUFFICIENTE</i>	↔
	Macrodescrittori	250	330	290	
	I.B.E.	7	6	5.6	
T. DORDO/Filago	stato ambientale	<i>SCADENTE</i>	<i>SCADENTE</i>	<i>PESSIMO</i>	↓
	Macrodescrittori	125	120	80	
	I.B.E.	3.7	3.5	3.4	
T. MORLETTA/Verdello	stato ambientale	<i>SCADENTE</i>	<i>PESSIMO</i>	<i>PESSIMO</i>	↓
	Macrodescrittori	110	90	90	
	I.B.E.	-	2.5	3.2	
R. MASNADA/Bonate Sotto	stato ambientale	<i>SUFFICIENTE</i>	<i>SUFFICIENTE</i>	<i>BUONO</i>	↑
	Macrodescrittori	180	230	250	
	I.B.E.	-	-	-	
R. BREMBILLA/Osio Sopra	stato ambientale	<i>SUFFICIENTE</i>	<i>BUONO</i>	<i>BUONO</i>	↑
	Macrodescrittori	160	310	290	
	I.B.E.	-	-	-	
R. MOSCHETTA/Treviglio	stato ambientale	<i>SUFFICIENTE</i>	<i>SCADENTE</i>	<i>SCADENTE</i>	↓
	Macrodescrittori	150	325	210	
	I.B.E.	6	5.3	4.7	
R. VIGNOLA/Treviglio	stato ambientale	<i>SUFFICIENTE</i>	<i>SUFFICIENTE</i>	<i>SCADENTE</i>	↓
	Macrodescrittori	150	155	85	
	I.B.E.	-	-	-	

Analizzando tale quadro riassuntivo si può notare come in alcuni casi gli andamenti dei parametri macrodescrittori e dell'indice I.B.E. non siano gli stessi dell'andamento dello stato ambientale; questa particolarità è frutto delle caratteristiche precedentemente specificate della metodologia di analisi del D.Lgs 152/99.

Bacino fiume Serio

Tabella 10 –Punteggi e giudizi di qualità assegnati in base al D.Lgs 152/99 in funzione delle analisi di qualità del biennio 1994/95

	F. SERIO Casnigo P.Nossa	F. SERIO Cene	F. SERIO Albino	F. SERIO Seriate	T. RISO Ponte Nossa	T. VERTOVA Vertova
Ossigeno disciolto (%)	40	40	80	80	80	80
BOD5 (mg/l)	40	20	20	10	40	20
COD (mg/l)	40	40	40	10	40	10
Azoto ammoniacale (mg/l)	20	20	40	10	20	10
Nitrati (mg/l)	40	40	40	20	40	20
Fosforo totale (mg/l)	40	80	80	20	80	40
Coliformi fecali	10	5	10	5	10	5
Totale macro-descriptori	230	245	310	155	310	185
I.B.E.	5.66	5.66	5.33	-	6	-
STATO ECOLOGICO	CLASSE 3	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 3	CLASSE 3	CLASSE 3
Inquinanti chimici	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno
STATO AMBIENTALE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SCADENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE

	T. ROMNA Casnigo	T. CARSO Nembro	T. MORLA Bergamo	R. MORLANA Nembro	R. BORGOGNA Villa di Serio
Ossigeno disciolto (%)	40	80	80	40	40
BOD5 (mg/l)	20	40	20	20	40
COD (mg/l)	20	40	20	10	10
Azoto ammoniacale (mg/l)	20	20	20	20	20
Nitrati (mg/l)	20	20	20	20	20
Fosforo totale (mg/l)	40	80	80	40	80
Coliformi fecali	10	20	5	5	5
Totale macro-descriptori	170	300	245	155	215
I.B.E.	4 *	7 *	4 *	7 *	3 *
STATO ECOLOGICO	CLASSE 3	CLASSE 2	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 3
Inquinanti chimici	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno
STATO AMBIENTALE	SUFFICIENTE	BUONO	BUONO	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE

* Non sono stati considerati i valori dell'indice I.B.E. in quanto è stato misurato un solo valore, di conseguenza poco rappresentativo.

Tabella 11 - Punteggi e giudizi di qualità assegnati in base al D.Lgs 152/99 in funzione delle analisi di qualità del biennio 1996/97

	F. SERIO Casnigo P.Nossa	F. SERIO Cene	F. SERIO Albino	F. SERIO Seriate	T. RISO Ponte Nossa	T. VERTOVA Vertova
Ossigeno disciolto (%)	80	80	40	80	80	80
BOD5 (mg/l)	40	40	80	20	20	20
COD (mg/l)	20	40	40	10	20	20
Azoto ammoniacale (mg/l)	20	40	40	20	40	10
Nitrati (mg/l)	40	40	40	40	40	40
Fosforo totale (mg/l)	80	80	80	40	80	40
Coliformi fecali	10	5	20	5	10	5
Totale macro-descriptori	290	325	340	215	290	215
I.B.E.	6.75	5	4.62	4	7.37	4.25
STATO ECOLOGICO	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 4	CLASSE 4	CLASSE 3	CLASSE 4
Inquinanti chimici	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno
STATO AMBIENTALE	SUFFICIENTE	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	SUFFICIENTE	SCADENTE

	T. ROMNA Castigo	T. CARSO Nembro	T. MORLA Bergamo	R. MORLANA Nembro	R. BORGOGNA Villa di Serio
Ossigeno disciolto (%)	80	20	40	40	40
BOD5 (mg/l)	10	80	40	80	80
COD (mg/l)	5	40	20	40	80
Azoto ammoniacale (mg/l)	20	40	20	40	40
Nitrati (mg/l)	20	20	40	40	40
Fosforo totale (mg/l)	20	80	80	80	80
Coliformi fecali	5	40	10	5	5
Totale macro-descriptori	160	320	250	325	365
I.B.E.	4.25	5.87	5.37	6	6 *
STATO ECOLOGICO	CLASSE 4	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 3	CLASSE 2
Inquinanti chimici	Nessuno	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno
STATO AMBIENTALE	SCADENTE	SUFFICIENTE	SCADENTE	SUFFICIENTE	BUONO

* Non sono stati considerati i valori dell'indice I.B.E. in quanto è stato misurato un solo valore, di conseguenza poco rappresentativo.

Tabella 12 –Punteggi e giudizi di qualità assegnati in base al D.Lgs 152/99 in funzione delle analisi di qualità del biennio 1998/99

	F. SERIO Casnigo P.Nossa	F. SERIO Cene	F. SERIO Albino	F. SERIO Seriate	T. RISO Ponte Nossa	T. VERTOVA Vertova
Ossigeno disciolto (%)	80	80	80	80	80	80
BOD5 (mg/l)	20	20	10	20	10	20
COD (mg/l)	40	40	20	20	10	10
Azoto ammoniacale (mg/l)	20	20	20	20	20	10
Nitrati (mg/l)	40	40	40	20	40	40
Fosforo totale (mg/l)	40	80	40	40	40	20
Coliformi fecali	5	5	10	5	5	5
Totale macro-descripttori	245	285	220	205	205	185
I.B.E.	5.5	5.12	5	4.25	7.12	4
STATO ECOLOGICO	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 4	CLASSE 4	CLASSE 3	CLASSE 4
Inquinanti chimici	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno
STATO AMBIENTALE	SUFFICIENTE	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	SUFFICIENTE	SCADENTE

	T. ROMNA Casnigo	T. CARSO Nembro	T. MORLA Bergamo	R. MORLANA Nembro	R. BORGOGNA Villa di Serio
Ossigeno disciolto (%)	80	80	80	80	80
BOD5 (mg/l)	10	20	10	20	20
COD (mg/l)	5	20	10	20	40
Azoto ammoniacale (mg/l)	10	20	20	10	20
Nitrati (mg/l)	20	20	40	40	40
Fosforo totale (mg/l)	20	40	40	40	40
Coliformi fecali	5	10	5	10	10
Totale macro-descripttori	150	210	205	220	250
I.B.E.	4.37	6.37	6	5	-
STATO ECOLOGICO	CLASSE 4	CLASSE 3	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 2
Inquinanti chimici	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno
STATO AMBIENTALE	SCADENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SCADENTE	BUONO

Analogamente a quanto rilevato per il F. Brembo, anche per il bacino del F. Serio nella determinazione dello stato ecologico il parametro discriminante nell'attribuzione della classe di appartenenza è stato l'Indice Biotico Esteso; soltanto per i torrenti Riso, Carso e Morla i valori di I.B.E. e macrodescripttori coincidono con la medesima classe.

Lo stato qualitativo del F. Serio, a valle di Ponte Nossa risulta essere scadente sin dal biennio 1996/97 (per la sezione di Albino anche nel biennio 1994/95), con progressivo peggioramento della situazione man mano che si procede verso valle.

Sempre dal biennio 1996/97 risulta compromesso anche lo stato ambientale dei torrenti Vertova e Romna, mentre la roggia Morlana risulta inquinata nell'ultimo biennio 1998/99.

I restanti corpi idrici monitorati rispettano gli standard qualitativi indicati dal Decreto Legislativo 152/99 come obiettivo del 2008.

Analizzando il "trend" qualitativo nel corso dei 3 bienni si nota come i corpi idrici in fase di peggioramento qualitativo siano il F. Serio (a Cene e Seriate), il T. Vertova, il T. Romna, il T. Carso, il T. Morla e la R. Morlana, con riferimento alle rispettive sezioni di campionamento. L'unico corso d'acqua che invece presenta un andamento qualitativo in fase di miglioramento è la R. Borgogna. Infine risultano qualitativamente immutati il F. Serio a Ponte Nossa e ad Albino e il T. Riso.

Nella tabella 13 sono riassunti i valori utili per individuare l'andamento qualitativo delle varie stazioni presenti nel bacino del F. Serio, ai quali sono applicabili le medesime osservazioni fatte in precedenza rispetto agli andamenti dei parametri e dello stato ambientale.

Tabella 13 – Sintesi analisi qualitativa bacino F. Serio

		94-95	96-97	98-99	andamento
F. SERIO/Casnigo P.Nossa	stato ambientale	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	
	Macrodescrittori	230	290	245	
	I.B.E.	5.7	6.7	5.5	
F. SERIO/Cene	stato ambientale	SUFFICIENTE	SCADENTE	SCADENTE	
	Macrodescrittori	245	325	285	
	I.B.E.	5.7	5	5.1	
F. SERIO/Albino	stato ambientale	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	
	Macrodescrittori	310	340	220	
	I.B.E.	5.3	4.6	5	
F. SERIO/Seriate	stato ambientale	SUFFICIENTE	SCADENTE	SCADENTE	
	Macrodescrittori	155	215	205	
	I.B.E.	-	4	4.2	
T. RISO/Ponte Nossa	stato ambientale	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	
	Macrodescrittori	310	290	205	
	I.B.E.	6	7.4	7.1	
T. VERTOVA/Vertova	stato ambientale	SUFFICIENTE	SCADENTE	SCADENTE	
	Macrodescrittori	185	215	185	
	I.B.E.	-	4.2	4	
T. ROMNA/Casnigo	stato ambientale	SUFFICIENTE	SCADENTE	SCADENTE	
	Macrodescrittori	170	160	150	
	I.B.E.	4	4.2	4.4	
T. CARSO/Nembro	stato ambientale	BUONO	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	
	Macrodescrittori	300	320	210	
	I.B.E.	7	5.9	6.4	
T. MORLA/Bergamo	stato ambientale	BUONO	SCADENTE	SUFFICIENTE	
	Macrodescrittori	245	250	205	
	I.B.E.	7	5.4	6	
R. MORLANA/Nembro	stato ambientale	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SCADENTE	
	Macrodescrittori	155	325	220	
	I.B.E.	7	6	5	
R. BORGOGNA/Villa di Serio	stato ambientale	SUFFICIENTE	BUONO	BUONO	
	Macrodescrittori	215	365	250	
	I.B.E.	3	6	-	

Bacino fiume Oglio

Tabella 14 –Punteggi e giudizi di qualità assegnati in base al D.Lgs 152/99 in funzione delle analisi di qualità del biennio 1994/95

	F. OGLIO Costa Volpino	T. BORLEZZA Rovetta	T. BORLEZZA Castro	T. GUERNA Sarnico
Ossigeno disciolto (%)	80	40	80	40
BOD5 (mg/l)	20	5	20	10
COD (mg/l)	10	5	20	10
Azoto ammoniacale (mg/l)	20	10	10	10
Nitrati (mg/l)	40	20	40	20
Fosforo totale (mg/l)	80	5	40	10
Coliformi fecali	20	5	5	5
Totale macrodescrittori	270	90	215	105
I.B.E.	7	-	-	6 *
STATO ECOLOGICO	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 3	CLASSE 4
Inquinanti chimici	-	-	-	-
STATO AMBIENTALE	SUFFICIENTE	SCADENTE	SUFFICIENTE	SCADENTE

	T. URIA Castelli Caleppio	R. ANTEGNATA Calcio	R. SALE Palosco	N. CIVICO CR Fontanella
Ossigeno disciolto (%)	80	20	40	40
BOD5 (mg/l)	10	10	20	20
COD (mg/l)	10	10	10	10
Azoto ammoniacale (mg/l)	5	40	40	40
Nitrati (mg/l)	20	20	20	20
Fosforo totale (mg/l)	20	80	80	40
Coliformi fecali	5	10	20	20
Totale macrodescrittori	150	190	230	190
I.B.E.	-	8 *	8 *	8 *
STATO ECOLOGICO	CLASSE 3	CLASSE 3	CLASSE 3	CLASSE 3
Inquinanti chimici	-	-	-	-
STATO AMBIENTALE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE

* Non sono stati considerati i valori dell'indice I.B.E. in quanto è stato misurato un solo valore, di conseguenza poco rappresentativo.

Tabella 15 –Punteggi e giudizi di qualità assegnati in base al D.Lgs 152/99 in funzione delle analisi di qualità del biennio 1996/97

	F. OGLIO Costa Volpino	T. BORLEZZA Rovetta	T. BORLEZZA Castro	T. GUERNA Sarnico
Ossigeno disciolto (%)	40	40	80	20
BOD5 (mg/l)	80	10	80	20
COD (mg/l)	40	10	80	10
Azoto ammoniacale (mg/l)	40	20	40	10
Nitrati (mg/l)	40	20	40	20
Fosforo totale (mg/l)	80	40	80	10
Coliformi fecali	20	5	10	5
Totale macrodescrittori	340	145	410	95
I.B.E.	5.75	5	4	7.12
STATO ECOLOGICO	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 4	CLASSE 4
Inquinanti chimici	-	-	-	-
STATO AMBIENTALE	SUFFICIENTE	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE

	T. URIA Castelli Caleppio	R. ANTEGNATA Calcio	R. SALE Palosco	N. CIVICO CR Fontanella
Ossigeno disciolto (%)	80	80	80	40
BOD5 (mg/l)	10	20	80	40
COD (mg/l)	5	10	20	20
Azoto ammoniacale (mg/l)	5	40	40	40
Nitrati (mg/l)	20	40	40	40
Fosforo totale (mg/l)	10	80	80	20
Coliformi fecali	5	10	10	10
Totale macrodescrittori	135	280	350	210
I.B.E.	2	8	7.5	7.66
STATO ECOLOGICO	CLASSE 5	CLASSE 2	CLASSE 2	CLASSE 3
Inquinanti chimici	-	-	-	-
STATO AMBIENTALE	PESSIMO	BUONO	BUONO	SUFFICIENTE

Tabella 16 –Punteggi e giudizi di qualità assegnati in base al D.Lgs 152/99 in funzione delle analisi di qualità del biennio 1998/99

	F. OGLIO Costa Volpino	T. BORLEZZA Rovetta	T. BORLEZZA Castro	T. GUERNA Sarnico
Ossigeno disciolto (%)	80	80	80	80
BOD5 (mg/l)	20	5	20	20
COD (mg/l)	80	5	80	20
Azoto ammoniacale (mg/l)	40	5	20	20
Nitrati (mg/l)	40	20	40	20
Fosforo totale (mg/l)	40	5	40	20
Coliformi fecali	10	5	5	10
Totale macrodescrittori	310	125	285	190
I.B.E.	6.75	2	4	6.87
STATO ECOLOGICO	CLASSE 3	CLASSE 5	CLASSE 4	CLASSE 3
Inquinanti chimici	-	-	-	-
STATO AMBIENTALE	SUFFICIENTE	PESSIMO	SCADENTE	SUFFICIENTE

	T. URIA Castelli Caleppio	R. ANTEGNATA Calcio	R. SALE Palosco	N. CIVICO CR Fontanella
Ossigeno disciolto (%)	80	80	80	40
BOD5 (mg/l)	10	20	20	20
COD (mg/l)	5	40	80	40
Azoto ammoniacale (mg/l)	5	20	20	20
Nitrati (mg/l)	20	40	40	40
Fosforo totale (mg/l)	10	80	80	80
Coliformi fecali	5	20	20	20
Totale macrodescrittori	135	300	340	260
I.B.E.	2	7.5	7.5	7.5
STATO ECOLOGICO	CLASSE 5	CLASSE 2	CLASSE 2	CLASSE 2
Inquinanti chimici	-	-	-	-
STATO AMBIENTALE	PESSIMO	BUONO	BUONO	BUONO

Lo stato qualitativo appare compromesso per i seguenti corsi d'acqua: T. Borlezza e T. Uria. Per quanto riguarda in T. Guerna, lo stato ambientale, scadente nei bienni 1994/95 e 1996/97, risulta essere sufficiente per l'ultimo biennio di analisi.

I restanti corpi idrici monitorati rispettano gli standard qualitativi indicati dal Decreto Legislativo 152/99.

Analizzando il "trend" qualitativo nel corso dei 3 bienni si nota come i corpi idrici in fase di peggioramento qualitativo siano il T. Borlezza e il T. Uria. I corsi d'acqua che invece presentano un andamento qualitativo in fase di miglioramento sono il T. Guerna, la R. Antegnata, la R. Sale e il Naviglio Civico di Cremona. Infine risulta qualitativamente immutato il F. Oglio a Costa Volpino.

Nella tabella 17 sono riassunti i valori utili per individuare l'andamento qualitativo delle varie stazioni presenti nel bacino del F. Oglio, ai quali sono applicabili le medesime osservazioni fatte in precedenza rispetto agli andamenti dei parametri e dello stato ambientale.

Tabella 17 – Sintesi analisi qualitativa bacino F. Oglio

		94-95	96-97	98-99	andamento
F. OGLIO/Costa Volpino	stato ambientale	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	
	Macrodescrittori	270	340	310	
	I.B.E.	7	5.7	6.7	
T. BORLEZZA/Rovetta	stato ambientale	SCADENTE	SCADENTE	PESSIMO	
	Macrodescrittori	90	145	125	
	I.B.E.	-	5	2	
T. BORLEZZA/Castro	stato ambientale	SUFFICIENTE	SCADENTE	SCADENTE	
	Macrodescrittori	215	410	285	
	I.B.E.	-	4	4	
T. GUERNA/Sarnico	stato ambientale	SCADENTE	SCADENTE	SUFFICIENTE	
	Macrodescrittori	105	95	190	
	I.B.E.	6	7.1	6.9	
T. URIA/Castelli Caleppio	stato ambientale	SUFFICIENTE	PESSIMO	PESSIMO	
	Macrodescrittori	150	135	135	
	I.B.E.	-	2	2	
R. ANTEGNATA/Calcio	stato ambientale	SUFFICIENTE	BUONO	BUONO	
	Macrodescrittori	190	280	300	
	I.B.E.	8	8	7.5	
R. SALE/Palosco	stato ambientale	SUFFICIENTE	BUONO	BUONO	
	Macrodescrittori	230	350	340	
	I.B.E.	8	7.5	7.5	
N. CIVICO CR/Fontanella	stato ambientale	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	BUONO	
	Macrodescrittori	190	210	260	
	I.B.E.	8	7.7	7.5	

Bacino fiume Cherio

Tabella 18–Punteggi e giudizi di qualità assegnati in base al D.Lgs 152/99 in funzione delle analisi di qualità del biennio 1994/95

	F. CHERIO Monasterolo	F. CHERIO Palosco	T. DRIONE Casazza	R. BOLGARE Gorlago
Ossigeno disciolto (%)	80	40	40	80
BOD5 (mg/l)	40	10	40	10
COD (mg/l)	20	5	40	10
Azoto ammoniacale (mg/l)	20	5	40	10
Nitrati (mg/l)	40	20	40	20
Fosforo totale (mg/l)	80	20	80	20
Coliformi fecali	40	5	20	5
Totale macrodescrittori	320	105	300	155
I.B.E.	5.66	3.33	4	-
STATO ECOLOGICO	CLASSE 3	CLASSE 5	CLASSE 4	CLASSE 3
Inquinanti chimici	-	-	-	-
STATO AMBIENTALE	SUFFICIENTE	PESSIMO	SCADENTE	SUFFICIENTE

Tabella 19–Punteggi e giudizi di qualità assegnati in base al D.Lgs 152/99 in funzione delle analisi di qualità del biennio 1996/97

	F. CHERIO Monasterolo	F. CHERIO Palosco	T. DRIONE Casazza	R. BOLGARE Gorlago
Ossigeno disciolto (%)	80	80	80	80
BOD5 (mg/l)	80	5	80	20
COD (mg/l)	20	5	40	10
Azoto ammoniacale (mg/l)	20	10	40	10
Nitrati (mg/l)	40	20	40	40
Fosforo totale (mg/l)	80	10	80	40
Coliformi fecali	40	5	20	5
Totale macrodescrittori	360	135	380	205
I.B.E.	5.57	3.62	5.12	-
STATO ECOLOGICO	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 4	CLASSE 3
Inquinanti chimici	-	-	-	-
STATO AMBIENTALE	SUFFICIENTE	SCADENTE	SCADENTE	SUFFICIENTE

Tabella 20 -Punteggi e giudizi di qualità assegnati in base al D.Lgs 152/99 in funzione delle analisi di qualità del biennio 1998/99

	F. CHERIO Monasterolo	F. CHERIO Palosco	T. DRIONE Casazza	R. BOLGARE Gorlago
Ossigeno disciolto (%)	80	80	80	10
BOD5 (mg/l)	20	20	20	20
COD (mg/l)	40	10	40	40
Azoto ammoniacale (mg/l)	40	10	40	20
Nitrati (mg/l)	80	20	20	20
Fosforo totale (mg/l)	80	10	80	40
Coliformi fecali	10	5	20	5
Totale macrodescrittori	350	155	300	155
I.B.E.	5.25	5.37	6	-
STATO ECOLOGICO	CLASSE 4	CLASSE 4	CLASSE 3	CLASSE 3
Inquinanti chimici	-	-	-	-
STATO AMBIENTALE	SCADENTE	SCADENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE

Lo stato qualitativo del F. Cherio risulta compromesso in ambedue le sezioni monitorate, anche se analizzando l'andamento qualitativo nel tempo si può notare che lo stato qualitativo a Monasterolo è in fase di peggioramento (costante riduzione del parametro I.B.E.), mentre a Palosco è in fase di miglioramento (costante aumento del parametro I.B.E.).

Il T. Drione risulta avere un'andamento qualitativo in fase di miglioramento, con raggiungimento di uno standard qualitativo sufficiente nel biennio 1998/99, mentre la R. Bolgare è sempre risultata di qualità sufficiente e quindi compatibile con gli obiettivi di qualità del 2008.

Nella tabella 21 sono riassunti i valori utili per individuare l'andamento qualitativo delle varie stazioni presenti nel bacino del F. Oglio, ai quali sono applicabili le medesime osservazioni fatte in precedenza rispetto agli andamenti dei parametri e dello stato ambientale.

Tabella 6.21 – Sintesi analisi qualitativa bacino F. Cherio

		94-95	96-97	98-99	andamento
F. CHERIO/Monasterolo	stato ambientale	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SCADENTE	↓
	Macrodescrittori	320	360	350	
	I.B.E.	5.7	5.6	5.2	
F. CHERIO/Palosco	stato ambientale	PESSIMO	SCADENTE	SCADENTE	↑
	Macrodescrittori	105	135	155	
	I.B.E.	3.3	3.6	5.4	
T. DRIONE/Casazza	stato ambientale	SCADENTE	SCADENTE	SUFFICIENTE	↑
	Macrodescrittori	300	380	300	
	I.B.E.	4	5.1	6	
R. BOLGARE/Gorlago	stato ambientale	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	↔
	Macrodescrittori	155	205	155	
	I.B.E.	-	-	-	

Bacino fiume Adda

Tabella 22 -Punteggi e giudizi di qualità assegnati in base al D.Lgs 152/99 in funzione delle analisi di qualità del biennio 1994/95

	T. SONNA Cisano	R. VAILATA	Arzago d'Adda
Ossigeno disciolto (%)	40		40
BOD5 (mg/l)	40		10
COD (mg/l)	40		10
Azoto ammoniacale (mg/l)	10		20
Nitrati (mg/l)	20		20
Fosforo totale (mg/l)	20		40
Coliformi fecali	5		10
Totale macrodescrittori	175		150
I.B.E.	4.66		7
STATO ECOLOGICO	CLASSE 4		CLASSE 3
Inquinanti chimici	-		-
STATO AMBIENTALE	SCADENTE		SUFFICIENTE

Tabella 23 -Punteggi e giudizi di qualità assegnati in base al D.Lgs 152/99 in funzione delle analisi di qualità del biennio 1996/97

	T. SONNA	Cisano	R. VAILATA	Arzago d'Adda
Ossigeno disciolto (%)	80		40	
BOD5 (mg/l)	20		80	
COD (mg/l)	20		40	
Azoto ammoniacale (mg/l)	20		20	
Nitrati (mg/l)	20		20	
Fosforo totale (mg/l)	20		40	
Coliformi fecali	5		20	
Totale macrodescrittori	185		260	
I.B.E.	5.25		6	
STATO ECOLOGICO	CLASSE 4		CLASSE 3	
Inquinanti chimici	-		-	
STATO AMBIENTALE	SCADENTE		SUFFICIENTE	

Tabella 24 -Punteggi e giudizi di qualità assegnati in base al D.Lgs 152/99 in funzione delle analisi di qualità del biennio 1998/99



	T. SONNA	Cisano	R. VAILATA	Arzago d'Adda
Ossigeno disciolto (%)	80		5	
BOD5 (mg/l)	10		20	
COD (mg/l)	10		40	
Azoto ammoniacale (mg/l)	5		20	
Nitrati (mg/l)	20		20	
Fosforo totale (mg/l)	20		80	
Coliformi fecali	2		20	
Totale macrodescrittori	147		205	
I.B.E.	4.75		6.75	
STATO ECOLOGICO	CLASSE 4		CLASSE 3	
Inquinanti chimici	-		-	
STATO AMBIENTALE	SCADENTE		SUFFICIENTE	

Lo stato ambientale del T. Sonna risulta scadente nell'arco dei tre bienni, mentre la R. Vailata rispetta i limiti di qualità indicati dal D.Lgs. 152/99.

In entrambi i casi i valori dello stato qualitativo è rimasto costante.

Nella tabella 25 sono riassunti i valori utili per individuare l'andamento qualitativo delle varie stazioni presenti nel bacino del F. Adda.

Tabella 25 – Sintesi analisi qualitativa bacino F. Adda

		94-95	96-97	98-99	andamento
T. SONNA/Cisano	stato ambientale	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	
	Macrodescrittori	175	185	147	
	I.B.E.	4.7	5.2	4.7	
R. VAILATA/Arzago d'Adda	stato ambientale	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	
	Macrodescrittori	150	260	205	
	I.B.E.	7	6	6.7	

ANALISI QUALITATIVA DEI LAGHI

L'attività di controllo della qualità condotta dall'Amministrazione Provinciale ha avuto inizio, con regolarità, nel 1984 per il lago d'Endine e dal 1998 per il lago di Iseo.

Le stazioni di campionamento sono tre per il lago d'Iseo (Castro, Predore, Tavernola) e una per il lago d'Endine (Ranzanico).

In campo sono stati determinati i seguenti parametri: temperatura, pH, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto, ossigeno come percentuale di saturazione e la trasparenza con disco di Secchi.

In laboratorio sono inoltre stati determinati i seguenti parametri: azoto ammoniacale, azoto nitrico, azoto nitroso, fosforo ortofosfato, fosforo totale, cloruri, solfati, sodio, calcio, potassio, magnesio, alcalinità, silicati e clorofilla *a*, BOD₅, materiali in sospensione, composti fenolici, arsenico, ecc.

Di seguito viene proposta la classificazione dei due laghi attraverso i criteri previsti dal Decreto Legislativo 152, utilizzando i dati raccolti nel 1999.

Il Decreto Legislativo n.152/99

La definizione dello *stato ambientale* dei laghi è basata sulle analisi effettuate sulla matrice acquosa, integrata, qualora ne ricorra la necessità, da determinazioni sui sedimenti e sul biota. Le determinazioni sulla matrice acquosa riguardano i parametri di base (temperatura, pH, alcalinità, trasparenza, ossigeno disciolto e ipolimnico, clorofilla *a*, fosforo totale, ortofosfato, azoto nitroso, nitrico, ammoniacale e totale, conducibilità elettrica specifica) utilizzati per la classificazione, e i parametri addizionali (tabella 5) relativi ai microinquinanti organici ed inorganici.

La classificazione procede attraverso la preliminare valutazione dello *stato ecologico* del corpo idrico, determinato utilizzando i parametri *macrodescrittori*, come indicato nella tabella 26; la classe da attribuire è quella che emerge dal risultato peggiore tra i parametri indicati.

Tabella 26 – Stato ecologico dei laghi

Parametro	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 5
Trasparenza (m) (valore minimo annuo)	>5	≤ 5	≤ 2	≤ 1,5	≤ 1
Ossigeno ipolimnico (% saturazione) (valore minimo nel periodo di massima stratificazione)	> 80%	≤ 80%	≤ 60%	≤ 40%	≤ 20%
Clorofilla "a" (µg/l) (valore massimo annuo)	< 3	≤ 6	≤ 10	≤ 25	> 25
Fosforo totale (P µg/l) (valore massimo annuo)	< 10	≤ 25	≤ 50	≤ 100	> 100

Al fine di attribuire lo *stato ambientale*, i dati relativi allo *stato ecologico* vanno rapportati con gli eventuali dati relativi alla presenza di inquinanti chimici (considerandone la media aritmetica).

Il raffronto procede secondo quanto indicato nella tabella 27.

Tabella 27 – Stato ambientale dei laghi

Stato Ecologico Concentrazione inquinanti di cui alla tabella ...	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 5
< valore soglia	ELEVATO	BUONO	SUFFICIENTE	SCADENTE	PESSIMO
> valore soglia	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	PESSIMO

Il giudizio di qualità del corpo idrico viene poi affiancato alla consueta classificazione trofica dei laghi realizzata secondo i criteri di valutazione proposti da organismi internazionali.

Risultati analisi qualitativa

Lago d'Iseo

Considerando per ogni parametro macrodescrittore il valore medio determinato nelle tre stazioni, si ottengono i risultati riportati nella tabella seguente.

Tabella 28 – Punteggi e giudizi di qualità assegnati in base al D.Lgs 152/99 in funzione delle analisi di qualità relativa al 1999

Stazione di campionamento	Castro	Predore	Tavernola	Lago Iseo
Trasparenza (m) (valore minimo annuo)	1,8	3,1	-	2,45
Ossigeno ipolimnico (% saturazione) (valore minimo nel periodo di massima stratificazione)	22,7	20,6	0	14,43
Clorofilla "a" (µg/l) (valore massimo annuo)	8,7	7,5	-	8,1
Fosforo totale (P µg/l) (valore massimo annuo)	140	150	320	203,33

Parametro	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 5
Trasparenza (m) (valore minimo annuo)	>5	≤ 5	≤ 2	≤ 1,5	≤ 1
Ossigeno ipolimnico (% saturazione) (valore minimo nel periodo di massima stratificazione)	> 80%	≤ 80%	≤ 60%	≤ 40%	≤ 20%
Clorofilla "a" (µg/l) (valore massimo annuo)	< 3	≤ 6	≤ 10	≤ 25	> 25
Fosforo totale (P µg/l) (valore massimo annuo)	< 10	≤ 25	≤ 50	≤ 100	> 100

Si rileva quindi come il lago di Iseo risulti inserito nella classe 5 (stato ecologico pessimo).
Analizzando lo stato trofico secondo gli schemi adottati dall'OCSE si ha:

Tabella 29 – Stato trofico lago d'Iseo

Parametro	classi trofiche % di probabilità		
Fosforo totale	63% mesotrofia	24% oligotrofia	13% eutrofia
Clorofilla "a"	62% eutrofia	23% mesotrofia	14% ipertrofia
Trasparenza	53% eutrofia	24% mesotrofia	19% ipertrofia

Lago d'Endine

Tabella 30 – Punteggi e giudizi di qualità assegnati in base al D.Lgs 152/99 in funzione delle analisi di qualità relativa al 1999

Stazione di campionamento	Lago Endine
Trasparenza (m) (valore minimo annuo)	1,8
Ossigeno ipolimnico (% saturazione) (valore minimo nel periodo di massima stratificazione)	8,2
Clorofilla "a" (µg/l) (valore massimo annuo)	22
Fosforo totale (P µg/l) (valore massimo annuo)	189

Parametro	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 5
Trasparenza (m) (valore minimo annuo)	>5	≤ 5	≤ 2	≤ 1,5	≤ 1
Ossigeno ipolimnico (% saturazione) (valore minimo nel periodo di massima stratificazione)	> 80%	≤ 80%	≤ 60%	≤ 40%	≤ 20%
Clorofilla "a" (µg/l) (valore massimo annuo)	< 3	≤ 6	≤ 10	≤ 25	> 25
Fosforo totale (P µg/l) (valore massimo annuo)	< 10	≤ 25	≤ 50	≤ 100	> 100

Da tale tabella si rileva come anche il lago d'Endine risulti in classe 5 (stato ecologico pessimo). Bisogna tuttavia sottolineare che la situazione qualitativa mostra evidenti segnali di miglioramento rispetto ai dati degli anni precedenti: nel 1984 si avevano concentrazioni medie annue di fosforo totale dell'ordine di 50 µg/l, mentre nel 1999 tale valore risulta essere di 21 µg/l. Anche per quanto riguarda la trasparenza la situazione migliora nel corso del periodo 1984 – 1999, infatti si passa da un valore medio annuo di circa 1,4 m a 2,97 m.

Analizzando lo stato trofico secondo gli schemi adottati dall'OCSE si ha:

Tabella 31 – Stato trofico lago d'Endine

Parametro	classi trofiche % di probabilità		
Fosforo totale	62% mesotrofia	27% oligotrofia	11% eutrofia
Clorofilla "a"	56% eutrofia	32% mesotrofia	8% ipertrofia
Trasparenza	52% eutrofia	31% mesotrofia	11% ipertrofia

CORRELAZIONE TRA QUALITA' DELLE ACQUE E CATASTO DEGLI SCARICHI

Analizzando le informazioni del catasto degli scarichi e correlandole con i citati risultati delle analisi qualitative è possibile individuare le principali cause che determinano lo stato ambientale dei corsi d'acqua.

Di seguito vengono presi in considerazione i bacini ed i rispettivi corsi d'acqua che presentano uno stato ambientale "scadente" o "pessimo" (riferiti ai campionamenti effettuati nel biennio 98/99), non conformi agli obiettivi che la legge si prefigge per il 2008.

Bacino Fiume Brembo

I corsi d'acqua con caratteristiche qualitative insufficienti sono: F. Brembo, T. Brembilla, T. Dordo, T. Morletta, R. Moschetta e R. Vignola.

Lungo il corso principale del *Fiume Brembo* sono stati rilevati 44 insediamenti industriali che sversano direttamente nello stesso nonché gli scarichi civili di 26 comuni, 6 dei quali senza trattamento di depurazione (se non per alcune zone del territorio comunale). Delle tre stazioni di campionamento, Brembate Sopra, Brembate Sotto e Treviolo, i risultati negativi sono stati forniti da quest'ultima a monte della quale vi è l'immissione dello scarico del depuratore di Bergamo e il prelievo di portata a scopo idroelettrico (opera di presa di Ponte S. Pietro: 18 mc/s) ed irriguo (Roggia Curnino e Ceresino: 0.2 mc/s).

Lungo il torrente *Brembilla* sono state censiti 8 insediamenti produttivi che hanno scarichi diretti lungo il corso d'acqua. Nel bacino del torrente sono presenti gli scarichi civili, solo in parte depurati, dei due comuni Brembilla e Gerosa.

Il torrente *Dordo*, caratterizzato da portate ridotte (il valore medio misurato durante la campagna di monitoraggio del biennio 98/99 è pari a 400 l/s), risulta gravato lungo tutto il suo corso dagli scarichi di 24 insediamenti produttivi censiti (direttamente o in affluenti), oltre che dai reflui di alcuni terminali di scarico non serviti da impianti di depurazione dei seguenti comuni: Sotto il Monte Giovanni XXIII, Palazzago, Pontida, Medolago.

Per quanto riguarda il torrente *Morletta*, a monte della stazione di campionamento sono stati censiti 12 insediamenti industriali che sversano direttamente i propri reflui.

Analoghe riflessioni possono essere proposte per le rogge che costituiscono il reticolo idrografico principale della pianura sud-occidentale bergamasca e che attingono acqua dal fiume Brembo. In particolare merita approfondimento l'analisi della situazione delle rogge *Vignola* e *Moschetta* che attraversando i comuni di Pontirolo Nuovo, Treviglio e Calvenzano ricevono gli scarichi di alcuni insediamenti produttivi. In particolare la roggia Vignola è inoltre caratterizzata da portate ridotte (il valore medio misurato durante la campagna di monitoraggio del biennio 98/99 è pari a circa 100 l/s).

Bacino Fiume Serio

I corsi d'acqua con caratteristiche qualitative insufficienti sono: F. Serio, T. Vertova, T. Romna e R. Morlana.

Lungo il corso principale del *Fiume Serio* sono stati censiti 58 insediamenti industriali che sversano direttamente nello stesso nonché gli scarichi civili di 43 comuni, 6 dei quali senza trattamento di depurazione (se non per alcune zone del territorio comunale), Fiorano al Serio, Gazzaniga, Gromo, Gandellino, Valbondione e Vertova. La maggiore concentrazione di scarichi da insediamenti produttivi insiste direttamente sull'asta principale del fiume Serio in un tratto che per di più è anche oggetto di prelievi per usi diversi. I risultati delle varie campagne di analisi della qualità delle acque risultano in accordo con l'ubicazione planimetrica degli scarichi

censiti. Infatti, da Ponte Nossa sino a Seriate, si assiste ad un peggioramento della qualità delle acque con particolari concentrazioni di inquinanti alle confluenze con i torrenti Riso e Romna.

Lungo il corso del torrente *Vertova* sono stati censiti 6 insediamenti industriali che recapitano i propri reflui direttamente nel corso d'acqua.

Per il torrente *Romna* è possibile notare una correlazione tra i risultati delle analisi di qualità, che denunciano uno stato fortemente inquinato, e la densità degli scarichi di origine industriale con recapito nello stesso (nel Comune di Gandino sono stati censiti tre scarichi da insediamenti produttivi, ma nella Val Gandino insiste un notevole numero di attività industriali ed artigianali collegate alla pubblica fognatura che recapita al depuratore di Casnigo) e lo scarico del depuratore consortile di Casnigo.

Per quanto riguarda la *Roggia Morlana*, risulta che la stazione di campionamento è posta immediatamente a valle della derivazione dal fiume Serio (a valle della stazione di Albino) dove il livello qualitativo dell'acqua è *scadente*.

Bacino Fiume Oglio

I corsi d'acqua con caratteristiche qualitative insufficienti sono: T. Borlezza e T. Uria.

Il torrente *Borlezza*, tributario diretto del lago d'Iseo, nonostante la presenza di cinque impianti di depurazione attivi nel bacino, presenta una qualità delle acque di giudizio "*pessimo*" secondo il D.Lgs 152/99. La scarsa presenza di scarichi produttivi diretti nel corso d'acqua (se non quelli gravanti sul T. Oneta, affluente del T. Borlezza prima che quest'ultimo si immetta nel Lago di Iseo) indica nel cattivo funzionamento dei depuratori la responsabilità della qualità delle acque. Occorre considerare che il torrente è oggetto di notevole utilizzo di risorsa a scopo idroelettrico che di fatto riduce le portate naturali favorendo la concentrazione dei carichi inquinanti: durante la campagna di misura del biennio 98/99 sono state misurate portate medie dell'ordine di 150-200 l/s, con valori molto ridotti nel periodo estivo.

Sul torrente *Uria* gravano gli scarichi di 13 insediamenti produttivi (scarichi meteorici) presenti nel comune di Credaro. Per tale torrente risulta essere ridotta l'entità delle portate circolanti (nel biennio 98/99 sono state misurate portate medie dell'ordine di 140 l/s).

Bacino Fiume Cherio

Dei corsi d'acqua analizzati con le indagini qualitative risulta essere inquinato soltanto il fiume Cherio.

Il bacino del fiume *Cherio* è interessato dallo scarico di 32 insediamenti produttivi e di 22 comuni (tutti sottoposti a trattamento depurativo).

Bacino Fiume Adda

In tale bacino è stato monitorato il torrente *Sonna*, il quale, nei comuni di Cisano Bergamasco, Caprino Bergamasco e Pontida, riceve i reflui di 11 impianti produttivi censiti oltre che i reflui

delle fognature pubbliche dei comuni sopracitati, di cui quelli del comune di Caprino Bergamasco e parte del comune di Cisano Bergamasco e Pontida non sono sottoposti a trattamento depurativo. Analizzando i fabbisogni per uso industriale del comune di Cisano Bergamasco si ottengono valori di oltre 10.000 mc/giorno, che in termini di portata equivalgono ad una sottrazione costante, nell'arco delle 24 ore, di oltre 100 l/s. Il regime del torrente, rilevato durante le campagne di analisi, presenta valori di portata modesti (portata media durante il campionamento del biennio 98/99 pari a 400 l/s) che non sono sicuramente in grado di assicurare una soddisfacente diluizione degli scarichi.

CONCLUSIONI

Con riferimento alle acque di superficie, le valutazioni effettuate con i dati disponibili hanno permesso di individuare un quadro qualitativo che mette in evidenza come la scarsa qualità dei corsi d'acqua derivi sostanzialmente dallo scarico di attività produttive e civili, non completamente depurate o comunque molto concentrate su alcuni tronchi fluviali.

Per quanto riguarda lo stato di attuazione dei sistemi depurativi ci si trova di fronte (cfr. cap. 4) ad un consistente sviluppo delle infrastrutture di collettamento e depurazione consortile, secondo le previsioni del P.R.R.A. e delle relative revisioni. Il proseguo di tale processo non potrà che portare ad un miglioramento degli aspetti qualitativi dei corpi idrici superficiali, anche tenendo conto dei più restrittivi limiti di ammissibilità per lo scarico introdotti dal D. Lgs. 152/99 e successivi.

Il fatto che sussistano ancora tratti di corso d'acqua con qualità ridotte e oltretutto con un "trend" qualitativo negativo, porta ad affermare che gli sforzi fatti fino ad ora non sono al momento sufficienti.

Inoltre è importante comparare lo stato qualitativo dei corsi d'acqua con l'entità e la distribuzione dei prelievi dagli stessi, per mettere in evidenza le situazioni di incompatibilità tra derivazioni acquedottistiche, agricole, industriali, zootecniche, idroelettriche, ecc. e la necessità di garantire nei vari corsi d'acqua portate compatibili con le necessità di diluizione e autodepurazione.

In proposito occorre ricordare alcune situazioni precedentemente discusse: per il F. Serio si hanno situazioni di deficit estivo, ove le portate naturali disponibili in alcuni periodi di particolari anni sono minori di quelle di concessione e dove quindi si creano situazioni di incompatibilità nei confronti degli sversamenti fognari, pubblici ed industriali, anche se sottoposti a trattamento. Altro caso è rappresentato dal F. Brembo per cui la scarsa qualità del tratto monitorato alla stazione di Treviolo, è imputabile alla presenza congiunta a monte della stessa dell'immissione dello scarico del depuratore di Bergamo e dell'ingente prelievo di portata a scopo idroelettrico ed irriguo.

1.3.2. Qualità delle acque profonde

Estratto dalla documentazione del P.R.R.A.

Le caratteristiche qualitative della risorsa idrica evidenziavano differenti problematiche nelle diverse aree geografiche della provincia.

Nell'area montana e pedemontana, ove prevale alimentazione da sorgenti, non sussistono gravi problemi di inquinamento chimico, mentre sono talora presenti problemi di inquinamento batteriologico dovuti spesso alla carenza di aree di rispetto delle fonti, alla inadeguatezza delle opere di captazione ed alla mancanza di adeguate strutture fognarie e depurative dei centri abitati.

In pochi casi (Lovere, S. Giovanni Bianco, Serina e Valtorta) sono state riscontrate in alcune sorgenti locali una concentrazione di solfati superiore ai limiti di legge, presenza da correlare alla natura delle formazioni gessose ivi presenti.

Diverso era ed è il quadro che si presenta nell'area pedemontana e di pianura, ove sono presenti da tempo fenomeni di degrado qualitativo della risorsa sotterranea legati ad inquinamenti di origine antropica.

Le informazioni a suo tempo raccolte presso le strutture sanitarie nonché le conoscenze acquisite in occasione dell'emergenza "atrazina" del 1987 hanno permesso di delineare un quadro abbastanza completo delle caratteristiche idrochimiche delle acque di falda del territorio pedemontano e di pianura.

E' ben noto il problema della presenza di atrazina e di altri diserbanti derivanti dall'attività agricola di una vasta area della pianura bergamasca. L'entità del fenomeno e i gravissimi contraccolpi da esso provocati sugli acquedotti pubblici hanno dato lo spunto a studi idrogeologici molto approfonditi al fine di definire la vastità del fenomeno, la tipologia delle falde interessate e le possibili evoluzioni future. Le correlazioni effettuate tra le analisi chimiche e la profondità delle falde dalle quali provenivano i campioni hanno evidenziato che:

- la presenza di atrazina è diffusa negli acquiferi contenuti fino a 120-150 metri di profondità;
- gli acquiferi più profondi, soprattutto oltre i 200 metri di profondità, localizzati nell'area centrale della pianura bergamasca (area Osio Sotto, Verzellino, Cologno al Serio, Ghisalba) sono quasi totalmente esenti da tale tipo di inquinamento;
- le concentrazioni accertate presentano valori variabili intorno al limite ammissibile di 0,1 ppb, con diffusione areale molto estesa, anche se non totale per tutti i pozzi;
- dal 1986 il fenomeno non ha presentato in generale decisi sintomi di regressione.

Dalle analisi disponibili emerge anche l'individuazione di fasce di diffusione dei solventi clorurati nella zona dell'Isola bergamasca (Bottanuco, Chignolo d'Isola, Madone) e nella zona a est della città (Albano S. Alessandro, Seriate, Scanzorosciate).

La diffusione dei nitrati è soprattutto evidente nella zona dell'Isola bergamasca e assume caratteri di gravità sia per la complessità e controversia delle sue origini, sia per la difficoltà di impostazione di azioni di bonifica, sia per le difficoltà tecnologiche di rimozione.

1.3.3. Indirizzi di politica idraulica per la gestione delle risorse idriche

Estratto da PTCP Provincia di Bergamo

Le principali criticità legate alla risorsa idrica, rispetto alle quali occorre concentrare la politica idraulica provinciale sono le seguenti:

- **Deficit risorsa idrica:** la carenza di risorsa si manifesta sia nei corsi d'acqua durante le magre del periodo estivo, soprattutto concentrate in agosto, sia, come media annua, nel disequilibrio degli acquiferi sotterranei della pianura bergamasca tra la ricarica idrica naturale e il prelievo per gli usi acquedottistici, irrigui e industriali.
- **Degrado ambientale:** le situazioni ambientalmente degradate sono abbastanza limitate e attengono alla scarsa qualità di alcuni corsi d'acqua superficiali, a causa dell'influenza degli scarichi civili ed industriali non depurati o depurati insufficientemente rispetto alla modesta capacità autodepurativa dei corsi d'acqua stessi.

Gli interventi rivolti alla corretta gestione e alla salvaguardia delle risorse idriche possono essere raggruppati negli interventi *strutturali*, costituiti da opere ingegneristiche, e negli interventi *non strutturali*, quelli cioè che consistono in discipline legislative, amministrative, assicurative, ecc., volte a tutelare correttamente l'uso della risorsa.

INTERVENTI PER LA TUTELA QUANTITATIVA DELLE RISORSE IDRICHE

Gli interventi, classificabili come strutturali, utili alla riduzione del deficit idrico possono essere così riassunti:

- a) interventi di risanamento delle reti acquedottistiche previsti dal Piano Regionale Risanamento Acque al fine di ridurre le perdite e contenere i consumi degli acquedotti pubblici entro i valori compatibili con le dotazioni già previste nel PRRA o a quelle che verranno precisate dal PTA;
- b) realizzazione di reti di acquedotto a servizio delle utenze industriali e/o agricole utilizzando fonti di approvvigionamento meno pregiate (pozzi o sorgenti alimentati da falde superficiali) o acque reflue trattate effluenti da impianti di depurazione pubblici o privati;

- c) realizzazione di sistemi di ricircolo all'interno degli insediamenti industriali;
- d) realizzazione di serbatoi di regolazione per omogeneizzare e rimodulare l'andamento orario e giornaliero delle portate fluviali in corrispondenza di alcune importanti derivazioni, attualmente alterato dal regime delle utilizzazioni idroelettriche ed industriali di monte.

Gli interventi non strutturali volti al raggiungimento del medesimo obiettivo di riduzione del deficit quantitativo sono:

- a) potenziamento del monitoraggio pluvioidrometrico e piezometrico delle acque superficiali e sotterranee, onde ridurre progressivamente i margini di incertezza tutt'ora presenti; per quanto riguarda il territorio provinciale, i corsi d'acqua sui quali è preferibile attuare tale potenziamento sono: T. Sonna, T. Dordo, T. Imagna, F. Brembo tra S. Giovanni Bianco e Zogno, F. Brembo a Brembate, T. Romna, T. Riso, F. Serio a Ponte Nossola, F. Serio a Seriate, F. Cherio a Palosco, T. Borlezza, T. Dezzo, T. Guerna, T. Uria;
- b) realizzazione di un modello di gestione della falda del tipo di quello già costruito dal Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca, atto a simulare i vari scenari in funzione della evoluzione spazio-temporale delle esigenze e della dinamica degli acquiferi di differente profondità ivi presenti. Il modello esistente può essere reso operativo attraverso la sua effettiva utilizzazione da parte delle Amministrazioni competenti e il suo collegamento stabile alla rete di monitoraggio pluvioidrometrico e piezometrico;
- c) riduzione dei prelievi della risorsa idrica attraverso l'adozione di una politica di risparmio idrico, secondo gli indirizzi della legge n. 36 del 1994 (Legge Galli), che fissi adeguati valori di dotazioni idriche medie annue, per le utenze civili, industriali e agricole;
- d) politica tariffaria disincentivante gli sprechi e che agevoli un'estesa riutilizzazione di acque reflue provenienti dai principali impianti di depurazione pubblici opportunamente trattate e che agevoli la realizzazione di sistemi di ricircolo delle acque all'interno degli insediamenti produttivi;
- e) rigoroso controllo delle derivazioni di acque superficiali e sotterranee, verificando la regolarità amministrativa delle concessioni e predisponendo adatti strumenti di misura della portata per controllare la quantità effettivamente derivata;
- f) adozione di protocolli di gestione dei serbatoi montani, nel periodo estivo, allo scopo di rilasciare negli alvei montani oltre alle portate minime necessarie al Deflusso Minimo Vitale, portate in grado di sopperire all'eventuale mancanza di risorsa necessaria alle derivazioni irrigue e industriali nei periodi di magra.

Di seguito vengono analizzati approfonditamente gli interventi strutturali e non strutturali ritenuti fondamentali per il raggiungimento degli obiettivi di salvaguardia della risorsa idrica,

con specifico riferimento al deficit quantitativo della risorsa, legato all'abbassamento della falda e alla carenza di risorsa nei corsi d'acqua a monte delle derivazioni irrigue nei periodi di magra. Tali interventi consistono in:

- riduzione delle dotazioni idriche degli acquedotti pubblici
- sistemi di riuso delle acque
- protocolli di gestione dei serbatoi idroelettrici
- realizzazione di serbatoi di modulazione e rifasatura dei deflussi fluviali.

I primi due interventi si inquadrano relativamente al deficit della falda, mentre gli ultimi due si riferiscono all'esigenza di garantire maggiori portate nei corsi d'acqua durante le magre estive.

Dotazioni idriche

Il Piano Regionale di Risanamento delle Acque della Regione Lombardia definisce i criteri di pianificazione per la gestione delle risorse idriche. Tra i vari criteri definisce le linee guida di revisione e integrazione per la pianificazione degli acquedotti, all'interno delle quali viene fissata la metodologia per la determinazione degli standard di consumo.

Vengono ivi indicate le dotazioni idriche (potabili-sanitarie e industriali-zootecniche) da assumere per la quantificazione dei fabbisogni degli acquedotti pubblici e industriali. Tali dotazioni, riportate nel seguito, vengono proposte dal piano come dotazioni *massime* e non come dotazioni indicative. La definizione degli standard massimi nasce dall'esigenza di contenere i consumi nei limiti consentiti dalle disponibilità idriche, pur mantenendo elevati livelli di soddisfacimento civile e produttivo.

I valori massimi non oltrepassabili delle dotazioni idriche sotto riportati, da rispettare entro l'anno 2016 (traguardo finale del piano), si riferiscono ai volumi idrici di captazione e non a quelli effettivamente erogati alle utenze o fatturati, comprendendo così tutti i volumi persi o non fatturati nelle opere d'acquedotto.

Dotazioni medie annue per gli acquedotti pubblici:

a) fabbisogni civili

- Dotazione base 200 litri/ab.giorno per la popolazione residente, da incrementare in funzione della classe demografica per comprendere anche i consumi urbani e collettivi; tali incrementi sono così definiti:
 - 60 litri/ab.giorno per residenti < 5.000;
 - 80 litri/ab.giorno per residenti compresi tra 5.000 e 10.000;
 - 100 litri/ab.giorno per residenti compresi tra 10.000 e 50.000;
 - 120 litri/ab.giorno per residenti compresi tra 50.000 e 100.000;
 - 140 litri/ab.giorno per residenti superiori a 100.000;
- 200 litri/ab.giorno per la popolazione stabile non residente (utenti di ospedali, caserme, scuole, ecc);

- 200 litri/ab.giorno per la popolazione fluttuante con pernottamento (utenti di alberghi, camping, seconde case);
- 80 litri/ab.giorno per la popolazione senza pernottamento, compresi gli addetti di attività lavorative;
- 20 mc/giorno.ha (limite massimo) per gli addetti dei futuri insediamenti ad uso lavorativo; le superfici da considerare devono essere determinate sulla base di previsioni urbanistiche. Per gli insediamenti zootecnici vanno computate solo le aree coperte, determinate in base a stime parametriche.

b) fabbisogni produttivi appagabili dall'acquedotto pubblico, in misura pari al minore dei due valori risultanti dai seguenti parametri:

- il fabbisogno massimo erogato dall'acquedotto pubblico alle attività produttive (industriali e zootecniche) non deve superare il valore di 36 mc/giorno.ha da riferire alle superfici computate con i criteri contenuti nello stesso P.R.R.A.;
- i fabbisogni globali ad uso industriale e zootecnico, appagabili dall'acquedotto pubblico, non devono superare il 20% dei complessivi fabbisogni medi annui potabili e sanitari destinati ad uso civile;

Da tali parametri si determina il fabbisogno medio giornaliero dell'acquedotto pubblico.

Dotazioni del giorno di massimo consumo per gli acquedotti pubblici:

Per la valutazione dei fabbisogni nel giorno di massimo consumo i predetti valori devono essere incrementati con i coefficienti maggiorativi indicati nello stesso P.R.R.A..

c) Dotazioni per la valutazione dei fabbisogni produttivi:

I fabbisogni industriali e zootecnici non alimentabili dall'acquedotto pubblico, perché ad esso non collegati o perché la precedente limitazione non ne permette il prelievo, dovranno essere alimentati a mezzo di specifici acquedotti industriali. La fonte di approvvigionamento dovrà provenire da corpi idrici superficiali, da falde idriche qualitativamente deteriorate (previa realizzazione di opportuni sistemi di trattamento o nei casi in cui l'attività produttiva non richieda particolari livelli qualitativi), nonché da acque di ricircolo, o da riutilizzazioni degli effluenti trattati dagli impianti di depurazione. Anche per tali fabbisogni non appagabili dall'acquedotto pubblico il P.R.R.A. indica il fabbisogno massimo complessivo commisurato al predetto standard di 36 mc/giorno.ha.

Analizzando i valori dei consumi attuali e dei fabbisogni futuri (determinati in base ai valori massimi sopra specificati, sia per la parte civile che per la parte produttiva), riportati nel P.R.R.A. relativo alla Provincia di Bergamo (vedere tavola relativa ai consumi e ai fabbisogni), si è già osservato (cap. 4) come gli insediamenti produttivi già consumino

attualmente molto di più di quanto per essi pianificato al 2016. I consumi civili attuali invece sono pressoché allineati con quelli pianificati.

Da ciò deriva l'opportunità che, in attesa che la Regione disciplini le dotazioni nell'ambito del Piano di Tutela delle Acque e che a sua volta l'ATO recepisca le stesse nell'ambito del Piano d'Ambito, sia al momento il P.T.C.P. a recepire i valori delle dotazioni indicate dal P.R.R.A. e conseguentemente a confermare l'esigenza di ridurre i prelievi ad uso produttivo allo scopo di limitare il prelievo di risorsa dalla falda, contribuendo così al riequilibrio degli acquiferi sotterranei della pianura bergamasca.

Per verificare l'entità di tale beneficio si consideri, limitatamente ai soli comuni appartenenti all'area di pianura (quelli cioè in cui gli acquedotti pubblici e privati sono alimentati integralmente dalla falda), la differenza fra i consumi esistenti all'epoca della stesura del P.R.R.A. e i fabbisogni al 2016.

Per quanto riguarda i consumi civili relativi all'area di pianura si ha un valore pari a 2.1 mc/s, mentre il P.R.R.A. indica un valore del fabbisogno idrico al 2016 pari a 2.8 mc/s; invece, per quanto riguarda i consumi produttivi dei comuni appartenenti alla zona di pianura, il consumo è pari a circa 10.7 mc/s, mentre l'obiettivo individuato per il 2016 mediante l'applicazione dei limiti sopra esposti porta ad un valore pari a 2.2 mc/s.

Considerando complessivamente entrambi i settori, civile e produttivo, si passa da un valore di consumo per lo stato attuale di circa 12.8 mc/s ad un valore obiettivo pari a circa 5 mc/s, con una riduzione dei prelievi da falda pari a circa 7-8 mc/s complessivi, su base annua (tabella 1).

Tabella 1 – Consumi e fabbisogni (civili e produttivi) dei comuni di pianura (P.R.R.A.)

Comune	Consumi civili attuali [mc/giorno]	Fabbisogni civili futuri [mc/giorno]	Consumi produttivi attuali [mc/giorno]	Fabbisogni produttivi futuri [mc/giorno]
ALBANO				
SANT'ALESSANDRO	967	2.851	2.695	2.755
ALME'	1.625	1.736	12.923	1.297
AMBIVERE	315	748	2.233	843
ANTEGNATE	227	736	891	1.125
ARCENE	805	1.839	413	783
ARZAGO D'ADDA	355	693	154	718
AZZANO SAN PAOLO	1.430	3.188	924	2.681
BAGNATICA	543	1.334	3.236	2.727
BARBATA	49	223	72	322
BARIANO	597	1.279	676	802
BARZANA	279	571	787	717
BERGAMO	57.303	44.536	41.072	7.261
BOLGARE	644	1.293	827	1.706
BOLTIERE	764	879	1.003	466
BONATE SOPRA	1.294	1.941	1.002	840
BONATE SOTTO	791	2.092	554	662

Comune	Consumi civili attuali [mc/giorno]	Fabbisogni civili futuri [mc/giorno]	Consumi produttivi attuali [mc/giorno]	Fabbisogni produttivi futuri [mc/giorno]
BOTTANUCO	1.016	1.911	1.394	1.827
BREMBATE	1.929	2.146	861	1.193
BREMBATE DI SOPRA	1.616	1.818	3.017	2.099
BRIGNANO GERA D'ADDA	932	1.480	1.238	1.354
BRUSAPORTO	590	1.107	232	331
CALCINATE	637	1.842	4.786	2.113
CALCIO	1.066	1.617	1.640	552
CALUSCO D'ADDA	1.930	2.707	16.249	2.734
CALVENZANO	875	1.004	961	1.641
CANONICA D'ADDA	1.060	1.045	1.478	974
CAPRIATE SAN GERVASIO	1.801	2.781	357	2.186
CARAVAGGIO	3.276	4.718	7.926	4.417
CAROBBIO DEGLI ANGELI	1.551	989	1.384	1.441
CARVICO	742	1.624	6.564	1.797
CASIRATE D'ADDA	663	1.254	2.859	642
CASTEL ROZZONE	448	740	107	575
CASTELLI CALEPPIO	1.628	3.344	5.487	4.066
CAVERNAGO	259	572	516	590
CENATE SOTTO	506	614	1.659	870
CHIGNOLO D'ISOLA	2.194	1.198	1.997	1.747
CHIUDUNO	1.276	1.853	359	1.465
CISANO BERGAMASCO	860	2.135	11.641	2.162
CISERANO	1.109	1.886	3.871	2.325
CIVIDATE AL PIANO	816	1.889	1.224	967
COLOGNO AL SERIO	1.718	3.527	6.924	2.235
COMUN NUOVO	612	1.211	9.934	2.193
CORTENOVA	242	488	2.318	2.812
COSTA DI MEZZATE	402	938	974	1.065
COVO	355	851	619	630
CURNO	1.279	2.260	1.504	1.238
DALMINE	6.630	7.383	415.174	9.334
FARA GERA D'ADDA	1.448	1.925	3.388	1.554
FARA OLIVANA CON SOLA	103	348	84	248
FILAGO	413	1.339	57.732	4.217
FONTANELLA	326	1.062	271	456
FORNOVO SAN GIOVANNI	504	1.135	2.634	1.234
GHISALBA	786	1.613	1.362	1.628
GORLAGO	1.031	1.424	729	2.217
GORLE	1.138	2.337	3.635	1.940
GRASSOBBIO	852	2.603	16.303	5.277
GRUMELLO DEL MONTE	1.416	2.589	3.917	2.797
ISSO	47	284	2.016	644

Comune	Consumi civili attuali [mc/giorno]	Fabbisogni civili futuri [mc/giorno]	Consumi produttivi attuali [mc/giorno]	Fabbisogni produttivi futuri [mc/giorno]
LALLIO	1.103	1.299	15.696	2.928
LEVATE	583	787	1.679	912
LURANO	299	773	1.914	1.059
MADONE	711	1.672	3.559	2.157
MAPELLO	913	2.444	16.986	2.250
MARTINENGO	1.355	3.142	4.314	2.553
MEDOLAGO	353	801	1.906	2.097
MISANO DI GERRA D'ADDA	524	766	167	631
MONTELLO	304	721	2.886	1.911
MORENGO	329	645	35	509
MORNICO AL SERIO	476	874	822	1.380
MOZZANICA	667	1.444	29.758	1.467
MOZZO	3.049	2.221	861	707
ORIO AL SERIO	1.050	354	963	1.497
OSIO SOPRA	718	1.086	1.293	2.067
OSIO SOTTO	1.987	3.177	3.810	2.008
PAGAZZANO	332	547	309	370
PALADINA	598	885	506	306
PALOSCO	776	1.966	1.587	1.056
PEDRENGO	860	1.227	9.568	2.651
POGNANO	268	472	34	472
PONTE SAN PIETRO	1.992	3.488	22.026	2.159
PONTERANICA	1.732	2.227	509	323
PONTIDA	456	960	2.382	1.143
PONTIROLO NUOVO	895	1.187	3.999	1.461
PRESEZZO	972	1.422	3.376	1.079
PUMENENGO	230	533	262	282
ROMANO DI LOMBARDIA	1.997	4.873	2.087	2.390
SAN PAOLO D'ARGON	675	1.489	3.298	2.370
SCANZOROSCIATE	1.838	2.895	20.386	2.065
SERIATE	4.625	7.862	5.668	3.379
SOLZA	215	454	1.281	694
SORISOLE	667	2.519	835	716
SOTTO IL MONTE GIOVANNI XXIII	1.160	1.291	2.972	448
SPIRANO	751	1.611	577	1.331
STEAZZANO	1.365	2.859	1.104	1.220
SUISIO	586	1.335	1.814	1.477
TELGATE	1.376	1.242	907	1.880
TERNO D'ISOLA	1.731	1.372	4.307	2.178
TORRE BOLDONE	1.389	2.548	833	526
TORRE DE ROVERI	290	505	2.349	715
TORRE PALLAVICINA	126	290	73	201
TREVIGLIO	7.549	9.595	28.163	6.222
TREVILOLO	4.065	2.721	2.844	2.734

Comune	Consumi civili attuali [mc/giorno]	Fabbisogni civili futuri [mc/giorno]	Consumi produttivi attuali [mc/giorno]	Fabbisogni produttivi futuri [mc/giorno]
URGNANO	1.543	2.468	9.507	3.012
VALBREMBO	1.390	1.242	1.150	754
VERDELLINO	1.408	2.292	9.176	2.623
VERDELLO	1.630	2.296	2.032	1.967
VILLA D'ADDA	666	1.362	6.580	967
VILLA D'ALME'	1.129	1.934	1.499	981
ZANICA	1.339	2.043	3.606	1.595
TOTALE	179.111	237.744	921.042	187.370
	2,1	2,8	10,7	2,2

Tale forte riduzione, imputabile come già osservato ai minori prelievi ad uso produttivo, sarebbe di per sè tale da controbilanciare il deficit della falda, che, come precedentemente esposto, è stimato pari a circa 5.8 mc/s.

Fonti alternative di approvvigionamento

Oltre alla sopra citata riduzione di prelievi in termini di minori dotazioni idriche si ottengono decise riduzioni di prelievo mediante l'utilizzo di fonti alternative rispetto alla risorsa idrica sotterranea.

Per quanto riguarda l'utenza civile nella relazione di prima fase era già stata richiamata la realizzazione (parzialmente già operante con l'Acquedotto Pianura Bergamasca) di nuove adduzioni d'acqua per uso potabile dalla Val Seriana e dalla Valle Brembana, che portano ad incrementare l'utilizzo delle risorse provenienti dalle sorgenti montane di 1.4 mc/s, comportando una parallela riduzione della portata prelevata dai pozzi di pianura.

Un'altra fonte alternativa al prelievo dalla falda è rappresentata dal riuso delle acque reflue effluenti dagli impianti di depurazione pubblici, opportunamente trattate. Tali acque possono essere utilizzate, date le loro caratteristiche, principalmente in due modi:

- *uso agricolo*, attraverso l'alimentazione della rete di canali irrigui;
- *uso industriale*, escluse le attività che necessitano di particolari livelli qualitativi (esempio industria alimentare).

Allo stato attuale è già in atto un esteso riuso delle acque reflue trattate in campo agricolo, dal momento che alcuni impianti di depurazione della Provincia di Bergamo scaricano le proprie acque trattate in rogge o corsi d'acqua che a loro volta alimentano la rete di canali irrigui del Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca e dell'Isola.

Di seguito vengono presentate le caratteristiche del riutilizzo dei principali impianti di depurazione della provincia di Bergamo, descrivendone lo stato attuale e l'esistenza di eventuali margini di ulteriore sfruttamento.

L'impianto di depurazione di Bagnatica, del Consorzio per la tutela ambientale del bacino dello Zerra, recapita i propri reflui depurati nella roggia Borgogna e le portate di piena in eccesso nel canale scolmatore del torrente Zerra. Già oggi, quindi, l'intera portata nera depurata, attualmente pari a circa 100 l/s, viene immessa nella rete irrigua.

L'impianto di depurazione di Bergamo, gestito dalla B.A.S. S.p.A., recapita i propri reflui trattati nella roggia Ponte Perduto e quindi nelle rogge Piuggia, Corleonesca e torrente Morletta. Le portate in eccesso vengono recapitate nel canale emissario al fiume Brembo (oggetto di concessioni per uso idroelettrico); attualmente la portata depurata che viene utilizzata ad uso irriguo è pari a 600 l/s, a fronte di una portata media in uscita dall'impianto di circa 800 l/s. Il margine di ulteriore sfruttamento è quindi pari a circa 200 l/s senza necessità di nuove infrastrutture di adduzione.

L'impianto di Brembate, gestito dal Consorzio Intercomunale dell'Isola, recapita i propri reflui depurati nel fiume Adda; l'impianto, con portata media scaricata pari a circa 140 l/s, è localizzato poco a monte della confluenza fra il fiume Brembo e l'Adda in una zona da cui risulta difficile il recapito diretto in canali irrigui. Tale portata potrebbe essere derivata attraverso opere di presa già esistenti lungo il fiume Adda.

L'impianto di depurazione di Casnigo, gestito dal Consorzio Territorio ed Ambiente Val Gandino, recapita i propri reflui nel torrente Romna ed infine nel fiume Serio, a monte delle derivazioni irrigue situate ad Albino; ne consegue che la portata depurata (200 l/s medi) viene già completamente derivata dall'opera di presa irrigua di Albino.

L'impianto di depurazione di Cologno al Serio, gestito dal Consorzio Media Pianura Ovest Fiume Serio, recapita le portate depurate (pari in media a circa 500 l/s) in un canale irriguo con destinazione finale nel fiume Serio; attualmente l'uso irriguo della portata depurata è limitata all'utilizzo parziale di singoli agricoltori. In questo caso è quindi ipotizzabile un riutilizzo più spinto della risorsa disponibile mediante adeguamento dei canali esistenti e delle opere di consegna.

L'impianto di depurazione di Lurano, gestito da Risanamento Idrico Ambientale S.p.A., recapita i propri effluenti depurati nella roggia Pozzo Capate, inserita nel sistema irriguo della roggia Brembilla di Bregnano. Per cui l'intera portata depurata (circa 300 l/s) viene già oggi riutilizzata in agricoltura.

L'impianto di Mozzanica, gestito da CO.GE.I.DE. S.p.A., recapita i propri reflui direttamente nel fiume Serio (400 l/s). Tale portata potrebbe essere riutilizzata in agricoltura, prevedendo un'utilizzazione a gravità riservando tale risorsa per la provincia di Cremona, posta idraulicamente a valle dell'impianto. Tale riutilizzo permetterebbe comunque di ridurre il prelievo della falda visto che la risorsa prelevata da alcuni pozzi posti all'interno della provincia di Bergamo servono la rete irrigua della provincia di Cremona.

L'impianto di Ranica, gestito dal Consorzio Depurazione Valle Seriana Inferiore, recapita i propri reflui depurati (circa 400 l/s medi) nel fiume Serio. Poiché a valle dello scarico

dell'impianto è già attiva una traversa di derivazione a scopo irriguo, tale risorsa è oggi riutilizzata interamente.

L'impianto di Trescore Balneario, gestito dal Sistema Consortile Comunità Montana Valle Cavallina, recapita i propri reflui depurati (100 l/s medi) nel fiume Cherio a monte della presa irrigua di Gorlago che immette le portate derivate nella roggia Bolgare; anche in questo caso, quindi, la portata in uscita dall'impianto è già riutilizzata in agricoltura.

Infine, anche l'impianto di Valbrembo, gestito dal Consorzio Regionale del Parco dei Colli di Bergamo, recapita i propri reflui (circa 200 l/s medi) nel fiume Brembo, a monte di opere di presa per derivazioni irrigue.

Da tale quadro della situazione attuale si deduce che:

- la risorsa idrica proveniente dagli impianti di depurazione è già riutilizzata a scopo irriguo in modo significativo;
- l'ulteriore risorsa che può essere oggetto in futuro di riutilizzo, perché ad oggi non sfruttata, è pari a circa 1.2 mc/s (tabella 2); tale risorsa aggiuntiva a scopi irrigui può portare a ridurre i prelievi irrigui da pozzi (oggi pari a circa 8.8 mc/s), e quindi a ridurre il deficit della falda. E' da osservare che per tale riutilizzo le opere necessarie sono in ogni caso molto limitate e tali da non comportare vincoli territoriali.

Tabella 2 – Quadro riassuntivo delle nuove riutilizzazioni di acque reflue

Impianto di depurazione	Portata da riutilizzare [l/s]
Bergamo	200
Brembate	140
Cologno al Serio	500
Mozzanica	400
Totale	1'240

In tale contesto risulta meno concreta la possibilità di destinare all'industria la detta portata di 1.2 mc/s, attraverso idonei acquedotti industriali, rispetto alla disponibilità ed interesse dell'utenza irrigua. E' proponibile invece considerare l'eventualità che alcuni insediamenti industriali attingano risorsa idrica derivandola direttamente dai canali irrigui, soprattutto nei periodi di asciutta della stagione irrigua. Tale possibilità, seppur già presente (nel bacino del fiume Serio vi sono alcune utenze industriali che utilizzano l'acqua delle rogge irrigue per alimentare il circuito di raffreddamento), può essere ampliata tramite opportuni accordi fra il Consorzio di Bonifica e le utenze industriali. Al momento tale possibilità è difficilmente quantificabile in termini di riduzione di prelievi dalla falda, ma senz'altro potrà rappresentare una valida alternativa, anche perché l'uso combinato irriguo-industriale di tale risorsa può garantire la massima continuità temporale al detto riutilizzo.

Gestione dei serbatoi idroelettrici montani

Come risulta dagli studi della prima fase, la risorsa idrica montana sarebbe largamente sufficiente per tutte le utilizzazioni, ove gli attuali impianti idroelettrici montani fossero regolati nei periodi estivi in modo da rilasciare in alveo, dopo il turbinaggio, anche le portate integrative necessarie per garantire in corrispondenza delle prese irrigue di Ponte S. Pietro sul F. Brembo e di Albino sul F. Serio una portata di almeno 10 – 12 mc/s, oltre al Deflusso Minimo Vitale, al di sotto della quale l'uso irriguo risulta fortemente penalizzato.

Tale gestione multiscopo risulta in prima analisi largamente accettabile, in quanto la produzione energetica non sarebbe sensibilmente penalizzata sia perché i maggiori rilasci avverrebbero a valle del turbinaggio (la penalizzazione si configurerebbe quindi non in termini di minor produzione energetica annua, ma per una maggior produzione del periodo estivo) sia perché essi sono quantitativamente modesti.

Infatti, l'indagine statistica sulle magre estive, precedentemente esposta (cap. 2) della prima parte, mostra che nell'anno medio le portate estive dei fiumi Brembo e Serio non scendono, in corrispondenza delle prese citate, al di sotto del detto valore di 10 – 12 mc/s, mentre con tempo di ritorno di circa 2 anni tale limite viene raggiunto, e con tempo di ritorno 5 anni le portate scendono al di sotto di esso.

Le nuove regole dovrebbero quindi prevedere tali integrazioni solo con frequenza media di circa una volta ogni 5 anni per una durata di circa 20 giorni, peraltro non sempre continui.

Per quanto riguarda il F. Brembo le portate di magra, relative al periodo irriguo e riferite ad un tempo di ritorno di 5 anni, sono:

- per la durata di 1 giorno: 8.45 mc/s;
- per la durata di 5 giorni: 9.41 mc/s;
- per la durata di 10 giorni: 9.96 mc/s;
- per la durata di 20 giorni: 11.24 mc/s.

Il volume idrico corrispondente a tali valori di portata è pari a 17'158'600 mc. Volendo garantire in tali condizioni alla stazione di Ponte Briolo, a monte delle maggiori prese irrigue, una portata costantemente pari a circa 11.5 mc/s (il volume corrispondente per una durata di 20 giorni è pari a 19'872'000 mc), il maggior volume da rilasciare da parte dei gestori idroelettrici sarebbe pari a circa 2'700'000 mc. Poiché la capacità d'invaso dei serbatoi artificiali dell'area montana del F. Brembo a uso idroelettrico è pari a 25.065.000 mc (di cui 6.990.000 ai Laghi Gemelli e 4.660.000 al Lago Fregaborgia) tale maggior volume da rilasciare, per l'uso irriguo, al netto del DMV, è pari a circa all'11% del volume complessivo invasabile nei serbatoi montani.

Per quanto riguarda il F. Serio le portate di magra, relative al periodo irriguo e riferite ad un tempo di ritorno di 5 anni, sono:

- per la durata di 1 giorno: 7.09 mc/s;
- per la durata di 5 giorni: 8.07 mc/s;
- per la durata di 10 giorni: 8.87 mc/s;

- per la durata di 20 giorni: 10.04 mc/s.

Il volume idrico corrispondente a tali valori di portata è pari a 15'060'384 mc. Volendo garantire in tali condizioni alla stazione di Ponte Cene, a monte delle maggiori prese irrigue, una portata costantemente pari a circa 10 mc/s (il volume corrispondente per una durata di 20 giorni è pari a 17'280'000 mc), il maggior volume da rilasciare da parte dei gestori idroelettrici sarebbe pari a circa 2'220'000 mc. Poiché la capacità d'invaso dei serbatoi artificiali dell'area montana del F. Serio a uso idroelettrico è pari a 24.655.000 mc (di cui 18.850.000 del Barbellino) il maggior volume da rilasciare, per l'uso irriguo, al netto del DMV, è pari a circa al 9% del volume complessivo invasabile nei serbatoi montani.

Tali valori mostrano che l'uso multiscopo della risorsa idrica montana è certamente possibile. E' peraltro evidente che esso potrà essere adeguatamente formulato solo a valle di studi idrologici e idraulici condotti per entrambi i fiumi Brembo e Serio con una simulazione particolareggiata di lunghe serie dei deflussi giornalieri, comprendenti sia le serie storiche, sia serie generate con idonei modelli stocastici, allo scopo di valutare con buona affidabilità la ricorrenza dei periodi di maggior rilascio, la corrispondente entità delle maggiori portate turbinate nel periodo estivo e, con idonei modelli econometrici, la stima delle ricadute economiche conseguenti alla corrispondente maggior produzione energetica nel periodo estivo. Tali modelli dovranno evidentemente tener conto anche del Deflusso Minimo Vitale richiesto, a valle di ogni opera di derivazione, dalla normativa (vedi paragrafo 3.2.1).

Per una corretta gestione dei rilasci occorrerà predisporre nelle sezioni poste a monte delle prese irrigue adatti strumenti di misura che possano trasmettere in tempo reale la portata transitante; tale informazione sarà trasmessa ai gestori degli impianti in modo da effettuare il maggior rilascio di risorsa solo quando è strettamente necessario.

Per lo studio e l'eventuale stesura di protocolli d'intesa fra i gestori degli impianti idroelettrici e la Provincia di Bergamo, occorrerà coinvolgere attivamente la Regione Lombardia, ente competente al rilascio, rinnovo e gestione delle concessione di grandi derivazioni.

Realizzazione di invasi di regolazione

Da un'analisi riportata nel Programma Provvisorio di Bonifica risulta la necessità di realizzare un vaso di regolazione, almeno settimanale, delle acque del fiume Serio, allo scopo di uniformare l'andamento delle portate per consentire l'utilizzazione della risorsa idrica disponibile quando la stessa scenda a valori prossimi alla portata da derivare per usi irrigui (circa 10 mc/s).

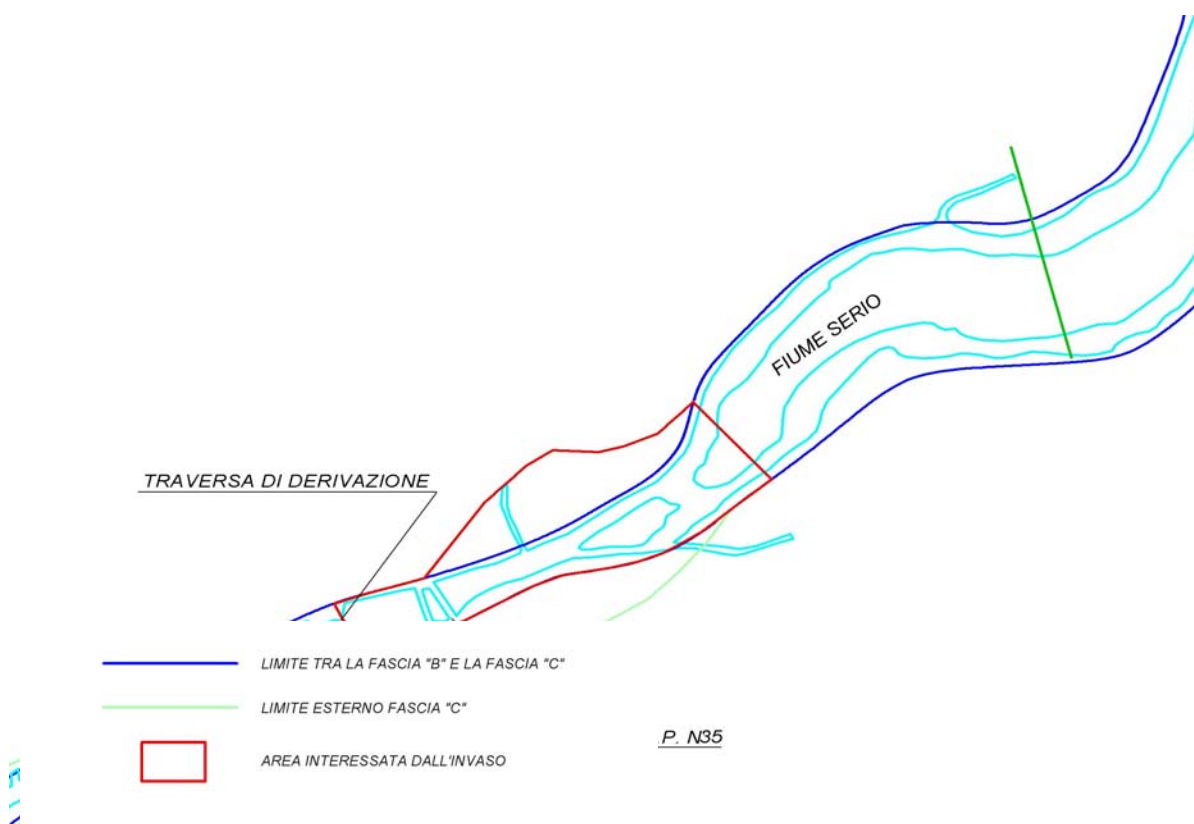
Al di sotto di tale soglia, il regime di deflusso delle acque del fiume Serio risulta molto influenzato dalle utilizzazioni industriali e idroelettriche di monte che provocano, con il loro regime orario di esercizio, rapide e notevoli variazioni dei deflussi fluviali, con la conseguente impossibilità di utilizzo razionale della risorsa prelevata con le opere di presa ad acqua fluente. Secondo il detto Programma Provvisorio la capacità necessaria per tale vaso è all'incirca pari a 100'000 mc e dovrebbe essere localizzato nel comune di Albino, a monte delle prese irrigue.

Tale esigenza era stata segnalata anche in occasione degli studi di prima fase, dove però era stata discussa l'ipotesi di un nuovo invaso sul T. Ognna di capacità pari a 7'000'000 mc (sempre in base a studi del Consorzio di Bonifica), segnalandone peraltro le gravi problematiche legate all'impatto ambientale e ai costi da sostenere.

L'invaso di regolazione settimanale ad Albino prima citato è invece di dimensione molto più modesta, tanto che esso potrebbe essere contenuto all'interno della delimitazione delle fasce fluviali B in sinistra e C in destra idraulica, già tracciata a monte della presa irrigua senza ulteriori conseguenze territoriali (vedere schema planimetrico di Figura 1). L'invaso potrebbe essere realizzato modificando l'attuale traversa di derivazione con uno sbarramento mobile atto ad invasare in periodo di magra la detta capacità di regolazione, senza peraltro influenzare il regime idraulico delle piene, che a seguito dell'apertura delle paratoie di regolazione, transiterebbero verso valle senza alterazioni.

E' da sottolineare che tale nuovo invaso di regolazione è in grado di regolarizzare le portate per alcuni giorni, ma non è in grado di sopperire a carenze idriche stagionali, le quali possono essere risolte solo attraverso i citati maggiori rilasci dalle centrali idroelettriche.

Figura 1 – Proposta di invaso del F. Serio ad Albino



INTERVENTI PER LA TUTELA QUALITATIVA DELLE RISORSE IDRICHE

Nello studio della qualità dei corsi d'acqua superficiali, riportata nella relazione di prima fase, sono stati individuate le seguenti situazioni critiche dai punti di vista qualitativo (relativamente al biennio '98-'99), con riferimento alle classi di qualità ambientale definite dal D.Lgs. 152/99 e seguenti:

- Fiume Brembo a Treviolo (stato ambientale *scadente*);
- Fiume Serio a Cene, Albino e Seriate (stato ambientale *scadente*);
- Fiume Cherio a Monasterolo del Castello e a Palosco (stato ambientale *scadente*);
- Torrente Brembilla a Brembilla (stato ambientale *scadente*);
- Torrente Dordo a Filago (stato ambientale *pessimo*);
- Torrente Morletta a Verdello (stato ambientale *pessimo*);
- Torrente Vertova a Vertova (stato ambientale *scadente*);
- Torrente Romna a Casnigo (stato ambientale *scadente*);
- Torrente Borlezza a Rovetta (stato ambientale *pessimo*) e a Castro (stato ambientale *scadente*);
- Torrente Uria a Castelli Calepio (stato ambientale *pessimo*);
- Torrente Sonna a Cisano Bergamasco (stato ambientale *scadente*);
- Roggia Moschetta a Treviglio (stato ambientale *scadente*);
- Roggia Vignola a Treviglio (stato ambientale *scadente*);
- Roggia Morlana a Villa di Serio (stato ambientale *scadente*).

Gli interventi strutturali legati alla riduzione del degrado ambientale e al conseguimento di accettabili livelli qualitativi dei corsi d'acqua possono essere così riassunti:

- a) completamento degli interventi di costruzione e riabilitazione delle reti fognarie e degli impianti di depurazione previsti dal Piano Regionale di Risanamento Acque e integrati con quanto necessario per il completo soddisfacimento del Piano regionale di Tutela delle Acque in corso di approntamento ai sensi del D.Lgs 152/99 e succ., al fine di ridurre gli apporti inquinanti nei corsi d'acqua.

Gli interventi non strutturali volti al raggiungimento del medesimo obiettivo sono:

- a) potenziamento del monitoraggio biochimico delle acque superficiali e sotterranee, onde ridurre progressivamente i margini di incertezza tutt'ora presenti nelle analisi effettuate e per tener sotto controllo lo sviluppo dei fenomeni; per quanto riguarda il territorio provinciale, i corsi d'acqua sui quali è preferibile attuare tale potenziamento sono i medesimi citati relativamente al monitoraggio idrometrico;
- b) elaborazione del catasto rigoroso degli scarichi diretti nei corpi idrici superficiali dalle unità produttive industriali e zootecniche, allo scopo di poter controllare l'effettivo rispetto dei limiti ammissibili nelle concentrazioni dei diversi parametri d'inquinamento, secondo il 152/99 o le indicazioni del futuro Piano di Tutela;

- c) adozione di regolamenti che impongano ai concessionari delle derivazioni (nuove ed esistenti) le opere idrauliche necessarie a garantire il Deflusso Minimo Vitale a valle delle derivazioni stesse;
- d) il contenimento in agricoltura dell'uso di sostanze dannose per l'ambiente.

Tali misure, strutturali e non strutturali, saranno tutte oggetto del Piano di Tutela delle Acque che la Regione Lombardia dovrà predisporre, con riferimento all'intero territorio regionale, in base a quanto definito nel D.Lgs. 152/99 e successive modifiche. Il P.T.A. dovrà essere adottato, sentite le diverse provincie, entro il 31/12/2003.

I contenuti generali di tale piano, che costituisce un piano stralcio di settore del Piano di Bacino predisposto dall'Autorità di Bacino, sono già richiamati nel paragrafo 2.1.

Per quanto riguarda gli interventi che il Piano di Tutela delle Acque deve individuare, l'Allegato 4 del D.Lgs 152/99 indica:

- Programmi di misure per il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici di cui all'art. 5, vale a dire:
 - "sufficiente" entro il 31 dicembre 2008;
 - "buono" entro il 31 dicembre 2016.
- Specifici programmi di tutela e miglioramento previsti ai fini del raggiungimento dei singoli obiettivi di qualità per la acque a specifica destinazione di cui al Titolo II, capo II, vale a dire:
 - acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile;
 - acque di balneazione;
 - acque dolci idonee alla vita dei pesci;
 - acque destinate alla vita dei molluschi.
- Misure adottate ai sensi del Titolo III, capo I, per le aree che richiedono specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento, quali:
 - aree sensibili;
 - zone vulnerabili da nitrati di origine agricola;
 - zone vulnerabili da prodotti fitosanitari e altre zone vulnerabili;
 - aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano.
- Misure adottate ai sensi del Titolo III, capo III, circa la tutela qualitativa della risorsa in merito alla disciplina degli scarichi, in particolare:
 - disciplina degli scarichi;
 - definizione delle misure per la riduzione dell'inquinamento degli scarichi da fonte puntuale;
 - specificazione dei casi particolari in cui sono stati autorizzati scarichi ai sensi dell'art. 30.
- Informazioni su misure supplementari ritenute necessarie al fine di soddisfare gli obiettivi ambientali definiti.

L'Autorità di Bacino del fiume Po ha già indicato i seguenti obiettivi qualitativi, relativamente all'asta del Po, a cui devono attenersi i Piani di tutela delle acque; tali obiettivi sono definiti dai seguenti documenti:

1. Il "Progetto di Piano stralcio per il controllo dell'eutrofizzazione", che definisce gli obiettivi e le priorità degli interventi su scala di bacino per il controllo della trofia delle acque.
2. Gli "Obiettivi di qualità definiti ai sensi dell'art.44 del D.Lgs.152/99 e successive modifiche: completamento", di cui all'allegato A della delibera, che definiscono gli obiettivi di qualità relativi a BOD5, COD e azoto ammoniacale.

Gli obiettivi definiti in tali documenti sono i seguenti:

- il "Progetto di Piano stralcio per il controllo dell'eutrofizzazione (PsE)" definisce gli obiettivi di qualità del fiume Po in termini di concentrazioni massime ammissibili di fosforo totale. Tali obiettivi sono di seguito riportati (Tabella 4.1 della Relazione Generale del PsE):

Tabella 3 – Obiettivi di qualità del fosforo

Sezioni F. Po	Concentrazione massima ammissibile di P (mg/l)	
	2008	2016
Isola Sant'Antonio	0,12	0,10
Piacenza	0,14	0,12
Boretto	0,14	0,12
Pontelagoscuro	< 0,12	< 0,10

- gli obiettivi di qualità relativi a BOD5, COD e azoto ammoniacale sono di seguito riportati:

Tabella 4 – Obiettivi di qualità di BOD5, COD e azoto

Sezioni F. Po	Concentrazione massima ammissibile (mg/l)		
	BOD5	COD	N-NH4
Isola Sant'Antonio	3	8	0,10
Piacenza	3	10	0,16
Boretto	3	10	0,16
Pontelagoscuro	3	10	0,16

E' da sottolineare che l'organizzazione generale delle infrastrutture fognarie e depurative del territorio bergamasco è già ampiamente realizzata e comunque già pianificata dal PRRA. Inoltre gli interventi di completamento e adeguamento delle infrastrutture stesse devono comunque rispondere ai requisiti minimi imposti dal D.Lgs. 152/99 e successive modifiche entro le scadenze fissate dalle leggi nazionali e dalle direttive europee.

In tempi brevi, poi, la Regione individuerà le ulteriori misure (tra cui quelle atte a garantire il DMV di cui al paragrafo successivo) atte al conseguimento degli obiettivi di qualità per tutti i corpi idrici significativi del territorio regionale.

Se quindi non è di competenza del PTCP la pianificazione degli interventi necessari per il superamento delle criticità ambientali prima esposte, è comunque da sottolineare che l'Amministrazione Provinciale sarà certamente coinvolta, insieme all'ATO, nella fase realizzativa degli interventi e nel controllo delle corrispondenti ricadute ambientali.

Definizione del Deflusso Minimo Vitale

Il deflusso minimo vitale (DMV), la cui definizione è di competenza del P.T.A., è il deflusso che, in un corso d'acqua, deve essere presente a valle delle captazioni idriche al fine di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi interessati.

Il DMV si compone di una componente idrologica, stimata in base alle peculiarità del regime idrologico, e da eventuali fattori correttivi che tengono conto delle caratteristiche morfologiche dell'alveo del corso d'acqua, della naturalità e dei pregi naturalistici, della destinazione funzionale e degli obiettivi di qualità definiti dalle Regioni nell'ambito dei Piani di Tutela delle Acque.

Il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po è in procinto di adottare, sentite le Regioni, i "Criteri di regolazione delle portate in alveo", finalizzato alla quantificazione del deflusso minimo vitale (DMV) dei corsi d'acqua del bacino padano e alla regolamentazione dei rilasci delle derivazioni da acque correnti superficiali.

Nel documento all'uopo predisposto dall'Autorità di Bacino vengono definiti i criteri generali, rimandando alle Regioni il compito di adottare, in base ai principi e alle indicazioni tecniche contenute nel suddetto documento, un proprio regolamento di attuazione entro il 31/12/2003.

Le Regioni nell'ambito dei propri Piani di Tutela delle Acque e comunque entro il 31 dicembre 2003 individuano i corsi d'acqua o i tratti di corsi d'acqua sui quali occorre applicare i parametri correttivi e ne definiscono il valore entro il 31/12/2008.

Campo di applicazione

Per quanto concerne le nuove derivazioni il DMV, calcolato tenendo conto della componente idrologica e degli eventuali fattori correttivi, è imposto dall'Autorità competente contestualmente al rilascio della concessione.

Per quanto riguarda le derivazioni esistenti, le Regioni, nell'ambito dei propri Piani di Tutela delle Acque o dei loro strumenti di pianificazione e regolamentari, disciplinano l'applicazione graduale alle grandi e alle piccole derivazioni, nel rispetto dei seguenti obiettivi intermedi:

- entro il 31 dicembre 2008 tutte le derivazioni dovranno essere adeguate in modo da garantire, a valle delle captazioni, la componente idrologica del DMV;
- entro il 31 dicembre 2016, la componente idrologica del DMV dovrà essere integrata con la l'applicazione dei fattori correttivi, ove necessario.

Le disposizioni di cui sopra si applicano anche alle derivazioni che, alla data di emanazione del regolamento attuativo regionale, pur non essendo ancora in esercizio, dispongano di un titolo

di concessione di derivazione o di una autorizzazione provvisoria all'esecuzione delle opere ai sensi dell'art.13 del Regio Decreto 1775 del 11 dicembre 1933.

Regola di calcolo del Deflusso Minimo Vitale

Nel documento predisposto dall'Autorità di Bacino, il deflusso minimo vitale (DMV) in una determinata sezione del corpo idrico è calcolato secondo la formula seguente:

$$DMV = k * q_{meda} * S * M * Z * A * T$$

Dove:

- k = parametro sperimentale determinato per singole aree idrografiche;
- q_{meda} = portata specifica media annua per unità di superficie del bacino (in l/s km²);
- S = superficie del bacino sottesa dalla sezione del corpo idrico (in km²);
- M = parametro morfologico, esprime l'attitudine dell'alveo a mantenere le portate di deflusso minimo in condizioni compatibili, dal punto di vista della distribuzione del flusso, con gli obiettivi di habitat e di fruizione. I valori del parametro M sono compresi tra 0.7 e 1.3. La metodologia per la determinazione del parametro M deve considerare almeno i seguenti aspetti: pendenza dell'alveo, tipologia morfologica, presenza di pools, permeabilità del substrato.
- Z = il massimo dei valori dei tre parametri N, F, Q, calcolati distintamente, dove:
 - N = parametro naturalistico, esprime le esigenze di maggiore tutela per ambienti fluviali con elevato grado di naturalità ($N \geq 1$);
 - F = parametro di fruizione, esprime le esigenze di maggiore tutela per gli ambienti fluviali oggetto di particolare fruizione turistico-sociale, compresa la balneazione ($F \geq 1$).
 - Q = parametro relativo alla qualità delle acque fluviali, esprime le esigenze di diluizione degli inquinanti veicolati nei corsi d'acqua in funzione delle attività antropiche esistenti ($Q \geq 1$).
- A = parametro relativo all'interazione tra le acque superficiali e le acque sotterranee, esprime le esigenze di maggiore o minore rilascio dovute al contributo delle falde sotterranee nella formazione del deflusso minimo vitale. I valori del parametro A sono compresi tra 0.5 e 1.5.
- T = parametro relativo alla modulazione nel tempo del DMV, esprime le esigenze di variazione nell'arco dell'anno dei rilasci determinate dagli obiettivi di tutela dei singoli tratti di corso d'acqua.

Il valore del termine $k * q_{meda} * S$ rappresenta la componente idrologica del DMV, mentre gli altri parametri rappresentano dei fattori di correzione che tengono conto, ove necessario, delle particolari condizioni locali.

In particolare i parametri M ed A esprimono la necessità di adeguamento della componente idrologica del DMV alle particolari caratteristiche morfologiche dell'alveo e delle modalità di scorrimento della corrente, nonché degli scambi idrici tra le acque superficiali e sotterranee.

I parametri N, F, Q esprimono la maggiorazione della componente idrologica del DMV necessaria in relazione alle condizioni di pregio naturalistico, alla specifica destinazione d'uso della risorsa idrica e al raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dal Piano di Tutela delle Acque o in altri piani settoriali.

Spetta alle Regioni, nell'ambito dei propri Piani di Tutela delle Acque o attraverso altri strumenti regionali di pianificazione e regolamentari, nel rispetto dei criteri stabiliti dall'Autorità di bacino del Po:

- definire le modalità di calcolo del fattore q_{meda} sulla base dei criteri di seguito illustrati, e aggiornare, sulla base di approfondimenti svolti sui propri corsi d'acqua, la determinazione del fattore k ;
- individuare i corsi d'acqua superficiali o tratti di essi su cui saranno applicati i parametri M, A, Z, T;
- assegnare ai corsi d'acqua di cui sopra, il valore dei parametri M, A, Z, T.

Determinazione del parametro k

Il parametro k esprime la percentuale della portata media che deve essere considerata nel calcolo del deflusso minimo vitale.

Il valore del parametro k è compreso tra 0 e 1, estremi esclusi, ed è diversificato per aree omogenee nei regimi idrologici di magra.

Per i bacini idrografici di superficie inferiore o uguale a 50 km^2 , il parametro k sarà determinato a livello regionale sulla base degli elementi acquisiti attraverso gli studi finalizzati alla redazione dei Piani di Tutela delle Acque.

Per i bacini idrografici di superficie superiore a 50 km^2 , il parametro k sarà diversificato a seconda dei bacini idrografici.

Per quanto riguarda i corsi d'acqua della provincia di Bergamo, l'Autorità di Bacino indica alcune formule per il calcolo del parametro k ; in particolare si ha:

- per i bacini dell'Oglio prelacuale e bacini affluenti all'Adda sottolacuale e Oglio sottolacuale:
$$k = -2.00 \times 10^{-5} S + 0.14 \quad \text{per } S < 1000 \text{ km}^2$$
$$k = 0.12 \quad \text{per } S > 1000 \text{ km}^2$$
- per l'Adda sottolacuale e l'Oglio sottolacuale:
$$k = 0.1$$

Determinazione di q_{meda}

La metodologia per la valutazione della portata specifica media annua per unità di superficie del bacino q_{meda} deve considerare le seguenti possibilità:

- espressioni di regionalizzazione adatte alla dimensione del bacino idrografico in esame;
- trasferimento dei dati di monitoraggio delle stazioni esistenti di misura delle portate, fatti salvi gli opportuni vincoli in merito alla rappresentatività della stazione rispetto alla

sezione di interesse e alla idoneità dei dati ad esprimere la situazione idrologica naturale di riferimento;

- impianto di una stazione di monitoraggio specifica e acquisizione di almeno un quinquennio di osservazioni (anche in questo caso da ricondurre alla situazione naturale di riferimento);
- analisi idrologica avanzata, con il supporto di modellistica idrologico-idraulica specifica.

Per i bacini regolati *qmeda* deve rappresentare, con la migliore approssimazione consentita dai dati idrometrici disponibili, il valore medio annuale delle portate specifiche naturali defluenti nella sezione del corso d'acqua, in assenza delle derivazioni idriche e degli invasi.

Applicazione ai bacini del territorio bergamasco

L'applicazione delle precedenti formule, proposte dall'Autorità di Bacino per la determinazione del DMV, ai principali corsi d'acqua della provincia di Bergamo conduce ai seguenti risultati, avendo posto pari all'unità tutti i parametri correttivi, in assenza delle determinazioni regionali. Relativamente ai corsi d'acqua con bacino maggiore di 50 km², esaminati negli studi di prima fase essendo per essi disponibili lunghe serie idrometriche, si ha:

fiume Brembo alla sezione di Ponte Briolo:

$$S = 765 \text{ km}^2$$

$$k = -2.00 \times 10^{-5} S + 0.14 = 0.125$$

$$Q_{meda} = q_{meda} \cdot S = 30.6 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (tabella 2.1 della relazione di prima fase)}$$

$$DMV = k \cdot Q_{meda} = 3.82 \text{ m}^3/\text{s} = 5 \text{ l/s.km}^2$$

fiume Serio alla sezione di Ponte Cene:

$$S = 455 \text{ km}^2$$

$$k = -2.00 \times 10^{-5} S + 0.14 = 0.131$$

$$Q_{meda} = q_{meda} \cdot S = 21.0 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (tabella 2.1 della relazione di prima fase)}$$

$$DMV = k \cdot Q_{meda} = 2.75 \text{ m}^3/\text{s} = 6 \text{ l/s.km}^2$$

fiume Adda alla sezione di Lavello:

$$S = 4572 \text{ km}^2$$

$$k = 0.1$$

$$Q_{meda} = q_{meda} \cdot S = 158.0 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (tabella 2.1 della relazione di prima fase)}$$

$$DMV = k \cdot Q_{meda} = 15.8 \text{ m}^3/\text{s} = 3.4 \text{ l/s.km}^2$$

fiume Oglio alla sezione di Capriolo:

$$S = 1842 \text{ km}^2$$

$$k = 0.1$$

$$Q_{meda} = q_{meda} \cdot S = 58.6 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (tabella 2.1 della relazione di prima fase)}$$

$$DMV = k \cdot Q_{meda} = 5.8 \text{ m}^3/\text{s} = 3.1 \text{ l/s.km}^2$$

Oltre a tali risultati puntuali, è possibile applicare in modo generalizzato la procedura dell'Autorità di Bacino richiamando la formula:

$$Q_m = q_{meda} \cdot S = 0.05 S^{0.951}$$

determinata negli studi di regionalizzazione di prima fase (par. 2.1.3).

Considerando tale formula e le sopraccitate espressioni che definiscono il parametro k , si ottiene l'andamento della componente idrologica del DMV in funzione della superficie del bacino, purchè superiore a 50 km^2 , in quanto al di sotto di tale valore l'Autorità di Bacino non ha definito nessuna formula, rimandando l'onere alla Regione all'interno del P.T.A.; in particolare:

- per bacini afferenti al fiume Oglio sopralacuale e per bacini affluenti all'Adda sottolacuale e all'Oglio sottolacuale, con superfici $50 \text{ km}^2 < S < 1000 \text{ km}^2$, si ha $k = -2.00 \times 10^{-5} S + 0.14$ e $q_{meda} \cdot S = 0.05 S^{0.951}$ per cui

$$DMV = (-2.00 \times 10^{-5} S + 0.14) \times 0.05 S^{0.951}$$
- per bacini afferenti al fiume Oglio sopralacuale e per bacini affluenti all'Adda sottolacuale e all'Oglio sottolacuale, con superfici $S > 1000 \text{ km}^2$, si ha $k = 0.12$ e $q_{meda} \cdot S = 0.05 S^{0.951}$ per cui

$$DMV = 0.12 \times 0.05 S^{0.951} = 0.006 S^{0.951}$$
- per il fiume Oglio sottolacuale e per l'Adda sottolacuale, si ha $k = 0.10$ e $q_{meda} \cdot S = 0.05 S^{0.951}$ per cui

$$DMV = 0.10 \times 0.05 S^{0.951} = 0.005 S^{0.951}$$

Tali andamenti della componente idrologica del DMV, espressi sia in mc/s che in termini di contributo specifico (l/s.kmq), sono riportati in funzione della superficie nella Figura 2.

Come si vede, i valori così determinati sono abbastanza elevati, in particolare ben più elevati rispetto al valore derivante dalla precedente formula sperimentale per l'area della legge Valtellina, che conduce a valori approssimativamente pari a 2 l/s.km^2 . Pertanto, qualora tali nuove regole dell'Autorità di Bacino del Po venissero confermate dal PTA, le restituzioni in alveo a valle delle derivazioni irrigue, industriali e idroelettriche dovranno essere opportunamente modificate con le corrispondenti penalizzazioni.

Figura 2 – Andamento della portata di DMV in funzione della superficie del bacino

